



주요국의 2030 온실가스 감축목표에 대한 비교분석과 시사점

오진규

에너지경제연구원, 기후변화연구팀, 선임연구위원

Comparative Analysis of the 2030 GHG Reduction Target for Eleven Major Countries and Its Implications

Oh, Jin-Gyu

Senior Research Fellow, Climate Policy Research Team, Korea Energy Economics Institute, Ulsan, Korea

ABSTRACT

The Paris Agreement, adopted in 2015, requires global mitigation actions by all countries, whether they are developed or developing countries. All member countries prepared and communicated a greenhouse gas reduction target, formally called the Intended Nationally Determined Contribution (INDC). There has been some concern regarding whether the INDCs communicated are sufficient to achieve the emissions reduction needed to hold the increase in global temperature to 2°C above pre-industrial levels. How to address this emissions gap in an equitable and fair manner remains controversial. Beginning in the year 2023, global stocktaking under the Paris Agreement will be performed by the Conference of the Parties to assess progress towards temperature goals. The present study, based on various composite indicators reflecting equity, fairness, ability and efficiency, analyzed the GHG reduction targets of eleven major countries and the ambitiousness of these targets. Employing share indicators and comparative ratio indicators (resulting in eight composite indicators), this study showed that when share indicators are applied, Korea's appropriate reduction requirement rate is relatively low at 1~2%. However, when comparative ratio indicators are applied, Korea's appropriate reduction requirement rate increases dramatically to 6~11%. In a similar vein, when share indicators are applied, Korea's 2030 target is very ambitious compared to other countries, while the opposite is seen with comparative ratio indicators. This strongly suggests that Korea needs to apply more share indicators than comparative ratio indicators when discussing the equitable and ambitious role of Korea in the climate debate.

Key words: 2030 Target, INDC, climate change, Paris Agreement, GHG, Equity, Fairness

1. 서 론

국제사회는 기후변화에 대한 대응을 위해 2015년 말 제21차 기후변화협약 당사국총회에서 파리협정 (The Paris Agreement)을 채택하였다.¹⁾ 파리협정을 논의하는 과정에서 대부분의 국가들은 2030년을 목표연도로 하는 온실가스 감축목표 (Intended Nationally Determined Contribution, INDC)를 제출하였다. 과거엔 선진국만 감축목표를 제시하였으나, 이번엔 개발도상국도 감축목표를 제출하여 범지구적인 기후변화 대응의 틀이 구축되고 있다.

파리협정의 감축목표는 각 국가가 국가결정권을 가지고 자국의 여건에 따라 감축목표를 결정하는 방식을 취하고 있다. 파리협정 4조 2항과 9항에 따라, 각국은 5년마다 감축목표를 제출해야 하며 국내의 이행정책을 추진해야 함과 동시에, 다음 기의 감축목표를 준비해야 한다. 각국이 감축목표를 설정하고 제출할 때 자국의 감축목표에 대한 정보를 제출해야 하는 바, 자국의 감축목표가 얼마나 공평하고 의욕적인지 (fair and ambitious), 감축목표가 기후변화협약의 목적 달성에 어떻게 기여하고 있는지에 대한 정보를 제출해야 한다.²⁾ 한편, 파리협정 준비과정에서 각국이 제출한 감축목표가

[†] Corresponding author: jgoh@keei.re.kr (405-11 Jongga-ro, Jung-gu, Ulsan, Korea, T.052-714-2271)
Received October 24, 2018 / Revised November 2, 2018 / Accepted November 12, 2018

파리협정 제 2 조에서 설정한 2°C 목표에 부합하는지에 대해 논란이 있다. 각국이 제출한 2030년의 감축목표로 인한 배출량의 총합이, 파리협정의 목표로 제시한 2도 목표 달성을 위한 배출량의 수준을 초과할 것이라는 우려가 큰 것이다.³⁾ 이를 배출갭 (emissions gap)이라고 하는 바, 향후 배출갭을 줄이기 위해 감축총량 또는 배출허용총량에 대하여 어떻게, 어떤 기준으로 할당해야 형평성에 합당하고 공평하며 의욕적인가에 대한 논의가 불가피해질 것으로 보인다.

또한, 파리협정은 제 14조에서 5년 주기의 글로벌이행점검 (Global stocktake)을 규정하고, 2023년에 제1차 글로벌이행점검을 하도록 규정하였다. 글로벌이행점검시 각국의 감축목표가 형평성과 공평성에 부합하는지 또는 충분히 의욕적인지에 대한 논의가 불가피할 것으로 보인다.

감축목표의 형평성 또는 공평성에 대한 논의는 지속되어 왔다. 특히 1997년 교토의정서 채택을 전후로 선진국간의 공평한 감축의무분담에 대한 논의가 있었다. Ringius et al. (1998)는 3가지 의무분담 방식을 적용하여 OECD 국가간의 감축의무분담의 공평성에 대하여 분석하고, 온실가스 감축으로 인한 소득의 손실을 균등화하는 유일한 방식은 없다는 결론을 도출하였다. Cho and Kang (2006)은 Ringius et al. (1998)의 방법론을 활용하여 한국을 포함한 OECD 국가를 대상으로 2000년을 기준으로 OECD 전체 20% 감축을 위한 방안을 1인당 배출, 1인당 GDP, 배출원단위 등의 지표를 적용하여 분석하였다. Moon (2016)은 온실가스 감축부담 방식을 기후재원 분담에 적용하여 우리나라에 공평한 기후재원 부담을 산정하였다. 이를 위해, 책임지표로서 누적배출량의 비중을 적용하고, 능력지표로서 1인당 GDP에 세계에서의 인구비중의 곱을 적용하고, 동등성지표로서 1인당 배출량에 세계에서의 인구비중의 곱을 적용하여 분석하였다.

기후변화협약에도 규정되어 있듯이 온실가스 감축에 대하여 책임과 능력 원칙이 논의되어 왔다. 개발도상국들은 책임 원칙으로서 누적배출량에 대한 역사적 책임성을 강조하였다. 또한, 개도국들은 소득이 높은 국가가 더 많은 감축을 해야 한다는 점에서 능력 원칙도 강조하였다. 선진국들은 현재 및 미래배출에 대한 책임성을 강조하였다. 선진국들은 동일한 재원으로 더 많은 온실가스를 감축해야 한다는 차원에서 비

용효과성의 원칙을 강조하였다. 모든 인간은 안정화된 기후 대기자원에 대하여 동등한 권리를 가져야 한다는 당위성에서 1인당의 관점도 중요하게 논의되었다.

본 연구는 그동안 형평성 또는 공평성을 대변하는 것으로 제시된 여러 가지 지표들을 활용하여 공평성 기준에 따른 감축분담률을 산정하였다. 형평성과 공평성을 대변하는 지표로서, 기후변화에 대한 각국의 역사적 책임성을 반영하기 위해 누적배출량을 사용하였으며, 기후변화 대응을 위한 각국의 능력을 반영하기 위해 소득을 사용하였다. 또한, 각국의 에너지시스템의 효율성을 반영하기 위해 탄소집약도를 사용하였다. 인구로 인한 영향을 상쇄시키기 위해 1인당 누적배출량이나 1인당 소득도 포함하였다. 감축분담률을 산정한 이후, 이를 토대로 11개 주요 국가의 감축목표의 의욕성 (ambition)을 평가하였다.

분석 국가는 총 11개 국가로서, 한국, EU, 미국, 일본, 캐나다, 호주, 러시아, 멕시코, 그리고 개도국으로서 중국, 인도, 브라질을 분석하였다. 이들 11개 국가의 CO₂ 배출비중은 전 세계 배출 비중으로 2010년에 79%, 2030년에 78%에 달한다. 분석은 2단계로 진행되었다. 첫째로 다양한 공평성 지표를 기준으로 국가별로 감축분담률을 도출하였다. 둘째로 이들 국가들의 감축목표에 따른 배출량의 총합과 2도 목표 달성을 위해 허용되는 배출량의 차이를 배출갭으로 상정하였다. 그리고, 배출갭에 국가별 감축분담률을 적용하여 국가별 할당량을 산정하고, 이를 각국이 제출한 감축목표와 비교하여 각 국가의 감축목표의 의욕성을 분석하였다.

본고는 2장에서 파리협정 논의시 각국이 제출한 감축목표 (INDC)중 주요 11개 국가의 감축목표를 개관하였다. 3장에서 공평성과 형평성, 그리고 효율성을 반영하는 상대지표와 비중지표를 복합하여 8가지의 지표 시나리오를 설정하고, 이를 토대로 각국에 합당한 감축분담률을 산정하고 그 결과를 분석하였다. 감축분담률은 전세계 필요감축량을 분담하는 비율이다. 4장에서 전장에서 도출한 감축분담률과 이를 통한 배출갭의 할당을 통해, 11개 국가의 감축목표의 의욕성을 도출하고 그 결과를 분석하였다. 5장은 결론과 시사점을 제시한다.

1) 파리협정은 2016년 10월 5일 발효요건이 충족되어 한달 후인 2016년 11월 4일 발효됨.

2) 파리결정문 27항 (1/CP.21)에 감축목표와 함께 제출해야 하는 정보에 대해 규정되어 있음.

27. Agrees that the information...may include, ...how the Party considers that its nationally determined contribution is fair and ambitious...and how it contributes towards achieving the objective of the Convention as set out in its Article 2;

3) 보다 정확한 온도목표는 파리협정의 제2조에서 규정한 바와 같이 섭씨 2도보다 훨씬 낮은 수준으로 유지하며, 산업화 이전 수준 대비 온도 상승을 섭씨 1.5도로 제한하기 위한 노력을 추구한다고 함으로써, 2도 목표와 동시에 1.5도 달성노력을 규정하고 있음.

2. 주요국의 감축목표 (INDC)

2013년의 제19차 당사국총회에서 준비된 국가는 2015년 1/4분기까지 INDC (Intended Nationally Determined Contribution)라고 불리는 ‘온실가스 감축목표’를 제출하며, 여타 국가도 2015년의 제21차 기후변화협약 당사국총회의 훨씬 이전에 제출하도록 결정하였다.⁴⁾⁵⁾ 이에 따라 대부분의 국가들이 INDC로서 ‘2030년 온실가스 감축목표’를 제출하였다.⁶⁾ 전 세계 196개 기후변화협약 당사국중 현재 193개 국가가 INDC를 제출하였다. 감축목표 (INDC)의 형식은 다양한 바, 선진국들은 절대량 목표 (Absolute target)를 제출하였으며, 여타 국가들은 BAU (Business-As-Usual) 대비 감축목표 또는 탄소집약도 (Carbon Intensity) 감축목표를 제출하였다. 절대량 목표는 1990년을 기준년도로 한 국가와 그렇지 않은 국가로 대별된다.

우리나라는 2015년 6월 29일 INDC를 제출한 바, 2030년의 BAU (Business-As-Usual) 배출량 대비 37%를 감축하는 목표를 제출하였다. EU는 절대량 목표로서 2030년에 1990년 배출량 대비 40%를 감축하는 목표를 제출하였다. 미국은 절대량 목표이나 2005년 기준으로 2025년에 26~28%를 감축하는 목표를 제출하였다.⁷⁾ 일본은 2013년의 온실가스 배출량을 기준으로 2030년에 26%를 감축하기로 하였다. 호주는 2005년 배출량 대비 2030년에 26~28% 감축하기로 하였다. 캐나다는 2005년 대비 2030년에 30% 감축하기로 하였다. 러시아는 1990년 대비 2030년에 25~30% 감축하는 목표를 제

출하였다.

중국은 탄소집약도 (Intensity Target) 감축목표이며, 2005년의 탄소집약도 대비 2030년에 60~65%의 탄소집약도 감축을 감축목표로 제출하였다. 인도는 2005년 대비 2030년에 33~35%의 탄소집약도 감축을 감축목표로 제출하였다. 브라질은 절대량 목표로서, 2025년에 2005년 대비 37% 감축, 2030년에 43% 감축을 제시하였다. 멕시코는 BAU 목표이며, 2030년에 BAU 배출량 대비 25%를 감축하며, 재정지원등이 제공되는 경우 40%까지 감축한다는 조건부 감축목표를 제출하였다.

3. 국가별 감축분담률 분석

3.1 감축분담률 분석모형

감축분담률은 다음의 6가지의 지표를 기준으로 [식 1]에 의해 산정하였다. 6개의 지표를 단독으로 활용하거나 여러 지표들을 복합하여 감축분담률을 산정하였다. 감축분담률은 전세계 필요감축량을 분담하는 비율을 의미한다. 개별 국가의 현재 및 과거의 책임성, 개별 국가의 능력, 개별 국가의 효율성 등을 반영하는 지표를 선정하였으며 ‘상대지표’ (Comparative Ratio indicator)와 ‘비중 (%)지표’ (Share indicator)로 구분하였다.

Table 1. INDC of eleven major countries

	Korea	EU	US	Japan	Australia	Canada	Russia	China	India	Brazil	Mexico
Type	BAU	Absolute	Absolute	Absolute	Absolute	Absolute	Absolute	Intensity	Intensity	Absolute	BAU
Base year	-	1990	2005	2013	2005	2005	1990	2005	2005	2005	-
Target year	2030	2030	2025	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2025/2030	2030
Target	-37%	-40%	-26~28%	-26%	-26~28%	-30%	-25~30%	-60~65%	-33~35%	-37%/-43%	-25~40%

source: INDC of each country.

- 제19차 당사국총회 결정문 (1/CP.19, FCCC/CP/2013/10/Add.1) 2항 (b): To invite all Parties to initiate or intensify domestic preparations for their intended nationally determined contributions, and to communicate them well in advance of the twenty-first session of the Conference of the Parties (by the first quarter of 2015 by those Parties ready to do so) in a manner that facilitates the clarity, transparency and understanding of the intended contributions..... ;
- INDC (Intended Nationally Determined Contribution)는 ‘국가기여’라고 번역되나, 본 논문에서는 원래의 취지를 살려서 감축목표라고 번역함. INDC는 2016년 11월 4일 파리협정이 발효된 이후 ‘Intended’가 없어지고 NDC로 바뀜.
- 미국 등 극히 소수의 국가만 ‘2025년의 감축목표’를 제출함.
- 그러나 미국의 트럼프 대통령은 2017년 6월 1일 파리협정에서 탈퇴할 것을 공표함.

$$Y_i = [w_a \cdot \frac{A_i}{A} + w_b \cdot \frac{B_i}{B} + w_c \cdot \frac{C_i}{C} + w_d \cdot D_i + w_e \cdot E_i + w_f \cdot F_i] \cdot z \quad (\text{eq. 1})$$

- A_i : i 국가의 1인당 탄소배출
- B_i : i 국가의 1인당 소득
- C_i : i 국가의 탄소원단위
- D_i : 전 세계 누적배출 대비, i 국가의 누적배출 비중 (%)
- E_i : 전 세계 GDP 대비, i 국가의 GDP 비중 (%)
- F_i : 전 세계 CO₂ 대비, i 국가의 CO₂ 비중 (%)
- A : 전 세계 1인당 배출
- B : 전 세계 1인당 소득
- C : 전 세계 탄소원단위
- $w_a, w_b, w_c, w_d, w_e, w_f$: 지표별 가중치. 가중치의 합은 '1'.
- z : Scale 파라미터로서 목표 감축량과 추정 감축량을 일치시키기 위한 파라미터

[식 1]에서 활용되는 지표는 2가지의 성격으로 구분된다. 첫째로, 전 세계의 평균지표에 대한 상대지표이다. 즉, $\frac{A_i}{A}, \frac{B_i}{B}, \frac{C_i}{C}$ 이 그것이다. 이들은 개별지표의 전 세계 평균에 대한 상대지표이다. 이를 ‘상대지표’ (Comparative Ratio Indicator)로 명명한다.

$\frac{A_i}{A}$ 는 전 세계 평균 1인당 탄소배출에 대한 i 국가의 1인당 탄소배출로서, 1인당 탄소배출의 상대지표이다. 이는 개별국가의 현재의 책임성을 상대적으로 반영하기 위한 지표이다.

$\frac{B_i}{B}$ 는 전 세계 평균 1인당 소득에 대한 i 국가의 1인당 소득으로서, 1인당 소득의 상대지표이다. 이는 개별국가의 능력을 상대적으로 반영하기 위한 지표이다.

$\frac{C_i}{C}$ 는 전 세계의 평균적 탄소집약도에 대한 i 국가의 탄소집약도로서, 탄소집약도의 상대지표이다. 이는 배출효율성 또는 에너지효율성을 반영하기 위한 지표이다.⁸⁾

둘째로, 전 세계 총량에 대한 상대지표이다. 이들은 전

세계 총량에 대한 i 국가의 비중 (Share)을 나타내는 지표이다. 이들 지표의 단위는 ‘%’이다. 이를 ‘비중지표’ (Share Indicator)라고 명명한다.

D_i 는 누적배출을 기준으로 할 때, 전 세계에서 차지하는 i 국가의 비중을 나타낸다. 이는 역사적 책임성을 반영하기 위한 지표이다.

E_i 는 전 세계의 GDP에서 i 국가가 차지하는 비중을 나타낸다. 이는 개별국가의 능력을 반영하기 위한 지표이다.

F_i 는 전 세계 CO₂ 배출량에서 차지하는 i 국가의 비중을 나타낸다. 이는 현재의 책임성을 반영하기 위한 지표이다.

3.2 8개 지표 시나리오 설정 및 분석자료

3.2.1 8개 지표 시나리오 설정⁹⁾

역사적 책임성, 현재의 책임성, 능력, 그리고 효율성 등 다양한 사항을 반영하기 위한 지표상의 시나리오를 두 가지 방식으로 구성하여 감축분담률을 분석하였다.

첫째로, 비중지표 (%)를 활용하는 경우로서, 5가지 시나리오를 다음과 같이 구성하였다.

- ① 전 세계 누적배출에 대한 특정 국가의 누적배출비중 (% , D_i)
- ② 전 세계 GDP에 대한 특정 국가의 GDP비중 (% , E_i)
- ③ 전 세계 CO₂에 대한 특정 국가의 CO₂비중 (% , F_i)

상기의 3가지의 비중지표를 가중치 (weights)에 따라 복합하여 5가지의 시나리오를 구성하여 분석하였다. 누적배출비중 (% , D_i), GDP비중 (% , E_i), CO₂비중 (% , F_i)을 각기 단독으로 적용하는 3가지 경우와, 누적배출비중 (% , D_i)과 GDP비중 (% , E_i)을 각기 1/2씩 복합하는 경우, 그리고 GDP비중 (% , E_i)과 CO₂비중 (% , F_i)을 각기 1/2씩 복합하여 지표를 적용하는 경우의 5가지 경우를 분석하였다. 이를 다시 정리하면 다음과 같다.

시나리오 1 (S1)은 누적배출비중 (% , D_i) 단일지표를 100% 적용하는 시나리오이다.

시나리오 2 (S2)은 GDP비중 (% , E_i) 단일지표를 100% 적용하는 시나리오이다.

시나리오 3 (S3)은 CO₂비중 (% , F_i) 단일지표를 100% 적용하는 시나리오이다.

8) 탄소집약도는 탄소원단위라고 하기도 함.
9) 기술의 편익상 ‘지표 시나리오’와 ‘시나리오’를 병용함.

시나리오 4 (S4)은 누적배출비중 (% D_i)과 GDP비중 (% E_i)을 각각 1/2 반영하는 복합지표를 적용하는 시나리오이다.

시나리오 5 (S5)은 GDP비중 (% E_i)과 CO₂비중 (% F_i)을 각각 1/2 반영하는 복합지표를 적용하는 시나리오이다.

둘째로, ‘상대지표’ (Comparative Ratio Indicator)를 추가적으로 활용하여 3가지 대표적인 시나리오를 추가하였다.¹⁰⁾ 다음의 상대지표를 비중지표에 추가하여 복합지표를 설정하여 시나리오를 구성하였다.

- ① i 국가의 1인당 배출의 전 세계 1인당 평균 배출에 대한 상대지표 ($\frac{A_i}{A}$)
- ② i 국가의 1인당 소득의 전 세계 1인당 평균 소득에 대한 상대지표 ($\frac{B_i}{B}$)
- ③ i 국가의 배출집약도의 전 세계 평균 배출집약도에 대한 상대지표 ($\frac{C_i}{C}$)

시나리오 6 (S6)은 누적배출량비중 (%), GDP비중 (%)에 1인당 CO₂배출 상대지표를 추가하여 각각 1/3의 가중치 (weight)로 적용하여 복합지표를 구성하였다.

시나리오 7 (S7)은 누적배출량비중 (%), GDP비중 (%)에 1인당 소득 상대지표를 추가하여 각각 1/3의 가중치로 적용하여 복합지표를 구성하였다.

시나리오 8 (S8)은 누적배출량비중 (%), GDP비중 (%)에 배출집약도 상대지표를 추가하여 각각 1/3의 가중치로 적용하여 복합지표를 구성하였다.

3.2.2 분석자료

이러한 8가지의 지표 시나리오를 11개 분석대상 국가에 적용하여 분석하였다. 분석의 일관성을 유지하기 위해서 각국의 CO₂ 배출, GDP, 인구는 IEA (International Energy

Agency) 자료를 사용하였다. IEA 자료는 ‘CO₂ emissions from fuel combustion’의 2014년 자료를 사용하였다. 누적배출량은 World Resource Institute의 CAIT 데이터베이스를 사용하였으며 1950년부터 2010년까지의 배출량을 누적하였으며 산림 및 토지부문을 제외하였다. CO₂에 대한 2030 BAU (Business As Usual) 추세전망은 미국 에너지부의 ‘International Energy Outlook’ 자료를 활용하였다.¹¹⁾

감축목표를 범위 (range)로 설정한 국가에 대해서는 보수적인 수치를 적용하였다. 호주는 2030년에 2005년 대비 26~28% 감축을 제시한 바, 이중 보수적 수치인 26%를 활용하였다. 러시아는 2030년에 1990년 대비 25~30%의 범위 목표를 제시한 바, 본 분석에선 1990년 대비 25% 감축을 가정하였다. 멕시코의 2030년 25%의 목표 중 3%는 블랙카본 관련 목표인 바, 본 분석에선 2030년에 BAU 대비 22%의 감축으로 가정하였다. 중국은 2030년에 배출집약도를 2005년 대비 60~65% 감축하기로 한 바, 이중 60%를 적용하였다. 인도는 2030년에 배출집약도를 2005년 대비 33~35% 감축하기로 한 바, 이중 33%를 적용하였다. 미국은 2025년에 2005년 대비 26~28% 감축을 감축목표로 하고 있다. 본 분석에선 2025년에 26% 감축을 적용한 후, 2030년의 감축목표로서 전기의 5년간의 추가적인 감축량인 9%포인트와 같은 수준으로 추가적으로 줄이는 것으로 가정하여 2030년에 2005년 대비 35%를 감축하는 것으로 가정하였다.

3.3 8개 지표 시나리오별 감축분담률 분석¹²⁾

8개 지표 시나리오별로 산정된 각국의 감축분담률은 [Table 2]에 기술되어 있다. 다음에 국가별로 감축분담률 산정결과를 분석한다.

3.3.1 한국

한국은 비중지표 (%)만을 적용하는 시나리오 (S1~S5)의 경우, GDP비중 기준 (S2) 시 감축분담률이 가장 높다 (2.0%). 즉, 전세계적으로 감축해야 할 배출량의 2.0%의 감축분담을 해야 한다는 것이다. 그 다음으로 CO₂비중 기준이다 (1.9%), 한국의 감축분담률은 누적배출비중 기준 시 가장 낮다

10) 비중지표 (share, %) 및 상대지표의 조합에 따라 매우 다양한 시나리오를 구성하는 것이 가능하나, 여러 가지 시안을 토대로 현재의 8가지 시나리오를 구성하여 분석함.

11) US DOE (2013)의 ‘International Energy Outlook 2013’의 Table 21은 본 연구의 대상국가들에 대하여 2020년, 2030년, 2040년의 CO₂ 배출 BAU 전망을 제시함. 각국의 감축목표는 각국 정부가 제출한 INDC에 따름.

<http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Submission%20Pages/submissions.aspx>

12) 서술의 편의를 위해 시나리오 1~시나리오 8과 S1~S8을 혼용함.

Table 2. Reduction requirement rates by indicator scenarios

(unit: %)

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Korea	1.1	2.0	1.9	1.5	1.9	10.5	8.9	5.5
EU	20.6	30.3	13.5	25.5	21.9	8.5	13.3	5.4
U.S.	24.7	25.3	18.0	25.0	21.6	17.6	19.0	6.9
Japan	4.5	9.0	3.8	6.7	6.4	8.5	15.5	3.1
Australia	1.2	1.7	1.3	1.4	1.5	14.5	15.0	4.5
Canada	2.1	2.3	1.8	2.2	2.0	14.0	14.8	4.5
Russia	8.6	1.8	5.1	5.2	3.4	10.2	3.0	17.1
China	12.0	7.4	25.3	9.7	16.4	5.8	1.8	20.4
India	2.9	2.3	5.4	2.6	3.9	1.4	0.6	13.4
Brazil	1.0	2.1	1.4	1.6	1.8	2.1	2.4	4.0
Mexico	1.2	1.8	1.4	1.5	1.6	3.5	3.6	4.5

Source: Author's calculation.

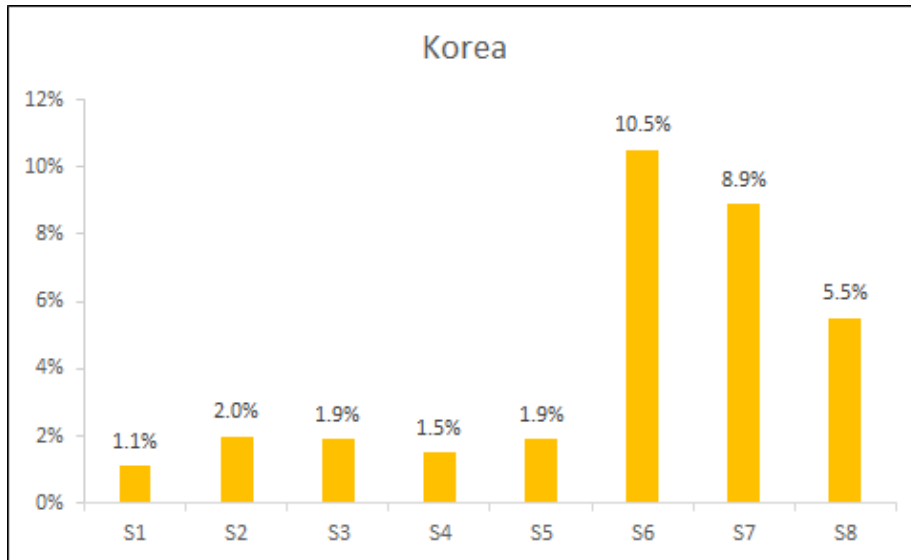


Fig. 1. Reduction requirement rates by indicator scenarios: Korea.

(1.1%).

그런데, 비중지표에 상대지표를 복합하면 한국의 감축분담률은 크게 증가한다. 누적배출량비중 (%), GDP비중 (%), 1인당배출 상대지표가 각각 1/3의 비중으로 복합되는 시나리오 6 (S6)의 경우 감축분담률은 10.5%로 매우 높은 동시에 8개 시나리오 중 가장 높다. 누적배출량비중 (%), GDP비중 (%), 1인당소득 상대지표가 각각 1/3의 비중으로 복합되는 시나리오 7 (S7)의 경우 감축분담률은 8.9%로 역시 매우 높다. 누적배출량비중 (%), GDP비중 (%), 배출집약도 상대지표가 각각 1/3의 비중으로 복합되는 시나리오 8 (S8)의 경우 감축분담률

은 5.5%로 역시 높다.

이와 같이, 1인당배출, 1인당소득, 배출집약도라는 상대지표가 지표에 복합되는 경우, 비중 (Share, %)만으로 지표가 복합되는 경우에 비해 감축분담률이 크게 높아짐을 알 수 있다. 비중지표가 복합될 경우에 부담하게 되는 1~2% 내외의 감축분담률이 1인당배출, 1인당소득, 배출집약도라는 상대지표가 적용되면 9%~10%로 급격히 상승하고 있다. 이러한 점은 향후 감축분담 및 할당을 위한 지표 논의 시 반드시 유념해야 할 결과이다.

3.3.2 여타 국가들

EU는 우리나라와 반대 현상을 보이는 것으로 분석되었다. EU는 비중지표만을 적용하는 시나리오 (S1~S5)의 경우 감축분담률이 13.5%~30.3%로 매우 높은 것으로 나타났다. GDP비중 기준 시 (S2) 감축분담률이 30.3%로 가장 높고 CO₂비중 기준 시 (S3) 감축분담률이 13.5%로 가장 낮다. 그러나, 누적배출량비중과 GDP비중에 상대지표를 각각 1/3 복합한 시나리오 S6~S8의 경우 감축분담률은 5.4%~13.3%로 크게 낮아지며, 특히 누적배출량비중, GDP비중, 배출집약도 상대지표가 복합되는 시나리오 8 (S8)의 경우 감축분담률이 5.4%로 가장 낮은 것으로 나타났다. 이는 EU의 경우 에너지 효율이 높아 배출집약도 상대지표가 복합되는 경우 EU에 크게 유리해짐을 의미한다.

미국은 거의 모든 경우에 감축분담률이 높게 나타났다. GDP비중 기준 (S2) 시 감축분담률이 가장 높고 (25.3%), CO₂비중 기준 (S3) 시 감축분담률이 낮다 (18.0%). 비중지표와 상대지표를 복합하는 경우에도 감축분담률은 17.6% (S6), 19.0% (S7)로 매우 높다. 다만, EU의 경우와 유사하게, 누적배출량비중, GDP비중, 배출집약도 상대지표가 복합되는 시나리오 8 (S8)의 경우 감축분담률은 6.9%로서 가장 낮은 것으로 분석되었다.

일본은 비중지표만을 적용하는 시나리오 (S1~S5)의 경우, EU와 미국에 비해 감축분담률이 다소낮아지는 것으로 나타났다. 3.8%~9.0%의 범위를 보였다. 그러나, 비중지표와 상대지표가 복합되는 경우 상대지표가 무엇이냐에 따라 감축분담률의 진폭이 매우 크게 나타났다. 누적배출량비중과 GDP비중의 상대지표에 1인당소득이 복합되는 경우 (S7) 감축분담률은 15.5%로 매우 높아져서 8개 시나리오중 가장 높아지는 반면, 배출집약도가 복합되는 경우 (S8) 3.1%로 8개 시나리오중 가장 낮은 것으로 나타났다. 이는 일본의 에너지효율성이 높은 현상을 반영하는 것으로 평가된다.

호주와 캐나다는 우리나라와 비슷한 결과를 보인다. 호주와 캐나다는 1인당배출이나 1인당소득의 상대지표가 복합되는 경우 비중지표만을 적용하는 경우에 비해, 감축분담률이 10배 이상 높아지는 것으로 나타났다. 호주는 비중지표만을 적용하는 시나리오 (S1~S5)의 경우, 감축분담률이 1.2% (S1)~1.7% (S2)로 낮게 나타났다. 그러나, 상대지표를 복합하는 경우 감축분담률이 크게 높아지는 바, 1인당배출이 복합되는 경우 14.5% (S6), 1인당소득이 복합되는 경우 15.0% (S7)로 나타났다. 한편, 배출집약도가 복합되는 경우 4.5% (S8)로 나타났다.

캐나다는 비중지표만을 적용하는 시나리오 (S1~S5)의 경우, 감축분담률이 1.8% (S3)~2.3% (S2)로 낮게 나타났다. 그러나, 상대지표를 복합하는 경우 감축분담률이 크게 높아지는 바, 1인당배출이 복합되는 경우 14.0% (S6), 1인당소득이 복합되는 경우 14.8 (S7)로 나타났다. 한편, 배출집약도가 복합되는 경우 4.5% (S8)로 나타났다.

러시아는 시나리오별로 1.8%~17.1% 까지의 감축분담률은 보였다. 특히, 누적배출량비중, GDP비중, 배출집약도 상대지표가 복합되는 경우 (S8) 감축분담률이 크게 높아지는 것으로 나타났다.

중국은 시나리오별로 감축분담률이 1.8% (S7)~25.3% (S3)로 큰 편차를 보이는 것으로 분석되었다. CO₂비중 기준 시 (S3) 감축분담률이 25.3%로 매우 높게 나타났다. 여타 시나리오의 경우에도 감축분담률이 높은 것으로 나타났다. 단, 누적배출량비중, GDP비중에 1인당 소득 상대지표가 복합되는 경우 (S7) 감축분담률이 1.8%로 가장 낮은 것으로 나타났다. 배출집약도가 복합되는 경우 (S8) 감축분담률은 20.4%로 매우 높게 나타났다. 이는 중국의 탄소집약도 또는 에너지효율이 낮기 때문에 나타나는 현상이다.

인도는 대체로 감축분담률이 낮은 것으로 나타난 바, 0.6% (S7)~5.4% (S3)의 감축분담률을 나타낸 반면, 배출집약도가 복합되는 경우 (S8) 감축분담률이 13.4%로 가장 높은 것으로 나타났다. 이는 중국과 마찬가지로 인도의 경우 에너지효율이 낮음을 의미한다.

브라질은 8개 시나리오상 감축분담률이 1.0% (S1)~4.0% (S8)로 전체적으로 낮으며, 그 편차도 크지 않은 것으로 나타났다. 누적배출비중 단일지표 적용시 (S1) 감축분담률은 1.0%로 가장 낮으며, 시나리오 1~시나리오 7까지 감축분담률은 2.4% 이하이다. 한편, 누적배출량비중, GDP비중과 배출집약도 상대지표를 복합하는 경우 (S8) 감축분담률이 4.0%로 높아진다.

멕시코는 비중지표 적용시 (S1~S5) 감축분담률은 1.2%~1.6%로 낮게 나타났다. 상대지표가 복합되는 경우 감축분담률이 3.5% (S6)~4.5% (S8)로 상대적으로 높아지는 것으로 나타났다.

4. 국가별 감축목표 (INDC)의 의욕성 (ambition) 비교분석

4.1 분석모형 및 자료

본 장은 3장에서 산출된 감축분담률을 토대로, 각국의

INDC 감축목표의 의욕성 (ambition)을 분석한다. 각국의 감축목표의 의욕성을 평가하기 위해서는 2030년에 요구되는 감축필요량을 산정해야 한다. 감축필요량은 UNEP (2014) 보고서를 토대로 산출하였다.¹³⁾ UNEP 보고서에 따르면, 2010년 현재 전 세계의 온실가스 배출은 49Gt에 달한다. BAU (Business As Usual) 전망에 따른 2030년 온실가스 배출은 68Gt으로 예상하고 있다. 동시에 2°C 목표 달성을 위해서는 배출량을 42Gt으로 억제해야 한다고 분석하고 있다. 따라서 2030년에 2°C 목표 달성을 위한 배출허용량은 26Gt에 달한다. 여기에 자료소스의 일관성을 기하기 위해, 본 연구에서 사용하고 있는 IEA 자료와 UNEP 자료에 대해 2010년을 기준으로 비율을 산정하여 적용하였다. 이는 IEA 자료는 이산화탄소만을 산정하고 있으며, UNEP 자료는 온실가스를 산정하고 있기 때문에, 양 자료소스의 특성상 차이가 나게 되는 것을 반영하기 위한 것이다. IEA 자료는 ‘CO₂ emissions from fuel combustion’의 2014년 자료를 사용하였다. IEA 자료와 UNEP 자료의 비율은 2010년에 0.636이다. 이를 적용하면 2°C 목표 달성을 위한 감축필요량은 16.5Gt이다. 본 연구에서는 2030년에 2°C 목표 감축필요량이 모두 달성된다고 보기 어렵다는 측면을 반영하여 감축필요량의 50%만 달성된다고 가정하기로 하였다. 이는 물론 자의적인 가정이다. 그러나 국제사회가 2°C 목표 감축필요량의 50% 정도를 달성하는 것도 매우 도전적인 사항이라는 판단에 따라, 시나리오로서 50% 달성을 가정하였다. 결과적으로 2°C 목표 달성을 위한 감축필요량의 50%를 달성하기 위한 전지구적 감축량은 8.3Gt이다.¹⁴⁾

각국의 2030년 감축목표의 의욕성 지표는 다음과 같이 계산된다. 먼저 국가별로 2도감축요구량을 산출한다. 국별 2도 감축요구량은 2도목표 감축필요량의 50%인 ‘8.3’Gt에 시나리오별 국가별 감축분담률을 적용하여 산출된다. 이어서 각국별 BAU 배출량과 2도감축요구량을 차감하여 각국별 배출한도량을 산출한다. 즉 아래 식에서 분자의 (BAU - 2도감축요구량)은 해당 국가에 대한 배출한도량이다.

이어서 각국의 INDC 감축목표와 배출한도량의 차이를 산출하고, 이를 INDC 감축목표에 대한 비율을 구하면 각국의 INDC 감축목표의 의욕성이 도출된다. 환언하면, 아래 식의 분자는 감축목표와 배출한도량의 차이를 나타내며, (-) 수치는 감축목표상의 배출량이 배출한도량보다 작은 경우를 의미한다. 따라서, (-) 수치가 절대값상 클수록 의욕성이 높음을 의미한다.¹⁵⁾

$$\frac{INDC - (BAU - 2도감축요구량)}{INDC} \quad [eq. 2]$$

[eq. 2]에 의해 산출된 INDC의 의욕성을 국가별로 나타내면 [Table 4]와 같다.

4.2 지표 시나리오별 주요국의 감축목표 (INDC)의 의욕성 비교분석

[Table 4]를 토대로 시나리오별로 주요 국가의 감축목표 (INDC)의 의욕성 (Ambition)을 분석한다.¹⁶⁾

Table 3. CO₂ Reduction requirement for 2°C goal (unit: Gt)

	2010년	2020년	2030년
Business As Usual Projection (A)	49	59	68
Emissions for 2°C goal (B)		47	42
Difference (A - B)			26
Ratio of IEA (emissions)/UNEP (emissions)			0.636
Scenario: 50% accomplishment			0.5
Reduction requirement when 50% of goal is to be accomplished			8.3

Source: Based on UNEP (2014)'s Table ES.1 and Figure 2.2

13) UNEP (2014), The Emissions GAP Report, UNEP Synthesis Report, November 2014.

14) 2030년에 2°C 목표 감축필요량이 각국의 감축목표로서 모두 달성된다면 할당의 필요가 없어지기도 하기 때문에 50% 달성을 가정함. 50% 대신 70%를 가정한다면 의욕성의 수치 자체는 변하나 국가간의 비교순서는 변하지 않음.

15) 부호가 (-)일 때 배출한도량보다 감축목표 (INDC)가 더 작음을 의미함. 예를 들어, 배출한도량이 100 톤이나 감축목표상의 배출량이 80 톤인 경우에 부호가 (-)가 되며, $\frac{INDC - (BAU - 2도감축요구량)}{INDC} = (80-100)/80 = -25\%$ 가 됨.

16) [Table 4]를 열을 기준으로 봄. [Table 4]에서 (-)일 경우 의욕적임.

Table 4. Analysis of ambition of INDCs

(unit: %)

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Korea	-24	-8	-10	-16	-9	144	115	55
EU	2	34	-22	18	6	-38	-23	-49
U.S.	10	12	-4	11	4	-5	-2	-28
Japan	10	50	3	30	27	45	107	-2
Australia	-6	8	-2	1	3	350	363	84
Canada	1	5	-2	3	0	225	240	46
Russia	31	-1	15	15	7	39	5	70
China	4	2	12	3	7	1	-2	9
India	42	41	47	42	44	40	38	63
Brazil	-50	-25	-40	-38	-32	-25	-18	19
Mexico	11	20	14	16	17	42	44	56

Source: Author's calculation.

누적배출비중 (%)를 단일지표로 적용하는 시나리오 1 (S1)의 경우, 브라질, 한국, 호주의 감축목표가 배출한도량보다 각각 50%, 24%, 6%로 더 감축하여 의욕적인 INDC를 제시한 것으로 분석되었다. 미국과 일본의 감축목표는 배출한도보다 각각 10% 높아 의욕성이 낮은 것으로 나타났다. 인도와 러시아의 감축목표는 배출한도보다 각각 42%, 31%로 의욕성이 매우 낮은 것으로 나타났다.

GDP비중 (%)을 단일지표로 적용하는 시나리오 2 (S2)의 경우, 브라질과 한국의 감축목표가 의욕적인 것으로 나타났다. 브라질의 감축목표는 배출한도보다 25% 작으며 (강하며), 한국의 감축목표는 배출한도보다 8.5% 작은 것으로 나타났다. 한편, 일본과 EU의 감축목표는 배출한도보다 각각 50%, 34% 높은 것으로 나타나 의욕성이 매우 낮은 것으로 분석되었다. 인도와 멕시코도 각각 41%, 20%로 의욕성이 낮은 국가에 속한다.

CO₂ 비중을 단일 지표로 적용하는 시나리오 3 (S3)의 경우, 브라질 (-40%), EU (-22%), 한국 (-10%) 등의 감축목표가 의욕적인 것으로 분석되었다. 인도 (+47%), 러시아 (+15%)의 감축목표는 의욕성이 매우 약한 것으로 나타났다. 미국은 (-4%)의 의욕성 지표를 보였다.

누적배출비중과 GDP비중을 1/2씩 적용하는 시나리오 4 (S4)의 경우, 브라질의 감축목표는 배출한도에 비해 38% 강한 목표이며, 한국은 배출한도에 비해 16% 강한 목표로서 의욕성이 매우 높은 것으로 분석되었다. 인도 (+42%)와 일본 (+30%)의 감축목표는 의욕성이 약한 것으로 나타났다. EU

(+18%)와 미국 (+11%)의 의욕성도 낮은 것으로 나타났다.

CO₂배출비중과 GDP비중을 1/2씩 적용하는 시나리오 5 (S5)의 경우, 브라질 (-33%), 한국 (-9%)의 감축목표가 의욕적인 것으로 나타났다. 인도 (+44%), 일본 (+27%)의 감축목표는 의욕성이 약한 것으로 나타났다.

한편, 비중지표에 상대지표를 복합하는 경우 의욕성을 보이는 국가가 달라진다. 특히, 한국의 경우가 그러하다.

누적배출비중 (%)과 GDP비중 (%), 그리고 1인당배출 상대지표를 각각 1/3씩 적용하는 시나리오 6 (S6)의 경우, EU (-38%)와 브라질 (-25%)의 감축목표가 의욕적인 것으로 나타났다. 반면, 호주 (+350%)와 캐나다 (+225%)의 감축목표는 매우 비의욕적인 것으로 나타났다. 한국의 감축목표도 (+144%)로 매우 비의욕적인 것으로 나타났다.

누적배출비중 (%)과 GDP비중 (%), 그리고 1인당소득 상대지표를 각각 1/3씩 적용하는 시나리오 7 (S7)의 경우, EU (-23%)와 브라질 (-18%)의 감축목표가 의욕적인 것으로 나타났다. 호주 (+363%)와 캐나다 (+240%)의 감축목표는 매우 비의욕적이며, 우리나라의 감축목표도 (+115%)로 매우 비의욕적인 국가군에 속하는 것으로 나타났다.

누적배출비중 (%)과 GDP비중 (%), 그리고 배출원단위 상대지표를 각각 1/3씩 적용하는 시나리오 8 (S8)의 경우, EU (-49%)와 미국 (-28%)의 감축목표가 매우 의욕적인 것으로 나타났다. 반면, 호주 (84%), 러시아 (71%), 인도 (63%)의 감축목표는 비의욕적인 것으로 나타났다. 한국의 감축목표도 (+55%)로서 비의욕적인 것으로 나타났다.

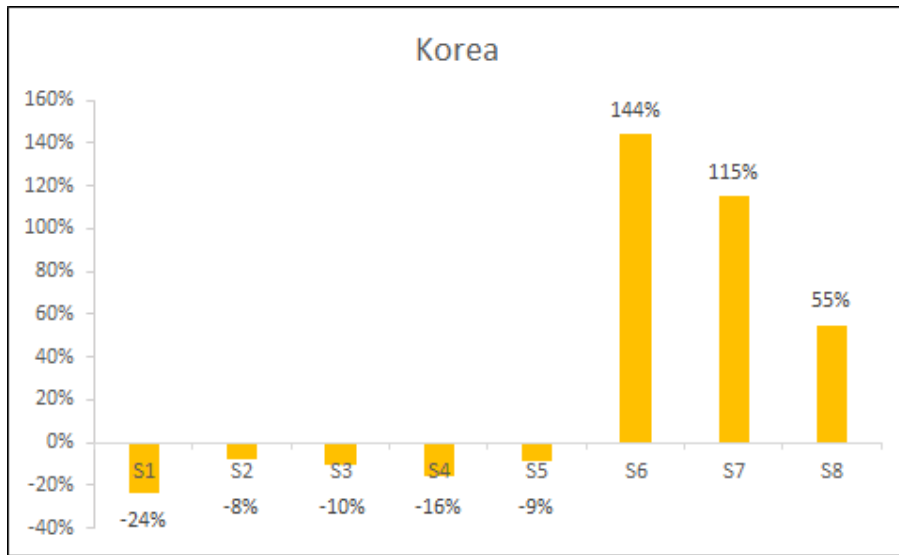


Fig. 2. Analysis of ambition of INDCs by scenarios: Korea.

4.3 국가별 감축목표의 의욕성 비교분석¹⁷⁾

한국은 지표의 성격별로 판이한 결과를 보인다. 비중지표 (Share, %)를 사용하는 S1~S5 시나리오의 경우, 의욕성이 각각 (-24%), (-8%), (-10%), (-16%), (-9%)로 매우 높은 것으로 나타났다. 그중에서도 누적배출비중만을 적용하는 S1과 누적배출비중과 GDP비중을 1/2씩 적용하는 S4의 경우 의욕성이 매우 높게 나타났다. 그런데 1인당배출, 1인당소득을 복합지표로 활용하는 S6 (+144%)과 S7 (+115%)의 경우 감축목표가 매우 비의욕적인 것으로 나타났다. 배출원단위가 추가되는 경우에도 감축목표가 (+55%)로 비의욕적인 것으로 나타났다.

EU의 경우, 상대지표를 복합하는 S6, S7, S8 시나리오의 경우 의욕성 지표가 각각 -38%, -23%, -49%로서 의욕성이 강한 것으로 분석되었다. 미국은 누적배출비중 (%)과 GDP비중 (%), 그리고 배출원단위 상대지표를 복합하는 지표 (S8)를 활용하는 경우, 의욕성 지표가 -28%로서 가장 의욕적인 것으로 분석되었다. 그러나, 누적배출비중 (S1), GDP비중 (S2), 누적배출비중과 GDP비중의 복합 (S4)의 경우 의욕성이 약한 것으로 분석되었다. 일본은 거의 모든 지표에 대해 (+)의 의욕성 지표를 보이면서 의욕성이 없는 것으로 나타났다. 특히, 누적배출비중 (%)과 GDP비중 (%), 1인당소득 상대지표를 복합하는 경우 (S7) 의욕성이 가장 낮은 것으로 분석되었다.

중국의 경우 1인당소득이 복합지표로 추가되는 시나리오

7 (S7)을 제외하고 모든 경우에 감축목표가 비의욕적인 것으로 분석되었다. 인도의 경우 어떠한 경우에도 감축목표는 비의욕적인 것으로 나타났다. 브라질의 감축목표의 S8을 제외하고 모든 경우 매우 의욕적인 것으로 분석되었다. 누적배출비중을 적용하는 경우 의욕성이 가장 크게 나타났다. 캐나다, 러시아, 멕시코의 경우 어떤 경우이든 감축목표가 비의욕적인 것으로 분석되었다.

5. 결론 및 시사점

본 연구는 파리협정 협상과정에서 제출된 주요국의 2030년 온실가스 감축목표에 대한 비교분석을 목적으로 하였다. 형평성 또는 공평성과 효율성을 대변할 수 있는 지표들을 단독 또는 복합한 지표를 8가지로 설정하고, 이를 적용하여 11개 주요 국가에 대하여 전세계 필요감축량을 분담하기 위한 감축분담률을 도출하였다. 이어서, 이들 국가들의 감축목표의 총합과 2도 목표와의 배출차이의 1/2를 달성하는 것으로 가정한 후, 감축분담률을 적용하여 할당하고, 제출된 감축목표와 비교하여 각국의 감축목표의 의욕성을 분석하였다. 분석 국가는 총 11개 국가로서, 선진국중에서 EU, 미국, 일본, 캐나다, 호주, 여타 그룹에서 한국 러시아, 멕시코, 개도국중에서 중국, 인도, 브라질을 분석하였다.

17) [Table 4]를 행으로 보면 한 국가의 감축목표에 대한 8개 시나리오별 의욕성을 볼 수 있음. (-)일 경우 의욕적임.

5.1 감축분담률 분석과 시사점

여러 가지 형평성, 공정성과 효율성 원칙을 반영하기 위해, 누적배출량 비중, GDP 비중, 현재 CO₂ 배출량 비중으로 이루어진 비중지표와, 1인당 배출 상대지표, 1인당 소득 상대지표, 배출원단위 상대지표로 이루어진 상대지표를 8가지 시나리오로 복합하여, 전세계 필요감축량을 분담하는 비율로서 각국의 감축분담률을 산정하였다.

단일지표 적용의 극단성을 중화하여 보다 합리적인 분석을 위해 몇 가지 지표를 복합한 바, 대표적인 비중지표로서 누적배출량비중과 소득비중을 1/2씩 복합한 지표 (S4)의 경우, 감축분담률이 낮은 국가는 호주, 멕시코, 한국, 브라질이며, 감축분담률이 높은 국가는 EU, 미국, 중국, 일본으로 나타났다. 비중지표와 상대지표를 병행적으로 복합하기 위해, 대표적으로 누적배출비중과 GDP비중을 각기 1/3씩 적용하고, 나머지 1/3을 상대지표인 1인당 CO₂배출 상대지표 (S6)를 적용하는 경우, 감축분담률이 낮은 국가는 인도, 브라질, 멕시코이며, 감축분담률이 높은 국가는 미국, 호주, 캐나다, 한국으로 나타났다. 한국은 S4와 S6사이에 감축분담률이 2%에서 11%로 크게 상승함을 보였다.

감축분담률 분석을 통한 시사점은, 첫째로, 단일지표는 극단적인 감축분담률을 산출한다. 따라서 이를 중화시키기 위해 복수의 지표를 적용할 필요가 있다. 둘째로, 누적배출량 비중과 같은 비중 (share, %) 지표와 상대적인 1인당 배출과 같은 상대지표는 지표로서의 역할이 크게 다른 것으로 나타났다. 우리나라의 경우, 비중지표를 적용하는 경우 (S1~S5) 감축분담률이 전 세계의 1~2%로 비교적 낮다. 그러나, 상대지표를 적용하는 경우 (S6~S8) 감축분담률이 6~11%로 크게 높아진다. 셋째로, 감축분담률 산정을 위한 지표에 대한 논의시, 우리나라는 가능한 한 비중지표의 적용도를 높이고 상대지표의 적용도를 낮추는 방향으로 입장을 정해야 할 것이다. 넷째로, 상대지표는 여러 가지 측면에서 유사한 국가군 내에서만 적용되는 것이 적절하다. 상대지표를 여러 가지 측면에서 매우 다른 선진국과 개도국을 동시에 적용하는 경우 매우 왜곡된 결과를 초래할 수 있다. 다섯째로, 선진국과 개도국 모두 감축을 해야 하는 파리협정 체제의 경우, 형평적인 감축분담률 산정을 위해서는 비중지표 (%)를 주로 적용하고 상대적 비율을 나타내는 상대지표의 역할은 최소화하는 것이 형평성과 공정성에 적합한 방안이다.

5.2 감축목표의 의욕성 비교분석과 시사점

형평성, 공정성, 능력, 효율성의 원칙을 반영한 다양한 지

표를 복합하여 산출된 감축분담률과 각국이 실제로 제출한 2030년 감축목표를 토대로 각국의 감축목표의 의욕성을 분석하였다.

대표적으로, 누적배출비중과 GDP비중을 1/2씩 적용한 시나리오 4 (S4)의 경우, 브라질 (-38%), 한국 (-16%)의 감축목표가 의욕적인 것으로 분석되었으며, 일본은 30% 과다 배출하며, EU도 18% 과다 배출하는 것으로 분석되었다. 한편, 누적배출비중 (%)과 GDP비중 (%)에 1인당배출 상대지표를 추가하여 각각 1/3씩 적용하는 경우 (S6), 우리나라의 감축목표는 감축한도량보다 144%를 과다 배출하는 것으로 나타났다. 반면, EU, 브라질, 미국의 감축목표가 의욕적인 것으로 분석되었다.

주요국의 의욕성 분석을 통해 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있는 바, 첫째로, 감축목표의 의욕성은 일정 부분 상대적인 개념이다. 브라질을 제외하고, 대부분의 다른 국가들의 의욕성은 평가지표에 따라 다르게 나타났다. 모든 평가지표는 특정한 형평성 원칙을 반영하고 있지만, 유일한 평가지표가 합의되기 어려움을 보여준다. 둘째로, 향후 형평성 또는 할당에 대한 논의가 시작되면, 각국이 선호하는 지표가 다르게 나타날 것임을 보여 준다. EU나 미국 등 선진국은 대체로 1인당 소득 상대지표, 1인당 배출 상대지표를 선호할 것이다. 나아가 배출원단위 상대지표는 EU나 미국의 의욕성을 가장 강하게 나타내 주기 때문에 이 또한 선진국들이 선호하는 지표가 될 것이다. 셋째로, 우리나라의 경우 감축목표의 의욕성 산정에서 비중지표 (%)와 상대적 비율을 나타내는 상대지표의 역할에 따라 큰 차이를 보인다. 비중지표 (%)로 복합된 지표를 적용할 경우, 우리나라의 감축목표는 매우 의욕적인 것으로 나타난다. 그러나 1인당 배출 상대지표나 1인당 소득 상대지표를 혼합하여 적용하는 경우, 우리나라의 감축목표는 매우 비의욕적인 것으로 나타난다. 이에 따라, 우리나라는 비중지표의 역할을 강조할 필요가 있다. 넷째로, 1인당배출 상대지표나 1인당소득 상대지표와 같은 상대지표는 유사한 국가군 내에서만 적용되어야 한다. 상대지표를 국가여건이 매우 상이한 선진국과 개도국에 동시에 적용하는 경우 결과가 왜곡된다.

5.3 향후 연구방향

본 연구의 한계와 향후 연구방향을 보면, 첫째로, 본 연구에서 감축목표의 의욕성을 평가하기 위해, 2도 목표와 감축목표 총합 사이의 배출갭을 1/2만 충족한다는 가정한 바, 이는 사실 자의적인 수치이다. 실현가능성을 고려하여 불가피

하계 1/2 증축 시나리오를 설정하였으나, 추가 연구가 필요한 부분이다. 단, 1/2을 '1'로 한다고 하더라도 국가간의 상대적 비교는 동일하게 나타날 것이다. 둘째로, 본 연구는 CO₂ 배출만을 분석의 대상으로 하였다. 이를 위해 감축목표에서도 CO₂에 해당될 수 있는 부분만을 추출하였다. 그러나 보다 완전한 분석을 위해서는 CO₂뿐만 아니라 CH₄, N₂O, F-gas 등 타 온실가스도 분석의 대상에 포함되어야 한다. 셋째로, 본 연구에서는 2030년 BAU 배출로서 미국 에너지부의 연구를 활용하였으며, 그 과정에서 BAU 배출 전망의 과소 또는 과도전망 등 자의성에 대한 검증은 수행하지 않았다. 의욕성은 BAU의 수준에 따라서도 달라지기 때문에 BAU에 대한 검증은 필요한 부분이다. 넷째로, 본 연구에서는 감축목표의 의욕성을 비교분석하였다. 그러나 감축목표의 달성비용 또는 한계비용에 대한 분석도 감축목표 비교분석에 있어서 필요한 사항으로 판단된다.

사 사

본 연구는 에너지경제연구원 2016년 기본과제 “주요국의 Post 2020 온실가스 감축목표에 대한 비교분석 연구”의 내용의 일부를 발췌하여 보완한 것입니다.

REFERENCES

- Cho YS, Kang YY. 2006. Analysis of Greenhouse Gas Emissions Allocation Schemes for OECD Countries. *Journal of Environmental Policy and Administration*. 5 (1): 1-23.
- IEA. 2014. CO₂ emissions from fuel combustion. International Energy Agency.
- Moon JY. 2016. Burden-Sharing Analysis for GHG Reduction and Climate Finance Mobilization. *Journal of Environmental Policy and Administration*. 24 (2): 211-232. (In Korean with English abstract)
- Oh JG. 2016. Analysis on Post 2020 Greenhouse Gas Reduction Targets of Major Countries. Korea Energy Economics Institute.
- Ringius L, Torvanger A, Holtmark B. 1998. Can Multi-criterial Rules Fairly Distribute Climate Burdens?. *Energy Policy* 26 (10): 777-793.
- UNEP. 2014. The Emissions GAP Report, UNEP Synthesis Report.
- UNFCCC. 2015. Decision 1/CP.21 Adoption of the Paris Agreement. United Nations Framework Convention on Climate Change.
- US DOE. 2013. International Energy Outlook 2013. U.S. Department of Energy.
- WRI. 2016. CAIT database. World Resource Institute.