

해외 온실가스 감축 사업 촉진 요인 분석*

김지훈** · 임성수***

Analysis of Factors Promoting Overseas Greenhouse Gas Reduction Projects

Kim, Jihoon · Lim, Sungsoo

The purpose of this study is to highlight overseas reductions as one of the measures to achieve Korea's 2030 NDCs, and to derive factors to promote overseas greenhouse gas reduction projects. To this end, a survey was first conducted on greenhouse gas management companies, which are the main entities for reducing greenhouse gas emissions. The contents of the survey are divided into three categories: awareness of greenhouse gas reduction projects, institutional and technical sectors, and government support and difficulties. Specifically, the perception section on greenhouse gas reduction projects examined the greenhouse gas reduction methods currently implemented or under consideration in the future. In the area of government support and difficulties, difficulties in promoting overseas greenhouse gas reduction projects were investigated. The results of the analysis using the probability selection model are as follows. First, the greater the greenhouse gas intensity, the degree of dedicated manpower, and the larger the size according to the company's business field, the higher the interest in overseas reduction projects. Second, there was discrimination in the method of reducing greenhouse gas emissions according to the size variables of the company, the degree of greenhouse gas intensity, the degree of having dedicated manpower, and the business field. Lastly, in the case of small businesses, difficulties in business promotion due to the lack of greenhouse gas reduction technology were found to be the biggest cause than other problems. Therefore, it is necessary to induce the reduction of greenhouse gas emissions by introducing foreign technologies to support greenhouse gas reduction technologies for small and medium-sized enterprises, and to provide support such as training courses for professional manpower and the operation of portals for information provision at the government level.

Key words : *greenhouse gas management companies, greenhouse gas reduction technology, probability selection model, overseas greenhouse gas reduction projects*

* 본 논문은 김지훈의 석사학위 논문을 기초로 수정, 보완하여 작성하였음.

** 제1저자, 한국농촌경제연구원 연구원

*** Corresponding author, 건국대학교 경제통상학과 부교수(sslim07@kku.ac.kr)

I. 서 론

1997년 12월 일본 교토에서 주요 온실가스(CO₂, CH₄, HFCs, PFCs, SF₆, N₂O) 배출 감축 및 감축 노력을 이행하지 않는 국가에 대해 비관세 장벽을 적용한다는 내용을 골자로 한 국제 협약인 교토의정서가 채택되었다. 이후 3년의 시범 운영(2005~2008년)을 거친 후, 2008년 지구온난화를 유발하는 6대 온실가스를 배출할 수 있는 권리인 탄소배출권 거래시장이 공식적으로 출범하였다. 그러나 선진국에만 감축 의무를 부여한 교토의정서 체제로는 기후변화 대응이 충분하지 못하다는 비판이 제기되며 2015년 국제사회는 선진국뿐만 아니라 개도국에도 감축 의무를 적용시켜 산업화 이전 대비 지구 평균온도 상승을 1.5°C 이내로 억제하기로 합의하며 파리협정을 채택하였다. 특히 2021년 11월 영국 글래스고에서 개최된 유엔기후변화협약 당사국총회(COP26: Conference of Parties)에서는 글래스고 기후조약(Glasgow Climate Pact)을 통해 국제 탄소시장 메커니즘(파리협정 제6조)의 관련 지침이 합의되며 큰 틀에서 탄소시장 관련 규정이 제정되었다. 또한 선진국과 개도국의 구분 없이 해외 온실가스 감축사업에서 발생하는 감축실적을 참여국의 감축실적으로 인정하는 국제 탄소시장 지침이 합의되어, 교토체제에서의 청정개발체제(CDM: Clean Development Mechanism)를 계승할 것으로 예상되는 새로운 감축 방안의 토대를 도출하였는데 이것이 바로 지속가능메커니즘(SDM: Sustainable Development Mechanism)이다.¹⁾

SDM은 교토의정서의 CDM을 계승한 제도로써 유엔의 중앙집권적 구조를 통해 온실가스 감축 사업을 관리하며, 감축 실적(credit)을 시장에서 거래할 수 있는 제도를 의미한다. 또한 전 세계 40여 개 국가에서 2030년 온실가스 감축목표 상향, 글로벌 메탄 선언과 함께 2050년 탄소중립을 연이어 공약하면서 산업화 이후 지구온도 상승분 1.5°C 이내라는 파리 기후협정의 목표치에 접근하고 있다. 2023년 12월에 두바이에서 개최된 제28차 유엔기후변화협약 당사국총회에서는 파리협정 이후 처음으로 전 지구적 이행점검(GST: Global Stock take)이 이루어지며 파리협정의 1.5°C 목표 달성을 위해서는 2030년까지 2019년 대비 43%를, 2035년까지 60%를 감축시켜야 함을 확인하였고, 이에 한국의 2050년 탄소중립 목표는 더 이상 정치적 선언이 아닌 국제사회와의 공약(commitment)이 되었다.

이러한 국제사회 변화 흐름에서 한국은 글로벌 기후변화 대응에 관한 비전과 목표를 보다 구체적이고 명확하게 설정할 필요가 있다. 한국은 2050년 탄소중립과 함께 2030년까지 2018년 배출 정점 대비 온실가스를 40% 감축한다는 수준으로 국가감축목표(이하 NDC: Nationally Determined Contributions)를 상향하였고, 이에 기후협상 의제들에 대한 보다 구체

1) 현재 공식적인 명칭은 ‘파리협정 제6.4조 메커니즘’으로, 협력적 접근법, 지속가능메커니즘, 비시장 접근법으로도 통용되고 있다. 본 논문에서는 정식 명칭은 아니나 가장 대표적으로 사용되는 용어인 지속가능메커니즘(SDM)으로 정의한다.

적이고 치밀한 대응이 요구되고 있다. 현재 국내에는 상향된 2030년 온실가스 감축목표를 달성하기 위한 자체적인 감축목표와 함께 국내 감축의 보조적인 수단으로써 국외 감축량 3,350만 CO₂톤이 포함되어 있다(Related ministries jointly, 2021). 2021년 11월에 수정된 정부 온실가스 감축계획안을 보면, 국외 감축량이 구체적으로 명시되어 있지는 않으나, 국제기구의 결정 및 해외 국가들의 추세를 반영하여 구체화 시킬 계획이라고 밝히고 있다. 또 한편으로는 정부가 온실가스 감축기업들의 지원에 나서고 있다. 2023년 11월 산업통상자원부와 대한무역투자진흥공사는 ‘글로벌 넷-제로(Net-Zero) 커넥션 인 코리아’ 행사를 개최하며 방글라데시, 인도네시아, 베트남, 캄보디아 등의 10개국과 해외 온실가스 감축 협력방안을 논의하였고, 온실가스 감축 사업 4건을 추진하며 약 1,025만 톤의 온실가스 감축 실적을 확보하였다. 정부의 2024년 해외 온실가스 감축 사업 예산 역시 330억 원으로 확대(2023년 60억 원)하며 지원을 강화하고 있는 실정이다.

2030년까지 달성해야 할 NDC 상향 목표와 2050년 탄소중립 목표를 달성하기 위해서 기업이 선택할 수 있는 감축 방안은 크게 환경설비 투자와 배출권 구매로 볼 수 있다. Allerman (1998)에 따르면, 탄소 총배출량의 10%를 감축하는데 미국의 톤당 한계감축비용은 10~20달러, 일본은 톤당 약 100달러, 20%를 감축할 경우 한계감축비용은 미국이 톤당 80달러, 일본은 250달러라고 제시했다(D. Allerman, 1998). 비록 해당 연구가 최신 결과가 아니라 하더라도, 한국의 산업 설비 역시 일본과 유사하게 노후하다는 점을 감안하면 한국의 한계감축비용 역시 상당 수준 높을 것으로 예상할 수 있다.

다른 대안인 배출권 구매를 고려하면, 국제적으로 통용되는 EU-ETS의 배출권 가격이 2022년 5월 기준 톤당 77.35유로(원화 환산 103,550원)로 국내 배출권(KAU: Korean Allowance Unit) 가격인 20,450원의 5배에 달하며, 전문가들은 향후 지속적으로 상승할 것이라고 예측하고 있다. 이러한 상황에서 산업계 및 환경부는 온실가스 배출량이 많은 제조업 중심의 산업 구조, 국가의 산업경쟁력 약화, 기업들의 기술 수준을 고려한다면 현재 NDC 상향 안은 실현 불가능한 일방적 목표이고, 연관 산업의 생산 차질 발생뿐만 아니라 고용 감소까지 이어질 수 있다고 우려하고 있다. 기후변화는 지구와 인류의 문제이며 이미 지구 차원에서 대응해야 하는 문제가 됐으며, 국내에서 온실가스를 감축하든 해외에서 감축하든 지구온난화 방지 효과는 같다. 따라서 한국의 잠재적 의무감축 기업들은 교토의정서의 CDM 경험을 바탕으로 파리협정 제6조에 대한 명확한 이해를 통해 온실가스 감축 사업이 가능한 잠재적 협력국가와 사업 분야를 발굴하고, 해외 온실가스 감축사업 시행을 통해 온실가스 의무감축국 지정과 2050 탄소중립에 선제적으로 대응해야만 한다.

국외부문 온실가스 감축과 관련된 기존의 선행연구는 국제사회에 대한 개별국가의 탄소중립 공약이 2021년 하반기부터 순차적으로 천명되고 있다는 시기적 특수성과 개별국가의 온실가스 감축목표 세부 시나리오에서 국외부문을 포함한 국가가 거의 없다는 차별성으로 인해 극히 제한적이다. Park (2021)의 연구에서는 파리협정 체제로의 전환과 관련하여 국내

외 전망과 시사점을 한국의 관점에서 분석하였다. 2030년 기준 배출권거래제 참여기업의 해외 온실가스 감축 실적 필요량이 1억 톤을 상회하는 것으로 분석되어 향후 해외 온실가스 감축 실적이 증대될 필요가 있다는 점을 강조하였다. Jung 등 (2022)은 해외감축을 규정한 파리협정 제6조와 세부 이행규칙의 내용을 검토하고, 「탄소중립녹색성장기본법」과 시행령에 근거하여 해외에서 추진된 감축 사업과 그로부터 발생한 감축 실적을 국제사회가 인정된 방식으로 국가 감축목표에 반영하기 위해 고려해야 할 쟁점들을 제시하였다. 구체적으로 파리협정 제6.2조 협력적 접근법은 감축 사업 주최국과 실적의 이전국가 양자의 합의로 다양한 메커니즘을 설계할 수 있다는 장점이 있으며, 주최국 역시 저탄소 투자가 수반되기에 적극적인 관심을 보일 수 있음에도, 현재의 법과 제도는 기존 교토의정서 CDM 방식의 소규모 감축 프로젝트에 초점을 맞추므로써 보다 유연한 방식인 파리협정 제6.2조를 활용하기에 한계가 있음을 지적하고 있다.

본 연구는 지난 2021년 11월에 국제사회에 공약했던 한국의 NDC 상에 국외 감축목표를 명시적으로 포함했음에도 불구하고, 그간 국내 온실가스 관리업체들의 사업 참여가 부진했던 해외 온실가스 감축 사업에 대한 투자와 탄소배출권 확보의 필요성을 강조하고자 한다. 그리고 논의의 신뢰성을 제고하기 위해 국내 온실가스 관리업체를 대상으로 설문조사를 진행한 후 실증분석을 통해 다양한 감축사업 촉진 요인을 분석하였다.²⁾ 본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 서론에 이어 제2장에서는 연구방법 및 연구자료에 대한 내용을 구체적으로 기술하였다. 제3장에서는 온실가스 관리업체를 대상으로 실시한 설문조사 결과를 정리하였다. 그리고 해외 온실가스 감축 사업 촉진 요인과 관련한 실증분석의 예비 단계로 군집분석을 실시하여 주요 요인변수를 설정한 후 연구의 가설을 검정하였다. 마지막으로 제4장에서는 주요 분석결과를 요약하고 시사점을 제시하였다.

II. 연구방법 및 자료

1. 군집분석

연구방법으로는 먼저 해외 온실가스 감축사업 촉진 요인 분석의 예비 단계로서 온실가스 관리업체의 기업 특성을 규명하기 위해 상호관련성에 의해 동질적인 집단으로 묶어주는 군집분석(Cluster Analysis)을 실시하였다. 한국도 파리기후체제에서 의무감축국으로 전환이 예상됨에 따라 온실가스 관리업체 대상 범위는 더 많은 부문, 더 적은 온실가스 배출 기업

2) 현재 할당대상업체와 목표관리업체를 통틀어 지칭하는 공식적인 용어는 없으므로, 본 연구에서는 할당대상업체와 목표관리업체를 모두 포함하는 의미로 온실가스 관리업체로 지칭한다.

까지로 그 범위가 확대되고 있다. 특히 온실가스 감축 의무화에 대비하지 못한 중소기업과 현재는 포함되지 않았으나, 향후 온실가스 관리업체로 포함될 가능성이 있는 기업들은 비용효율적으로 온실가스를 감축할 방안이 필요하다. 따라서 기업의 자본금, 종업원 수, 온실가스 배출량, 온실가스 집약도, 전담 인력 규모, 기업 분류와 같은 주요 속성의 유사성을 분류하여 정보를 획득하는 과정이 필요하다. 이러한 과정을 통해 정부는 온실가스 관리업체들의 특성에 따른 실질적인 지원 방안을 파악할 수 있게 된다. 군집분석은 주어진 자료집합에서 상대적으로 동질적인 속성을 구별해낼 수 있는 다변량 통계처리방법이며, 그룹별 요인분석에서 주요 개념의 조사 또는 분류를 위해 최초로 고안된 분석 방법이다(Aldenderfer and Blashfeld, 1984).

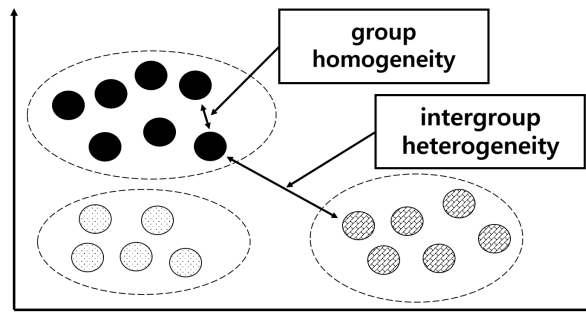


Fig. 1. Conceptual diagram of cluster analysis.

본 연구에서는 다음과 같은 분석의 편리성으로 인해 2단계 군집분석(Two Step Cluster Analysis) 방법을 이용하였다. 2단계 군집분석 방법에서는 분석 자료에 연속형 변수(continuous variables)와 범주형 변수(categorical variables) 형태가 모두 포함되어 있어도 분석에 아무런 제약이 없다는 장점이 있다. 1단계 분석에서는 최적의 클러스터 수를 통해 클러스터별로 자료를 구분 가능하며, 2단계 분석을 통해 클러스터를 구분하는 주요 요인(속성)을 제시해 준다. 이러한 클러스터링(clustering) 방식을 통하여 추출된 요인 변수는 이후 실증분석에 이용되며, 명확한 분류기준이 없는 상태에서 실시하는 자의적인 변수설정 방식보다 체계적이다. 본 연구에서는 규모 변수를 클러스터 분석을 통해서 조사표본의 규모 구간이 설정되도록 하였다.

분석의 절차는 다음과 같다. 일차적으로 각 군집(grouping)별로 규모 특성(사업장 규모, 배출량 규모)의 요인(변수) 값들을 가장 근접하게 하여 분산을 최소화시키는 클러스터 군을 설정한다. 이때 BIC (Bayesian Information Criteria) 군집기준을 사용하여 해당 값이 최소가 되는 클러스터 수가 분석 자료에 대한 최적의 클러스터 수가 된다.³⁾ 군집분석에 사용된

3) 군집 수가 3일 때 BIC 값이 155.166으로 최솟값을 나타냈다.

변수로는 온실가스 배출량, 종업원 수, 자본금 변수를 고려하였다. 종업원 수와 자본금은 설문조사 응답을 바탕으로 연속형 변수로 사용하였으며, 배출량은 소규모, 중규모, 대규모로 구분하여(각각 5만 톤CO₂eq. 이하, 5만~50만 톤CO₂eq. 이하, 50만 톤CO₂eq. 이상) 범주형 변수로 사용하였다. 군집분석의 함수식은 아래 식 (1)과 같다.

$$Clustering = f(CS, Worker, GHG) \quad (1)$$

2. 로짓모형

해외 온실가스 감축사업 촉진 요인과 관련한 기업들의 설문결과를 사용하여 구축한 변수와 이론적 논의를 토대로 이항로짓(Binary Logit)모형을 통한 가설 검정을 실시한다.⁴⁾ 독립변수가 선형임을 이용하여 사건의 발생 가능성을 예측하는 분석 방법으로 종속변수의 응답이 2개인 이항로짓모형을 활용한다(Hosmer and Lemeshow, 2000).

이항로짓모형은 종속변수 y 의 결과 범위가 0과 1 사이의 확률로 나타나며, 조건부 확률 분포가 아닌 이항분포를 따른다. y 는 종속변수, x 는 독립변수가 갖는 값으로, S-형태로 확률변수의 누적분포함수의 형태와 흡사하며 이런 형태를 로지스틱 분포라 한다. 단순화하기 위해 $\pi(x) = E(y|vertx)$ 로 나타내면 로지스틱 회귀모형은 다음과 같이 식 (2)로 표현할 수 있다.

$$\pi(x) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x)} \quad (2)$$

여기서 β_0 와 β_1 은 추정될 모수이고, x 는 독립변수를 의미한다. 이와 더불어 로짓변환 g 를 다음과 같이 식 (3)으로 정의할 수 있다. 즉, 독립변수 x 에 관하여 선형이면서 연속이 되므로 x 의 범위에 따라 $-\infty$ 와 ∞ 사이의 임의의 값을 가질 수 있다. $g(\pi(x))$ 는 향후 해외 감축 목표에 대해 ‘늘려야 함’을 선택할 확률(p_t)이며 β 는 각 영향변수의 추정계수이다.

$$g(\pi(x)) = \ln \left[\frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)} \right] = \beta_0 + \beta_1 x \quad (3)$$

위의 모형을 토대로 결정모형을 나타내면 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다.

4) 이항 종속변수를 가질 때 사용되는 모형은 대표적으로 로짓모형과 프로빗(probit) 모형이 있다. 본 논문에서는 모집단에 대해 설문조사를 통해 표본을 구하였기 때문에 표준정규분포를 가정하는 프로빗 모형 대신 로지스틱분포를 가정하는 로짓모형을 분석에 사용하였다.

$$P_t = \frac{\exp(\beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4)}{1 + \exp(\beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4)} \quad (4)$$

식 (4)의 종속변수인 P_t 는 향후 해외 감축 목표를 확대할 경우는 1로, 그리고 유지 및 감축한다면 0으로 표기되는 이산변수이다. 분석 모형에 포함된 설명변수는 다음과 같다. 연속형 변수로 집약도 변수(X_2)와 전담인력 변수(X_3)를 사용하였다. 그리고 범주형 변수로는 기업분류(X_1), 배출 규모·사업장 규모에 대한 변수(X_4)를 사용하였다.⁵⁾ β_i 는 결정요인별 파라미터 값을 나타낸다.

다음으로 선택 대안의 수가 3개 이상일 때 사용하는 다항로짓모형을 활용하여 현재 시행하고 있거나 향후 고려 중인 온실가스 감축 방법에 대한 영향 요인을 분석하였다. 다항로짓모형은 효용(utility)이 큰 대안일수록 선택확률이 높다고 가정하는 확률효용이론(random utility)에 기초하며, 여기서 각 대안의 선택확률은 효용의 함수형태로 나타낼 수 있다.

$$y_i = j \quad (5)$$

$$U_{ij} = V_{ij} + e_{ij} \quad (6)$$

$$P(y = u) = f(U_j) = f(V_j + e_j) \quad (7)$$

여기서 분석 단위로서 기업 i 에 대한 결과 y_i 는 n 개의 선택 대안들 중 하나를 의미한다. 식 (5)와 같이 결과가 j 번째 대안인 경우 식 (6)의 U_j 는 대안 j 로부터 얻을 수 있는 효용이며, V 와 e 는 각각 가격이나 크기와 같이 측정할 수 있는 효용, 측정할 수 없는 효용 등이다. 로짓모형에서의 관심은 주어진 선택 대안 중 가장 큰 효용을 얻을 수 있는 대안 선택의 결정요인을 찾는 데 있다. 선택대안의 수가 3개 이상인 경우 다항로짓모형을 적용하여 추정하며, 기준이 되는 참조집단을 설정하고 각 이항로짓 결과를 통해 비교하는 방법으로 모든 선택 대안의 효용 총합에서 각 대안이 차지하는 비율을 통해 선택확률을 추정한다. 즉, 각 대안을 독립적으로 판단해서 효용이 가장 큰 대안을 선택하게 된다(Bong et al., 2020).

$$\frac{P(y_i = j)}{P(y_i = j) + P(y_i = 1)} = \frac{\exp(x_i')}{1 + \exp(x_i')} \quad (8)$$

만일 기준 대안이 m 번째 대안이라면, $\beta_m = 0$ 으로 설정되어 있고, $\sum_{i=m}^n \exp(x_i' \beta_j)$ 는 분자

5) 전담인력은 모형의 적합도를 고려하여 중위수를 사용하여 연속형 변수로 설정하였다.

및 분모에서 상쇄되어 $\hat{\beta}_j$ 는 대안 j와 대안 m 중 하나를 선택하는 이항 로짓모형의 모수로 간주된다. 따라서 다항로짓모형을 통해 추정된 계수가 양수이면, 다른 조건이 동일할 때 독립변수가 한 단위 증가하면 대안 m 대신에 대안 j를 선택할 확률이 높아진다는 점을 의미한다(Cameron and Trivedi, 2010).

3. 연구 자료

본 연구에서는 해외 온실가스 감축사업의 촉진 요인을 도출하고자 온실가스 관리업체를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문조사 내용은 크게 온실가스 감축 사업에 대한 인식 부문, 제도 및 기술 부문, 정부의 지원 및 애로사항 부문 등 세 가지로 구분하였다. 구체적으로 온실가스 감축 사업에 대한 인식 부문은 현재 시행하거나 향후 고려 중인 온실가스 감축 방법을 조사하며, 정부의 지원 및 애로사항 부문에서는 해외 온실가스 감축 사업 추진 시 애로사항 등을 조사하였다.

연구의 자료는 온실가스 관리업체(2021년 12월 30일 업데이트 기준)를 대상으로 시행한 설문조사를 토대로 구성하였다.⁶⁾ 표본조사는 구글 설문지를 이용한 온라인조사, 업체 방문을 통한 오프라인 조사 및 설문조사 대행업체 (주)마크로밀엠브레인을 통해 진행하였다. 2022년 3월 18일부터 6월 10일까지 국내 온실가스 관리업체로 지칭되는 할당대상업체와 목표관리업체 총 1,061개 사의 온실가스 배출 관련 업무 담당자를 대상으로 조사를 실시하였고, 이 중 122사의 담당자가 조사에 응답한 설문지가 회수되었다. 최종적으로 한 담당자가 사업장을 중복으로 관리 중인 조사 기업 3부를 제외한 유효 표본 119부를 실증분석의 자료로 사용하였다.

표본의 기초통계량 및 표본의 특성은 Table 1과 같다. 응답 기업의 자본금 현황은 최소 2억 8,000만 원부터 최대 22조 2,000억 원 규모였고, 평균은 5,472.6억 원이었다. 다음으로 종업원 수는 11명이 근무하는 소규모 업체부터 113,078명이 근무하는 대기업까지 다양하게 분포하였고, 평균 4,022명이 근무하는 것으로 조사되었다. 온실가스 배출량은 평균적으로 연간 1,776,497톤 수준이었는데, 전체 표본 119개 중 12개 기업에서 평균 배출량보다 많이 배출하고 있는 것으로 조사되었다. 이는 온실가스 관리업체가 소수의 다배출 기업과 다수의 소배출 기업으로 구성되어 있어 모집단의 배출량을 기준으로 표본을 구성하였기 때문이다(모집단 평균 배출량 554,785톤, 평균 이상 배출 기업 9.6%). 원 단위 온실가스 배출량으로 표시되는 탄소집약도는 최소 0.22톤CO₂eq./억에서 최대 986.99톤CO₂eq./억 원으로 나타나, 업종 특성상 온실가스 배출량의 차이가 큼을 알 수 있다. 다음으로 조사기업의 재생에

6) 국가온실가스종합관리시스템에서 지정 업종 확인이 가능하며, 이를 바탕으로 분석의 용이성을 위해 국가온실가스 감축목표의 부문을 기준으로 분류하였다.

Table 1. Basic statistics of a sample

Variable	Description	Min	Max	Average	S.D.
Capital	unit: 100 million won	2.80	222,000.00	5,472.57	23,670.13
Employees	total number of workers	11	113,078	4,022.85	12,993.99
Company classification	1=building, 2=public, 3=industrial, 4=transport, 5=transition, 6=waste, 7=construction, 8=transport ⁷⁾	1	8	3.70	1.72
Emissions	tCO ₂ e/y	6574	75,671,169	1,776,497.62	8,422,975.86
Intensity	tCO ₂ e/100 mln won	0.22	986.99	85.53	177.81
Proportion of renewable energy	1=0~5%, 2=5~10%, 3=10~15%, 4=15~20%, 5=over 20%	1	5	3.08	1.23
Professional manpower	1=1~5, 2=6~20, 3=21~50, 4=51~100, 5=over 100	1	3	1.44	0.53

너지 비중은 평균 3.08점(5점 척도)이었고, 전체 에너지 사용량의 10~15% 수준을 재생에너지를 통해 소비하고 있는 것으로 나타났다. 기업의 총 노동자 중 온실가스 관리 담당 및 재생에너지 생산과 관련한 업무를 전담으로 하는 인력 수는 평균적으로 1~5명 미만인 것으로 조사되었다.

표본에 대한 상세한 설명은 Table 2에 나타나 있다. 조사 항목은 크게 기업 현황, 기업 인식(인지도), 사업추진 시 애로사항 관련의 세 가지로 구분하였다.

Table 2. Characteristics of analysis of factors promoting overseas reduction projects of greenhouse gas reduction target companies

No.	Company	Capital (100 mln)	Employees	Company classification	Emissions (tCO ₂ e)	Intensity	Proportion of renewable energy	Professional manpower
1	○○○	4,824	17,550	industry	75,671,169	-	15~20%	20~50
2	○○○○○○○	2,976.1	2,819	transition	42,521,216	819.48	15~20%	5~20
3	○○○○○○○	1,666.4	2,688	transition	30,422,589	612.02	15~20%	5~20
4	○○○○	8,975.1	113,078	industry	12,532,779	6.28	over 20%	5~20
5	○○○○○○○○○	578.9	2,192	transition	5,214,184	205.55	15~20%	20~50
6	○○○○	958.2	1,748	industry	4,792,184	48.67	15~20%	5~20
7	○○○○○○○○○	17,890	27,687	industry	4,748,207	16.78	over 20%	5~20

7) 기업분류 중 4번은 수송, 8번은 교통 부문을 의미하나, 영문으로는 동일하게 표기한다.

No.	Company	Capital (100 mln)	Employees	Company classification	Emissions (tCO ₂ e)	Intensity	Proportion of renewable energy	Professional manpower
8	○○○○○○○	1,674.5	1,401	industry	3,556,650	64.65	over 20%	5~20
9	○○○○○	943.5	1,550	industry	3,534,549	49.35	over 20%	5~20
10	○○○○○○○○○	12,122	12,570	transition	2,918,097	31.30	15~20%	5~20
11	○○○○○○○○○	180.4	80	transition	2,443,630	282.70	0~5%	1~5
12	○○○○○	5,892.2	2,577	industry	1,830,697	26.68	15~20%	5~20
...								
107	○○○○○○○	86.3	37	industry	20,488	56.75	5~10%	1~5
108	○○○○○○○○○	4,685.6	1,353	industry	20,133	0.51	over 20%	5~20
109	○○○○○○○○○	219.4	394	industry	17,914	6.93	5~10%	1~5
110	○○○○○○○	145.6	328	industry	17,822	8.18	0~5%	1~5
111	○○○○○○○	60	273	industry	17,543	20.14	0~5%	1~5
112	○○○○○	40	38	industry	9,897	33.21	0~5%	1~5
113	○○○○○	33.8	200	transportation	9,646	67.45	0~5%	1~5
114	○○○○○	60	470	industry	8,903	5.88	5~10%	1~5
115	○○○○○	289.2	472	industry	8,692	8.58	5~10%	1~5
116	○○○○○	12.5	92	industry	7,854	30.68	5~10%	1~5
117	○○○○○○○○○	241.2	458	industry	7,670	2.03	5~10%	1~5
118	○○○○○	2.8	167	transportation	7,604	78.39	0~5%	1~5
119	○○○○○	10	66	transportation	6,574	136.96	0~5%	1~5

Ⅲ. 분석 결과

1. 설문조사 결과

1) 기업 현황

(1) 자본금 및 종업원 수

규모는 자본금, 종업원 수와 같은 '사업장 규모'와 사업 특성에 따른 '배출량 규모'로 구분할 수 있다. 자본금 비중을 살펴본 결과, 100억~500억 원 미만인 기업이 33%로 가장 높게 나타났다. 1,000억~5,000억 원이 21%, 10억~100억 원이 19%, 500억~1,000억 원이 10%의 순으로 나타났다. 종업원 수 비중을 조사한 결과, 100인~1,000인 미만인 기업이 42%로 가장 높게 나타났다. 1,000인~10,000인 미만인 기업이 36%, 10인~100인 미만이 13%, 10,000인 이상의 대규모 기업은 9%로 나타났다(Fig. 2).

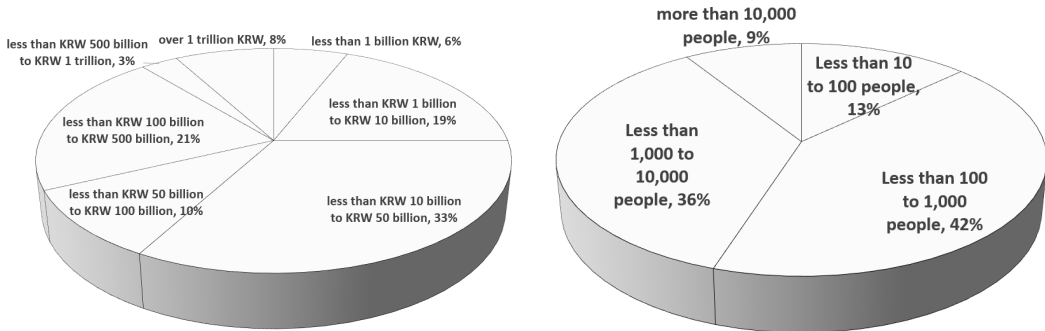


Fig. 2. Share of capital and number of employees.

(2) 기업 분류 및 재생에너지 비중

업종별 기업 비중은 다음과 같다. 산업 부문에 속한 기업이 69%로 가장 높게 나타났으며, 여객, 철도, 해운, 화물 등의 교통 부문은 9%, 발전에너지, 집단에너지 등의 전환 부문은 8%, 건물 부문 6%, 폐기물 부문 4%, 수송 부문 3%, 건설 부문 1% 순으로 나타났다. 온실가스 관리업체 즉, 할당대상업체와 목표관리업체를 더한 모집단의 경우 산업 부문 68.8%, 교통 부문 8.8%, 전환 부문 4.5%, 건물 부문 9%, 폐기물 부문 7.3%, 수송 부문 1%, 건설 부문 0.28%로 대체로 유사한 비율로 조사되었다(Fig. 3).

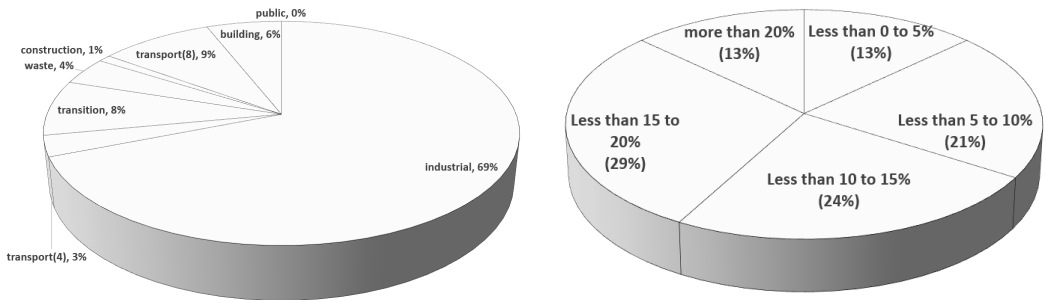


Fig. 3. Share of corporate classification and share of renewable energy in total electricity consumption.

전력 소비 중 재생에너지가 차지하는 비중을 조사한 결과 재생에너지 사용 비율이 15~20% 미만인 기업이 29%로 가장 높았고, 다음으로 10~15% 미만인 기업이 24%, 5~10% 미만인 기업이 21%, 20% 이상과 0~5% 미만은 각각 13%로 뒤를 이었다. 재생에너지는 건물과 공장의 옥상, 유희부지 등에 태양광 패널을 설치하여 자체적으로 생산하거나 재생에너지 전력 구매계약(PPA: Power Purchase Agreement) 또는 신재생에너지 공급인증서(REC: Renewable Energy Certificate)를 구매하는 방식을 통해 재생에너지 비중을 증대시키고 있었다(Fig. 3).

한편 재생에너지 비중이 10% 미만인 기업들은 주로 폐기물, 교통 부문과 산업 부문 중에서는 제지업에 속한 기업들이 다수 포함되었다. 전반적으로 온실가스 배출량이 적거나 자본금이 적고 종업원 수가 적은 소규모 기업이 다수를 차지하고 있는 것으로 조사되었다.

(3) 전담 인력

표본의 전체 노동자 중 온실가스 관리 담당 및 재생에너지 생산 관련 등 재생에너지 부문을 전담하는 인력의 비중을 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 기업의 재생에너지 부문을 담당하는 비중이 1~5명 미만인 응답이 58%로 가장 높았으며, 다음으로 5~20명의 인원으로 재생에너지 부문을 담당하는 기업이 40%, 20~50명의 인원을 보유한 기업은 2%로 조사되었다. 온실가스 다배출 기업이나 대규모 기업의 경우 ESG 경영의 하위 부문으로 전담 부서를 설치하여 운영하고 있었다. 그러나 이 경우에도 절반 정도는 20명 미만으로 운영하는 등 대체로 전담인력의 비중이 높지 않은 것으로 나타났다. 또한 중소기업이나 영세한 업체의 경우 해당 업무만을 담당하는 전담인력을 배치하기 어려워 주로 다른 업무와 겸직하고 있는 것으로 조사되었다.

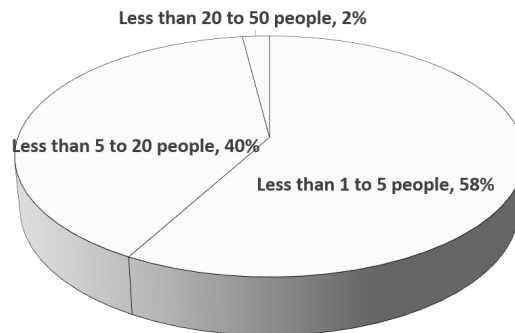


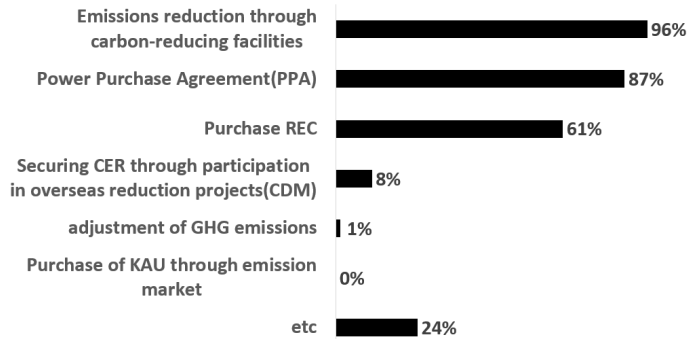
Fig. 4. Proportion of personnel dedicated to the renewable energy sector among all workers.

2) 기업 인식(인지도)

(1) 현재 시행하거나 향후 고려 중인 온실가스 감축 방법

온실가스 감축을 위해 현재 시행하고 있거나 향후 고려 중인 온실가스 감축 방법에 대해 조사한 결과는 Fig. 5와 같다. 온실가스 감축을 위한 방법으로 가장 많이 고려되고 있는 방법은 ‘탄소감축 설비를 통한 배출량 감축’과 ‘재생에너지 전력구매계약(PPA)’, ‘신재생에너지 공급인증서(REC) 구매’ 순으로 조사되었다.

탄소감축 설비의 경우 조사기업들은 고효율 설비교체, 열회수 시스템, 신재생에너지 설비 등 대규모 감축 설비뿐만 아니라 사업장 내 LED 전구 교체, 자동차 엔진 저감장치 설비 등 비교적 소규모 투자 또한 탄소감축 설비로 인식하고 있었다. 재생에너지 전력구매계약



Note: Since we received duplicate responses up to the 3rd place, the total proportion exceeds 100%.

Fig. 5. Greenhouse gas reduction methods currently in place or under consideration in the future.

과 신재생에너지 공급인증서 구매의 경우에는 우선 탄소감축 설비로 자체적으로 온실가스를 감축시킨 후 보조적으로 활용한다거나, 탄소감축 설비에 대한 투자가 어려운 경우 대안으로 활용하는 것으로 조사되었다. 다음으로 CDM 등 ‘해외 감축사업 참여를 통한 인증 크레딧 확보’는 기존 해외에서 사업장을 운영하고 있거나 프로젝트를 진행했던 소수의 글로벌 기업을 중심으로 해외 네트워크를 활용하여 사업을 추진 중인 것으로 나타났다. ‘기타’를 답한 응답 비중도 23.5%로 높게 나타났는데, 대체로 녹색 프리미엄 제도 활용을 언급하고 있었다.

3) 사업 추진 시 애로사항

해외 온실가스 감축 사업을 추진할 경우의 기업 애로사항은 Fig. 6과 같다. 전문인력의 부족이 94.1%로 가장 높았으며, 관련 정보 부족(91.6%), 과도한 비용 문제(69.7%), 최고경영자의 이해 부족(22.7%), 온실가스 감축 기술 부재(21.8%) 순으로 조사되었다. 여기서 ‘온실가스 감축 기술 부재’를 1순위로 응답한 기업들의 경우 비제조업 부문이거나 중소기업이 해당되는 것으로 나타났다.



Note: Since we received duplicate responses up to the 3rd place, the total proportion exceeds 100%.

Fig. 6. Difficulties in promoting overseas greenhouse gas reduction projects.

마지막으로 향후 해외 감축목표를 어떤 방향으로 조정해야 하는지를 조사한 결과이다 (Fig. 7). 전체 온실가스 관리업체의 66%는 해외부문 감축목표를 늘려야 한다고 응답했는데, 그 이유는 규모에 따라 차별적인 것으로 조사되었다. 사업장 규모가 큰 대기업의 경우 신기후체제 대응과 함께 신규 수익원 창출 및 시장 확대까지 고려하였다. 또한, 배출량 규모가 큰 기업의 경우 지속적인 배출권 가격 상승으로 인한 가격위험에 대비하기 위해 해외부문 온실가스 감축목표를 늘리고 국제 크레딧을 확보하는 것을 선호하였다. 해외 감축목표를 늘려야 한다고 응답한 중소·중견기업의 경우에는 국내 감축량에 대한 부담을 완화시키기 위한 목적으로 해외 부문 온실가스 감축 목표를 늘려야 한다고 응답한 것으로 나타났다. 반면, 향후 해외 감축목표를 유지해야 한다고 응답한 기업은 해외 감축사업에 대한 지식이 부족하여 중립적인 의미로 현행 유지를 선택한 것으로 판단된다.

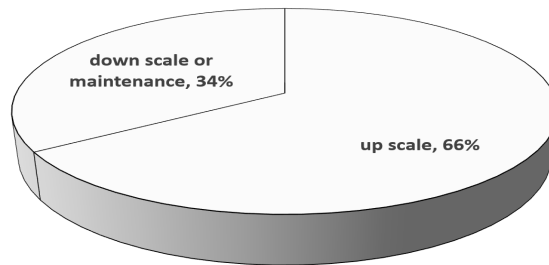


Fig. 7. Adjustment of targets for greenhouse gas reduction in the overseas sector in the future.

종합적으로 설문조사 결과를 요약하면 다음과 같다. 표본의 분포는 업종별 분포, 종업원 수, 자본금을 기준으로 모집단과 유사한 분포를 보였다. 온실가스 관리 및 재생에너지 생산과 관련한 전담인력 비중을 조사한 결과 58%의 기업이 5명 미만으로 운영되고 있었으며, 상대적으로 인력을 충분히 확보한 20~50명 미만인 기업은 전체 2%로 소수의 대기업만이 적극적인 대응을 하고 있는 것으로 나타났다. 온실가스 감축을 위해 가장 많이 고려하고 있는 방법은 탄소감축 설비를 통한 배출량 감축이었으나, 이는 LED 전구 교체, 자동차 엔진 저감장치 설비 등 비교적 소규모 투자 역시 기업은 탄소감축 설비를 통한 배출량 감축 방법으로 인식하고 있기 때문인 것으로 나타났다. 마지막으로 해외 온실가스 감축 사업 추진 시의 애로사항은 전문인력 부족, 관련 정보 부족, 과도한 비용 문제 순으로 응답하였다.

2. 클러스터 분석 결과

요인 변수를 보다 체계적으로 설정하기 위해 실시한 군집분석에서 클러스터의 구분은 3개 클러스터로 결정되었다. 연속형 변수인 자본금과 종업원 수, 범주형 변수인 온실가스 배출량 변수를 통한 클러스터별 특성에 대한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. Representative characteristics by cluster considering emissions scale

Group	Variables to be considered	Number of management companies (weight)	Capital		Employees	
			Average	S.D.	Average	S.D.
Cluster 1	Emissions: Large	26(22.4%)	3,218.1	4,311.6	5,791.5	8,003.3
Cluster 2	Emissions: Medium	53(45.7%)	3,618.7	10,668.7	1,945.9	3,302.2
Cluster 3	Emissions: Small	37(31.9%)	577.4	1,192.3	762.1	1,097.2
Cluster 1-3	-	116(100%)	5,472.6	23,670.1	4,066.5	13,102.2

Note: The cluster quality evaluation result through the silhouette coefficient was valid as 0.9.

클러스터의 분포는 Cluster 1에 26개, Cluster 2에 53개, Cluster 3에 37개의 업체로 구성되었다(총 116개). 2단계 클러스터 분석 결과를 보면 온실가스 배출량을 중심으로 분류된 것을 확인할 수 있는데, Cluster 1은 온실가스 다배출(Large) 기업이, Cluster 2는 온실가스 중배출(Medium) 기업이, Cluster 3은 온실가스 소배출(Small) 기업이 중요하게 고려되어야 하는 변수 요인으로 나타났다(Table 3).

Table 4. Cluster configuration plot considering individual properties

Cluster	Cluster I	Cluster II	Cluster III
Properties	Emissions: Large	Emissions: Medium	Emissions: Small
Sample	26	53	37
No.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26	27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82	83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119

속성별 클러스터 구성은 Table 4와 같이 분류되었다. 첫째, Cluster 1에는 모두 온실가스 다배출 기업이 포함되었다. 둘째, Cluster 2에는 모두 온실가스 중규모 배출 기업이 포함되었다. 셋째, Cluster 3에는 모두 온실가스 소규모 배출 기업이 포함되었다. 따라서 종업원 수와 자본금은 군집을 분류하는 데 있어 중요한 속성은 아닌 것으로 판단된다.

군집분석 결과를 바탕으로 해외 감축사업 촉진 요인에 영향이 있을 것으로 판단되는 속성인 기업 분류, 집약도, 온실가스 관리 담당 및 재생에너지 생산 관련 전담인력을 변수로 구성하여 연구 가설을 3가지로 설정하였다(Table 5). 온실가스 배출량 규모를 기준으로 클러스터가 분류되었기 때문에 「규모 변수(배출량·사업장 규모), 온실가스 집약도, 전담인력

Table 5. Hypothesis test of factors promoting overseas reduction projects of greenhouse gas management companies

Section	Hypothesis
Economies of scale	The larger the size according to the size variables (emissions, workplace size), greenhouse gas intensity, the degree of dedicated manpower, and the business sector of a company, the higher the interest in overseas reduction projects.
	Difficulties encountered when promoting overseas greenhouse gas reduction projects are discriminatory depending on emissions and workplace size.
Type of reduction	Depending on the company's size variables (emissions, workplace size), greenhouse gas intensity, the degree of dedicated personnel retention, and the field of business, the reduction methods implemented or under consideration to reduce greenhouse gases are discriminatory.

보유 정도, 기업의 사업 분야에 따른 규모가 클수록 향후 해외 부문 온실가스 감축 목표를 늘려야 한다», 「배출량·사업장 규모에 따라 해외 온실가스 감축사업 추진 시 겪는 애로사항은 차별적이다」라는 가설을 설정하였다. 그리고 사업 분야에 따라 기업의 규모와 별개로 배출량의 차이가 존재할 것으로 예상되어 「기업의 규모 변수(배출량·사업장 규모), 온실가스 집약도, 전담인력 보유 정도, 사업 분야에 따라 온실가스 감축을 위해 시행하거나 고려 중에 있는 감축방법은 차별적이다」라는 가설을 설정하였다.

3. 로짓분석 결과

이항로짓분석 결과를 요약하면 Table 6과 같다. 첫째, 온실가스 관리업체의 온실가스 집약도는 향후 정부가 해외 부문의 온실가스 감축 목표를 결정하는 데 있어 무차별한 요인인 것으로 분석되었다. 이는 온실가스 배출량과 온실가스 집약도가 비례하지 않기 때문인 것으로 판단된다. 둘째, 온실가스 관리 담당 전담인력이 많을수록 향후 정부가 해외 부문의 온실가스 감축 목표를 늘려야 한다고 생각하는 것으로 나타났다. 이는 기업 내 온실가스 관리 및 재생에너지 생산과 관련한 담당자가 많을수록 온실가스 감축과 관련한 다양한 사업개발에 투자 가능성이 높다는 점에서 타당한 결과로 볼 수 있다. 셋째, 배출규모와 사업장규모가 클수록 향후 정부의 국외부문 온실가스 감축 목표가 증가되어야 한다고 인식하는 것으로 조사되었다. 구체적으로 中규모 기업은 小규모 기업에 비해 향후 해외 감축목표를 늘려야 한다고 응답한 확률이 3.32배 높았고, 大규모 기업은 小규모 기업에 비해 향후 해외 감축목표를 늘려야 한다고 응답한 확률이 6.58배 더 높은 것으로 조사되었다. 이는 온실가스 배출량이 많을수록, 종업원 수와 자본금이 많은 기업일수록 기업 차원에서 온실가스 감축 기술 개발이나 국내외 다양한 온실가스 감축 사업 등 비용효율적인 온실가스 감축 방안에 보다 관심이 높다고 해석할 수 있을 것이다. 넷째, 기업분류상 건물 부문에 속하는 기업

Table 6. Analysis of greenhouse gas reduction target adjustment: A binary logit model

Variable	B	S-E	Wald	p	Exp (B)
Intensity	0.000	0.002	0.002	0.961	1.000
Professional manpower	0.145	0.058	6.207	0.013**	1.156
Size of business: Large	1.884	0.885	4.531	0.033**	6.580
Size of business: medium	1.200	0.539	4.956	0.026**	3.320
Building	-2.808	1.397	4.041	0.044**	0.060
Industrial	0.251	0.773	0.105	0.746	1.285
Transport	19.678	28104.533	0.000	0.999	-
Transition	-0.210	1.213	0.030	0.862	0.810
Waste	-0.035	1.638	0.000	0.983	0.966
Construction	19.254	40192.969	0.000	1.000	-

Note: 1) ** p<0.05

2) The correlation coefficient between size of business and professional manpower was 0.352, indicating a significant low positive correlation at the p<.01 level.

3) Reference variable: 'size of business: small', 'transport'

은 교통 부문에 속하는 기업들에 비해 향후 해외 부문의 온실가스 감축 목표를 유지하거나 축소해야 한다고 응답할 확률이 낮은 것으로 나타났다. 이는 건물 부문에 속하는 기업의 평균 온실가스 집약도는 5.85로 매우 낮으며, 구체적인 업종 역시 유통, 금융, 교육 부문에 속하여 상대적으로 해외 온실가스 감축 사업에 대한 기업의 동기부여가 낮기 때문이라 판단된다.

Table 7. Empirical analysis of greenhouse gas reduction methods: multinomial logit model

	Section	B	S.E.	Wald	p	Exp (B)
PPA	α	-4.00	2.74	2.13	0.15	-
	Intensity	0.03	0.02	2.06	0.15	1.03
	Manpower	0.99	1.27	0.61	0.44	2.70
	Building	24.85	10862.51	0.00	0.99	-
	Industrial	3.84	1.80	4.54	0.03**	46.35
	Transport (4)	2.08	10076.47	0.00	1.00	8.01
	Transition	17.81	4080.65	0.00	0.99	-
	Waste	-2.09	4434.62	0.00	1.00	0.124
	Construction	5.47	11964.94	0.00	1.00	236.49
	Large	13.62	1901.68	0.00	0.99	-
	Medium	-2.49	1.27	3.84	0.05**	0.08

	Section	B	S.E.	Wald	p	Exp (B)
REC	α	-18.80	3935.24	0.00	0.99	-
	Intensity	-0.06	0.06	0.89	0.35	0.94
	Manpower	2.70	1.60	2.84	0.09*	14.87
	Building	17.18	14517.64	0.00	0.99	-
	Industrial	17.08	3935.23	0.00	0.99	-
	Transport (4)	19.76	10314.23	0.00	0.99	-
	Transition	15.58	5783.90	0.00	0.99	-
	Waste	31.03	5431.22	0.00	0.99	-
	Construction	15.89	0.00	0.00	-	-
	Large	13.58	1901.68	0.00	0.99	-
	Medium	-2.28	1.51	2.28	0.13	0.10
Carbon reduction equipment	α	-2.75	2.49	1.22	0.27	-
	Intensity	0.03	0.02	2.53	0.11	1.04
	Manpower	1.13	1.13	1.01	0.32	3.10
	Building	20.80	10862.51	0.00	0.99	-
	Industrial	3.52	1.49	5.55	0.02**	33.73
	Transport (4)	17.31	8341.43	0.00	0.99	-
	Transition	13.97	4080.65	0.00	0.99	-
	Waste	12.02	2840.99	0.00	0.99	-
	Construction	20.87	9091.13	0.00	0.99	-
	Large	14.85	1901.68	0.00	0.99	-
	Medium	-1.50	1.09	1.90	0.17	0.22

Note: 1) ** p<0.05

2) Reference variable: 'size of business: small', 'transport(8)', 'etc'

온실가스 감축 방법에 대한 실증분석 결과를 요약하면 Table 7과 같다. 첫째, 산업 부문에서는 교통부문에 비해 온실가스 감축 방법으로 PPA를 선택할 확률이 46.4배 높은 것으로 분석되었다. 둘째, 응답인력이 많을수록 '기타'에 비해 REC를 구매할 확률이 14.9배 높은 것으로 분석되었다. 셋째, 산업 부문에서는 수송 부문에 비해 '기타' 방법보다 탄소감축 설비를 설치하여 온실가스를 감축할 확률이 33.7배 더 높았다. 통계적 유의성은 확보할 수 없었으나 집약도가 높은 기업 역시 '기타' 방법보다 탄소감축 설비를 설치하여 온실가스를 감축할 확률이 더 높은 것으로 나타났다. 종속변수의 기준변수인 '기타'에 포함된 내용으로는 녹색금융 지원, 재생전력 요금제(Green Pricing) 사용, 해외 신재생에너지 사업 진출, 저탄소 및 신재생에너지 관련 투자유자, 녹색금융 지원(친환경 사업 및 녹색산업 성장에 필요한 금융 지원) 등이 있었다.

Table 8. Empirical analysis of difficulties when promoting overseas greenhouse gas reduction projects: multinomial logit model

	Section	B	S.E.	Wald	p	Exp (B)
Excessive cost problem	Large	20.96	0.80	682.02	0.00***	-
	Medium	1.90	0.97	3.86	0.05**	6.67
Lack of information	Large	17.55	0.90	382.33	0.00***	
	Medium	1.10	0.79	1.95	0.16	3.00
Lack of professional manpower	Large	19.94	0.00	-	-	
	Medium	1.58	0.84	3.56	0.06*	4.86
Lack of CEO understanding	Large	-0.15	6973.72	0.00	1.00	0.86
	Medium	-0.56	1.07	0.27	0.60*	0.57

Note: 1) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.10

2) Reference variable: 'size of business: small', 'Lack of Greenhouse Gas Reduction Technology'

해외 온실가스 감축 사업 추진 시 기업 애로사항에 대한 분석 결과를 요약하면 Table 8 과 같다. 첫째, 배출 및 사업장 규모가 큰 대규모 기업일수록 온실가스 감축 기술의 부재보다는 사업탐색부터 투자결정의 과정까지 소요되는 비용적인 측면에서 곤란한 점을 인식하고 있는 것으로 분석되었다. 둘째, 배출 및 사업장 규모가 큰 대규모 기업은 소규모 기업에 비해 온실가스 감축 기술의 부재보다는 관련 정보 탐색 및 확보과정에서 애로사항을 크게 느끼는 것으로 나타났다. 셋째, 배출 및 사업장 규모가 중규모인 기업은 소규모 기업에 비해 온실가스 감축 기술의 부재보다는 전문인력을 확보하는 것이 어렵다고 인식하고 있는 것으로 분석되었다. 마지막으로 배출 및 사업장 규모가 중규모인 기업은 소규모 기업에 비해 최고경영자가 해외 온실가스 감축사업에 대한 이해 부족 또는 사업 의지가 부족하여 추진하지 못하는 점보다는 온실가스 감축 기술이 부족한 까닭에 해외 온실가스 감축 사업 추진이 어렵다고 인식하는 것으로 분석되었다.

분석결과를 보면, 「규모 변수(배출량·사업장 규모), 온실가스 집약도, 전담인력 보유 정도, 기업의 사업 분야에 따른 규모가 클수록 향후 해외 부문 온실가스 감축 목표를 늘려야 한다», 「배출량·사업장 규모에 따라 해외 온실가스 감축사업 추진 시 겪는 애로사항은 차별적이다」라는 가설은 통계적으로 타당한 수준에서 지지되었다. 그리고 「기업의 규모 변수(배출량·사업장 규모), 온실가스 집약도, 전담인력 보유 정도, 사업분야에 따라 온실가스 감축을 위해 시행하거나 고려 중에 있는 감축방법은 차별적이다」라는 가설은 일부만 통계적으로 유의성을 확보할 수 있었다(Table 9).

Table 9. Hypothesis test results

Hypothesis	Result
The larger the size according to the size variables (emissions, workplace size), greenhouse gas intensity, the degree of dedicated manpower, and the business sector of a company, the higher the interest in overseas reduction projects.	Adopt
Difficulties encountered when promoting overseas greenhouse gas reduction projects are discriminatory depending on emissions and workplace size.	Adopt
Depending on the company's size variables (emissions, workplace size), greenhouse gas intensity, the degree of dedicated personnel retention, and the field of business, the reduction methods implemented or under consideration to reduce greenhouse gases are discriminatory.	Conditional adopt

기업 설문조사와 실증분석 결과를 종합한 내용은 다음과 같다. 첫째, 국내 온실가스 관리 업체는 재생에너지 소비 비중, 온실가스 관리 및 재생에너지 생산과 관련한 전문인력 확보 측면에서 일부 대기업을 제외하면 충분히 대응하고 있지 못한 것으로 나타났다. 또한 기업의 규모가 작을수록 LED 전구 교체, 자동차 엔진 저감장치 설비 등의 기초적인 수준에서 대응하고 있었다. 둘째, 해외 온실가스 감축 사업 추진 시의 애로사항으로는 전문인력 부족, 관련 정보 부족, 과도한 비용 문제 순으로 인식하고 있었다. 구체적으로 살펴보면 배출 및 사업장 규모가 클수록 온실가스 감축 기술의 부족보다는 관련 정보를 탐색할 전문인력을 확보하는 점을 애로사항으로 들고 있었고, 배출 및 사업장 규모가 작은 기업일수록 온실가스 감축 기술이 부족한 점을 애로사항으로 인식하고 있었다. 따라서 상대적으로 규모가 작은 중소기업에는 온실가스 감축 기술 지원을 위한 해외 기술(자본)을 도입함으로써 온실가스 감축을 유인하는 것이 필요하다. 반면에 국외부문 온실가스 감축목표가 증대되는 것을 선호하는 대기업에는 전문인력 양성을 위한 교육과정 및 정부 차원에서 정보 제공을 위한 포털 운영 등의 지원이 필요하다고 판단된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 지난 2021년 11월에 국제사회에 공약했던 NDC 상에 국외감축목표를 명시적으로 포함했음에도 불구하고 그간 국내 온실가스 관리업체들의 사업 참여가 부진했던 해외 온실가스 감축사업의 촉진 요인을 분석하였다. 보다 구체적으로 국내 온실가스 관리 업체를 대상으로 탄소 감축 목표와 관련한 기업 인식과 제도 및 기술, 정부의 지원 및 애로 사항 등에 대한 설문조사를 실시한 후, 설문 내용에 대한 통계학적인 검정과 더불어 확률 선택 계량모형을 통한 실증분석을 실시하였다.

기업 설문조사의 주요 결과를 요약하면 다음과 같다. 먼저, 국내 온실가스 관리업체라 통칭할 수 있는 전체 1,061개의 할당대상업체와 목표관리업체를 설문조사하여 실증분석에 활용 가능한 119개의 원시자료(raw data)를 데이터베이스화한 후 해외 온실가스 감축사업 촉진 요인에 대해 분석하였다. 설문조사 결과, 국내 온실가스 관리업체는 온실가스 관리 및 재생에너지 생산과 관련한 전문인력 확보 측면에서 충분히 대응하고 있지 못한 것으로 나타났다. 온실가스 감축을 위해 가장 많이 고려하고 있는 방법은 탄소감축 설비를 통한 배출량 감축이었으나, LED 전구 교체, 자동차 엔진 저감장치 설비 등 비교적 소규모 투자 역시 기업은 탄소감축 설비를 통한 배출량 감축 방법으로 인식하고 있었다. 마지막으로 해외 온실가스 감축 사업 추진 시의 애로사항은 전문인력 부족, 관련 정보 부족, 과도한 비용 문제 순으로 응답하였다.

다음으로 확률선택모형을 통한 실증분석 결과는 다음과 같다. 첫째, 규모 변수(배출량, 사업장 규모), 온실가스 집약도, 전문인력 보유 정도, 기업의 사업 분야에 따른 규모가 클수록 해외감축 사업에 대한 관심도가 높은 것으로 나타났다. 둘째, 기업의 규모 변수(배출량, 사업장 규모), 온실가스 집약도, 전문인력 보유 정도, 사업 분야에 따라 온실가스 감축을 위해 시행하거나 고려 중에 있는 감축 방법은 일부만이 통계적으로 유의하게 나타났다. 마지막으로 배출량과 사업장 규모에 따라 해외 온실가스 감축 사업 추진 시 겪는 애로사항은 차별적인 것으로 분석되었다. 세부적으로 살펴보면, 대규모 기업일수록 온실가스 감축 기술의 부족보다는 관련 정보를 탐색할 전문인력을 확보하는 점을 애로사항으로 들고 있었고, 중소기업들은 주로 온실가스 감축 기술이 부족한 점을 해외 온실가스 감축사업 추진상의 가장 큰 애로사항인 것으로 인식하고 있었다. 따라서 중소 및 영세기업에는 온실가스 감축 기술 지원을 위한 해외 기술(자본)을 도입함으로써 온실가스 감축을 유인하는 정책이 필요하다. 반면, 자본과 기술력을 갖추고 있는 대기업에는 전문인력 양성을 위한 교육과정 설치를 활성화하는 동시에 유용한 정보를 적시에 제공할 수 있는 국가포털 운영과 같은 정부 지원책이 필요할 것으로 판단된다.

한국은 2050년 탄소중립과 2030년까지 2018년 배출정점 대비 온실가스를 40% 감축한다는 수준에서 NDC 상향 목표를 공약하였다. 이를 위해 부문별로 감축 목표를 설정하고 온실가스 목표관리제와 배출권거래제를 운영하고 있다. 기업은 환경설비 투자, 배출권 거래 등을 통해 감축 목표를 달성해야 하며, 미달성 기업은 개선명령 및 과태료를 부과 받게 된다. 현재 국내 산업계는 온실가스 다배출 산업위주의 구조로, 기업들의 기술 수준과 산업 경쟁력을 고려할 때 현재의 NDC 상향 안은 연관 산업의 생산 차질과 고용 감소 등의 경제적 피해를 초래할 수 있다. 또한 한국은 무역의존도가 높은 글로벌 통상국가인 관계로 수출기업들은 장기간 선진국뿐 아니라 개도국에도 다양한 글로벌 네트워크를 구축하여 왔다. 본 연구의 설문조사에 참여한 국내 온실가스 관리업체의 66%가 해외부문 감축목표를 늘려야 한다고 응답하고 있고, 2030년 NDC 상향 안에서도 해외감축 실적을 재차 포함시킨 만

큼 통상강국인 국내 기업들이 구축한 글로벌 네트워크를 활용하여 다양한 해외 온실가스 감축 사업과 연계하는 국가전략이 필요한 시점이다.

[Submitted, February. 18, 2024; Revised, March. 12, 2024; Accepted, May. 9, 2024]

References

1. 2030 Nationally Determined Contribution (NDC) Upward Plan. 2021. Related ministries jointly.
2. Aldenderfer, M. S. and R. K. Blashfield. 1984. Cluster Analysis. Series: Quantitative Applications in the Social Sciences, SAGE University paper 44. Newbury Park.
3. Bong, K. H., S. M. Kim, and J. M. Park. 2020. A Study on the Determinants of Innovation Investment in Small and Medium-sized Enterprises Using Multinomial Logit Model. Journal of Korea technology innovation society. 23(1): 140-161.
4. Cameron, A. C. and P. K. Trivedi. 2010. Microeconometrics Using Stata. Texas: Stata Press.
5. Ellerman, A. Denny and A. Decaux. 1998. Analysis of post-kyoto CO₂ emissions trading using marginal abatement curves. MIT working paper 40.
6. Hosmer, D. W. and S. Lemeshow. 2000. Applied Logistic Regression. NewYork: John Wiley and Sons.
7. Jung, J. O., S. Y. Chung, G. E. Lee, S. J. Park, and J. Y. Chun. 2022. Utilizing Paris Agreement Article 6 for Achieving Korea's NDC towards 2030. KIEP.
8. Kim, J. H. 2022. Analysis of Factors Facilitating Overseas Greenhouse Gas Reduction Project for Korea Greenhouse Gas Reduction Target Companies. Konkuk University.
9. Lim, J. E. 2023. A target of 40% greenhouse gas reduction is also burdensome to the industry. Ministry of Environment's opinion. kukminilbo. <https://m.kmib.co.kr/view.asp?arcid=0018863066>.
10. Park, K. S. 2021. A Study on Korea's Overseas GHG Emission Reductions and Renewable Energy amid the transition to the Paris Agreement. Dongguk university.