

우리나라를 포함한 OECD 국가의 온실가스감축 의무부담에 대한 연구

조용성* · 강윤영**

Analysis of Greenhouse Gas Emissions Allocation Schemes for OECD Countries

Yongsung Cho* · Yoon Young Kang**

국문요약

한국을 포함한 OECD 국가들을 대상으로 3가지 의무부담 분담공식을 이용하여 12가지 시나리오를 설정한 후, 2000년도를 기준으로 각 국가가 시나리오에 따라 할당받게 되는 온실가스 감축의무량과 감축비율, 그리고 전체 OECD 국가의 온실가스 감축량 중 각 국가의 감축비율 등을 비교 분석하였다. 분석 결과, 시나리오와 의무부담방식에 따라 다르지만 전체적으로 우리나라의 의무감축량이 일부 국가를 제외한 여타 OECD 국가와 비슷하게 나타났으며, OECD 국가 총 감축량의 약 1.4-3.5%에 해당하는 34.9-85.8백만 톤을 할당받을 것으로 예측되었고 이는 2000년도 우리나라 온실가스 총 배출량의 약 8.1-19.8%에 해당하는 것으로 분석되었다.

주제어 : 기후변화, 온실가스감축, 평등원칙, 의무부담 시나리오

* 고려대 식품자원경제학과 부교수(yscho@korea.ac.kr)

** 에너지경제연구원 선임연구위원(yykang@keei.re.kr)

ABSTRACT

This study explores what potential future greenhouse gas allocation schemes might mean for OECD countries, and discusses a number of concepts of equity, examines three specific burden sharing rules and formulae. The results indicate that Korea reduces its emission from 8.1% and 19.8% which is 34.9-85.8 million tons of CO₂ emission on the assumption that the overall level of abatement remains 20% of total 2000 OECD emissions.

Keywords : climate change, GHG emission, target allocation, equity principle

I. 서론

세계 제1위 온실가스 배출국인 미국의 교토의정서 불참으로 인해 위기에 처해 있던 교토의정서가 러시아의 교토의정서 비준으로 2005년 2월 극적으로 발효되었다. 2004년 세계 최대 온실가스 배출국인 미국은 부시 행정부가 들어서면서 자국의 이익을 위해 교토의정서 비준을 거부하였고, 교토의정서 발효에 캐스팅보드를 진 러시아 역시 유럽과 미국 사이에서 자국의 이익을 저울질함에 따라 사실상 교토의정서의 발효는 요원한 것으로 예상되었다. 그러나 2004년 11월 러시아 의회가 극적으로 교토의정서를 비준하게 됨에 따라 교토의정서가 발효되었고, 이로 인해 지구온난화의 주범인 온실가스 저감에 대해 세계 각국 정부와 기업들은 초미의 관심과 함께 국가경쟁력과 기업경쟁력 하락에 대한 우려를 갖게 되었다.

지구온난화 문제가 국제적으로 논의되기 시작한 것은 1992년 브라질 리우에서 열린 세계 환경회의이다. 이 회의에서 지구의 이상기온 현상을 막기 위한 범세계적 차원에서의 노력으로 기후변화협약이 채택되었고, 5년 뒤 일본 교토에서 열린 기후변화협약 당사국총회에서는 선진국들을 대상으로 온실가스를 줄이기 위한 구체적인 내용이 명시된 교토의정서가 채택되었다. 교토의정서는 환경협약이지만 속 내용은 경제협약의 성격이 강하다. 지구온난화 방지를 위해서는 각국의 경제성장 위축, 기업에게는 비용 상승이라는 부담이 요구된다. 한 때 미국을 중심으로 캐나다, 호주 등의 강한 반발로 교토의정서 비준이 무산될 위기에 처하기도 했지만 환경의식의 성장과 발 빠른 기업들의 대응 그리고 지속가능한 발전을 위한 각국의 노력으로 교토의정서 발효라는 큰 결실을 얻게 되었다.

교토의정서의 발효는 단지 시작에 불과할 뿐이며 앞으로 해결해야 할 당면 과제들이 산적해 있다. 관련하여 중요한 이슈로 부각되는 것 중 하나가 한국을 비롯하여 중국, 인도, 멕시코 등 제1차 이행기간(2008년~2012년) 중에는 감축의무를 받지 않았지만 해당 국가의 온실가스 배출량 비중을 감안할 때 2012년 이후(post-kyoto)부터는 온실가스 감축의무를 받아야 하는 국가들에 대해 어떠한 방식으로 그리고 어떻게 의무부담을 할당할 것인가 하는 문제이다.

이산화탄소 배출량 세계 9위, 에너지 소비 규모 세계 10위인 우리나라는 1993년 12월 기후변화협약에 가입하였고 2002년 11월 교토의정서를 비준하였다. 교토의정서가 채택될 당시 우리나라는 선진국에서 제외되어 제1차 이행기간 중에는 감축의무 부담을 받지 않았다. 우리나라의 온실가스 감축의무부담에 대한 입장은 온실가스 배출 감축의 당위성은 인정하나 한국의 경제개발 기간이 짧아 기후변화에 대해 선진국과 같은 수준의 책임을 지기는 어렵다는 ‘차별적 책임론’을 강조하고 있다. 특히, 온실가스 배출량이 세계 2위와 5위를 점하고 있는 중국과 인도와의 형평성을 들어 배출감축의무를 최소화시키려 하고 있다.

그러나, 교토의정서가 발효됨에 따라 우리나라를 비롯하여 멕시코, 중국, 인도 등 주요 개발도상국에 대한 온실가스 감축의무부담 참여방안에 대한 논의가 가속화될 것으로 예상되며, 특히, OECD 국가이며 제1차 공약기간 중에는 제외되어 있는 우리나라 및 멕시코에 대한 감축의무부담에 대한 압력은 더욱 거세질 것으로 예상된다. 현재 온실가스 의무부담방안과 관련된 국내 연구는 한국환경정책·평가연구원(2002, 2003)과 에너지경제연구원(2002, 2003, 2004, 2005) 두 곳에서 중점적으로 이루어지고 있으나, 국제적으로 논의되고 있는 주요 의무부담방안에 대한 소개 및 논의동향 분석 그리고 CGE 모형을 이용한 의무부담방안 시나리오별 경제적 파급효과 분석에만 치중하고 있다. 그러나 우리나라를 포함하여 주요 국가들을 대상으로 다양한 의무부담방식(formula)을 설정하고, 그에 따라 우리나라에 대한 온실가스 저감량 할당이 어떻게 이루어질 것인가에 대한 연구는 전무하다.

본 논문에서는 기존의 연구와 달리 한국을 포함하여 OECD 국가들을 대상으로 주요 의무부담방안 시나리오를 설정한 후, 다양한 의무부담 부담공식(formula)을 적용하여 2000년도를 기준으로 각 국가가 시나리오에 따라 할당받게 되는 온실가스 감축의무량과 감축비율, 그리고 전체 OECD 국가의 온실가스 감축량 중 각 국가의 감축비율 등을 비교 분석하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성되었다. 제Ⅱ장에서는 온실가스 감축의무부담 방식과 관련된 기존의 관련 연구결과들을 종합·정리하였고, 제Ⅲ장에는 분석에 사용된 분석모형과 자료에 대해 기술하였다. 제Ⅳ장에는 다양한 시나리오별 분석결과를 한국을 중심으로 설명하였고, 본 연구의 결론과 시사점을 제Ⅴ장에 제시하였다.

II. 온실가스 감축의무 부담 방식

그동안 교토의정서 이후에 선진국과 개도국을 대상으로 의무부담을 어떻게 할 것인가에 대한 많은 방안들이 제시되었다. 대다수의 방안들은 선진국인 부속서B 국가들을 중심으로 개도국을 포함한 전 세계 국가들에게 어떤 기준에 근거하여 어떻게 의무감축량을 분배할 것인지 하는 문제를 주요 논의 대상으로 삼았다. 의무감축량을 분배하는 기준으로 사용되는 대표적인 지표로는 일인당 배출량, GDP 대비 배출량 집약도, 경제성장률, 인구증가율, 1인당 GDP 증가율, 수출 대비 배출량 집약도, 수출에 대한 화석연료의 집약도 등이 있다. 이러한 지표(혹은 기준)들을 이용하여 제시된 온실가스 감축의무부담 관련 대표적인 원칙은 형평성(equity) 원칙, 책임(responsibility) 원칙, 그리고 능력(capability) 원칙이다. 형평성 원칙은 모든 인간(혹은 국가)은 온실가스 배출에 있어서 동일한 권리를 갖는다는 인류평등주의(egalitarian)에 기초한 개념으로 주로 인구 일인당 온실가스 배출량 또는 GDP당 배출량 등

과 같은 지표를 활용한다. 책임 원칙은 오염자부담 원칙(polluter pay principle) 혹은 역사적 책임(historical responsibility)을 강조한 것으로 온실가스 배출을 많이 한 국가가 더 많이 감축해야 한다는 것을 의미하며, 연간 온실가스 배출량, 누적 배출량, 현재의 대기농도에 대한 기여도, 기온상승에 대한 기여도, 복사교란 기여도(radiative forcing) 등과 같은 지표를 이용한다. 특히, 누적배출량을 고려한 감축의무 할당방식은 오염자부담 원칙에 의거하여 지구온난화의 책임을 중시하는 방법론으로 제3차 당사국총회(COP3)에서 발표된 브라질제안이 대표적이다. 반면 능력 원칙은 온실가스 감축을 위한 경제적 부담능력이 있는 국가들이 더 많이 감축을 해야 한다는 것을 의미하며, 일인당 GDP를 이용하여 각국의 지불능력(ability to pay)에 따라 의무감축량을 분배하는 원칙이다.

한편, 온실가스 감축의무 참여방식은 다양한 설계변수를 이용하고 있다. 설계변수에는 감축의무 부담시기 및 참여기준, 감축목표의 확정시점 및 지표, 감축의무 할당원칙, 목표의 구속성 여부와 벌칙/인센티브, 감축의무의 적용범위 등이 고려될 수 있다. 대다수 관련 연구들은 설계변수의 일부에 국한하여 대안을 모색하는 경향이 있으며 특히 목표량의 결정기준 혹은 관련 지표의 선택에 논의를 집중하고 있다(한국환경정책·평가연구원, 2002).

의무부담과 관련된 대표적인 연구로는 Rose(1992), Barrett(1992), Ridgley(1996), Rose *et al*(1997), Rowlands(1997) 등이 있다. Rose(1992)는 10가지 형평성 원칙(equity principle)을 이용하여 이산화탄소 감축의무 할당량을 국제배출권거래제도가 도입되는 경우와 도입되지 않는 경우로 구분하여 주요 8개 국을 대상으로 분석하였다. Barrett(1992)은 국제협상에서 자주 거론되는 윤리적 원칙(ethical rules)에 초점을 두고 미국, 러시아, 중국 등을 대상으로 Kantian rule을 포함하여 13개의 기준들을 적용하여 거래 가능한 탄소배출량(배출권)의 할당에 대해 분석하였다. Ridgley(1996)는 기존의 연구들과 달리 온실가스 감축과 관련하여 여러 국가들을 하나의 그룹으로 묶은 후 각 그룹에 대해 상대적으로 설득력이 있는 다양한 감축방안에 대해 분석하였다. 특히, lexicographic optimization 방법을 이용하여 11가지의 형평성 지표들을 다양하게 혼합하여 각 그룹에 맞는 의무부담방안을 모색하였다. 한편, Rose *et al*(1997)은 형평성 원칙에 대한 기준을 할당기준(allocation-based), 성과기준(outcome-based), 과정기준(process-based) 등 3가지로 구분한 후 비선형계획법(nonlinear programming model)을 이용하여 전 세계 국가들을 대상으로 새로운 형평성 원칙에 근거한 의무부담방안을 제시하였다. Rowlands(1997)은 OECD 국가들을 대상으로 온실가스 감축할당량 배분을 각국의 역사적 배출량, OECD 국가 간의 형평성, 그리고 감축에 따른 효율성 등을 고려하여 할당기준을 6가지 범주로 구분한 후 OECD 각국의 온실가스 감축할당량을 분석하였다.

이처럼 기존의 관련 연구들은 다양한 의무부담 원칙을 연구하였으나, 이들 중에서 교토의

정서 이후의 정책 논의와 관련성이 가장 높으면서 보편적으로 받아들여지고 있는 대표적인 원칙은 '형평성 원칙'이다. 현재까지 전 세계적으로 '평등'에 대한 정의는 일반화되어 있지 못하다. 그러나 지금까지 거론된 내용들을 종합적으로 검토해 보면 평등의 정의(혹은 개념)는 '분배적 차원에서의 정의'를 의미하는 것으로 평가된다. 즉, 온실가스 감축에 대한 의무부담을 논의하게 될 경우 세계 각 국가들은 의무부담방안이 과연 '평등'이라는 대원칙을 달성할 수 있을 것인가에 민감한 반응을 보일 것으로 예상된다.

평등에 대한 원칙은 구체적인 의무부담법칙이나 할당방식(formulae)들과 구분되며, 기준이나 지표 등과도 구분되어야 한다. 즉, 각국에 대한 의무할당량을 결정할 경우에는 단계적인 접근방법을 사용해야 한다. 첫 번째 단계에서는 의무부담방안과 관련된 여러 가지 원칙(principle) 중 어떠한 원칙을 선택할 것인지를 결정하는 것이다. 두 번째 단계에서는 선택된 원칙을 기초로 각국에 대한 의무부담 정도를 결정하기 위한 보다 구체적인 할당방식을 선정해야 한다. 그리고 세 번째 단계에서는 그러한 원칙과 할당방식에 사용될 수 있는 기준과 지표들을 선택하는 것이 필요하다. 특히, 할당방식은 온실가스 배출량과 인구, GNP 등 국가의 특성들에 기초하여 정의된다. 반면, 기준과 지표들은 실제 자료를 의미한다. 대표적인 평등 원칙으로는 인류평등(egalitarian) 원칙과 주권(sovcreignty) 원칙이 있다.¹⁾ 인류평등(egalitarian) 원칙은 동등한 권리의 원칙을 의미한다. 이 원칙은 모든 개인은 동일한 자원을 이용할 동일한 권리를 가지고 있고, 온실가스를 감축해야 할 권리를 동등하게 가진다는 것을 의미한다. 또한 이 원칙은 인구에 비례하여 목표가 설정된다. 따라서 배출허용한도도 개인에 따라 동등하게 분배되며 감축량도 동일하다.

반면, 주권(sovcreignty) 원칙은 개개인인 일정한 권리와 자원을 보장받는다라는 의미를 내포하고 있다. 이 원칙에 따르면 각국은 과거 혹은 현재의 온실가스 배출량에 비례하여 감축량을 할당받거나 또는 모든 국가에서 동일하게 일정 비율로 온실가스 배출량을 감소시키는 것을 의미한다.

이처럼 '평등'이라는 대전제를 원칙으로 삼더라도 이를 토대로 하는 의무부담 원칙은 여러 가지 형태로 나타나고 있다. 따라서 한 가지 의무부담 원칙을 사용할 수도 있지만 몇 개의 원칙을 통합적으로 사용하는 경우에는 하나의 원칙을 사용하는 경우보다 바람직한 결과를 가져올 수도 있다. 단지 문제점은 여러 개의 원칙들을 어떻게 하나의 통합된 방안으로 묶을 수 있는가 하는 점이다.

1) Cazorla, M. and M. Toman(2000)

III. 분석모형 및 자료

이 장에서는 ‘평등’과 관련된 다양한 원칙들을 통합하여 한 가지 방안을 제안한 후, 동 방안에 기초하여 보다 구체적인 세 가지 방식(혹은 공식; formulae)을 설정하였고, 각 방식에 대해서도 각각 4개의 다른 시나리오를 구성하여 OECD 국가들을 대상으로 각 시나리오에 따른 결과가 어떻게 도출되는지를 분석하였다. 구체적으로 ‘평등’과 관련된 의무부담 원칙 중에서 주권(sovcreignty) 원칙, 오염자부담 원칙, 그리고 수직적 평등 원칙을 반영하기 위해 각각 일국의 일인당 GDP, 일인당 온실가스 배출량, 그리고 인구수 등을 이용하였다. 즉, 일인당 CO₂ 배출량은 주권 원칙과 오염자부담 원칙을 반영하는 것으로 해석될 수 있고, 일인당 GDP 기준은 수직적 평등 원칙을 반영한 것으로 해석할 수 있다.

분석에 사용된 세 가지 온실가스 감축방안공식(formulae)은 식(1)~식(3)과 같다.²⁾

$$Y_i = w_a \frac{A_i}{A} + w_b \frac{B_i}{B} + w_c \frac{C_i}{C} + w_d \frac{D_i}{D} \times Z \quad (1)$$

$$X_i = w_e E_i + w_f F_i + w_g G_i \quad (2)$$

$$V_i = \frac{w_b B_i + w_c C_i + w_d D_i}{\sum_j^n \{w_b B_j + w_c C_j + w_d D_j\}} \quad (3)$$

식(1)에서 Y_i 는 i 번째 국가의 온실가스 감축비율(percentage emission reduction target)을 나타내며, A_i 는 i 번째 국가의 일인당 CO₂ 배출량을 B_i 는 i 번째 국가의 GDP를 나타낸다. C_i 와 D_i 는 각각 i 번째 국가의 GDP당 배출량(GDP 집약도)과 일인당 GDP를 나타낸다. 그리고 대문자 A, B, C, D는 동일한 지표에 대한 OECD 국가들의 평균을 의미하며, w 는 각 case 별로 다르게 주어져 있는 가중치를 의미하고 그 합은 100이다. 한편, Z 는 OECD 국가의 기준 연도 대비 감축량을 기준연도의 목표 감축비율로 조절해 주는 변수이다.

식(2)에서 X_i 는 OECD 국가의 총 온실가스 감축량 중 i 번째 국가의 온실가스 배출량이 차지하는 비율을 나타낸다. w 는 식(1)에서와 동일하게 가중치를 나타내지만 그 합은 ‘1’이다.

2) 동 공식들은 Ringius *et al.*(1998)에서 사용된 것으로 각기 단위가 다른 변수들을 단위의 통일 없이 계산하는 단점을 가지고 있음. 이외에 Winkler *et al.*(2002)에서도 비슷한 감축방안공식을 사용하고 있음.

변수 E, F 및 G는 각각 OECD 국가들의 총 인구 수 중 i 번째 국가의 인구가 차지하는 비율, i 번째 국가의 온실가스 배출량 비율, 그리고 i 번째 국가의 GDP 비율을 나타낸다.

식(3)에서 V_i 는 OECD 국가 전체의 온실가스 감축량 중 i 번째 국가가 할당받는 비율을 나타낸다.

각 공식들은 OECD 국가들의 배출량이 기준연도 대비 20% 감축하는 것을 가정하였다. 각 공식으로 인해 도출된 수치들은 배출 감축량이 각 국가별로 어떻게 얼마나 분배(혹은 할당)되는지를 나타낸다. 분석에 사용된 기초 자료는 <표1>에 정리되어 있다.

2000년도 기준으로 OECD 국가의 총 온실가스 배출량은 12,411.2백만 톤이며 이 중 우리나라는 약 3.5%에 해당하는 433.6백만 톤을 배출한 것으로 나타났고 이 수치는 미국(5,665.4백만 톤), 일본(1,154.8백만 톤), 독일(933.0백만 톤), 영국(531.5백만 톤), 캐나다(526.8백만 톤) 다음으로 높은 수치이다.

한편, OECD 국가 중 인구 일인당 배출량은 미국이 20.57톤으로 가장 높으며, 룩셈부르크 18.31톤, 호주 17.19톤, 캐나다 17.16톤 순으로 높다. 우리나라의 일인당 온실가스 배출량은 9.22톤으로 일본(9.10톤)에 비해 약간 높은 편이나 네덜란드(11.12톤), 벨기에(11.73톤), 독일(10.14톤)에 비해서는 상대적으로 낮은 수준을 유지하고 있다. 그러나 GDP집약도(단위 GDP 당 온실가스 배출량) 측면에서는 우리나라가 USD 1000당 607.4 kg CO₂로 체코(846.0 kg CO₂)와 폴란드(744.7 kg CO₂) 다음으로 높게 나타나고 있다.

<표1> OECD 국가별 주요 지표 비교 (2000년 기준)

국가명	인구 (천명)	GDP (10억 달러: PPP 기준)	CO ₂ 배출량 (백만 톤)	GDP당배출량 (kg CO ₂ /USD 1000)	GDP/capita (USD ppp)	일인당 배출량 (톤)
캐 나 다	30,689	873.4	526.77	603.126	28,459.71	17.16
멕 시 코	98,658	887.1	359.56	405.321	8,991.67	3.64
미 국	275,372	9,764.8	5,665.44	580.190	35,460.40	20.57
호 주	19,153	506.7	329.28	649.852	26,455.39	17.19
일 본	126,926	3,285.8	1,154.84	351.464	25,887.53	9.10
한 국	47,008	713.8	433.57	607.411	15,184.65	9.22
뉴 질 랜드	3,858	79.8	31.65	396.617	20,684.29	8.20
오 스트리아	8,011	223.2	62.77	281.228	27,861.69	7.84
벨 기 에	10,251	265.5	120.28	453.032	25,899.91	11.73
체 코	10,272	140.4	118.78	846.011	13,668.22	11.56
덴 마 크	5,340	150.2	50.09	333.489	28,127.34	9.38
핀 랜 드	5,176	131.3	54.79	417.289	25,367.08	10.59
프 랑 스	58,894	1,532.5	373.26	243.563	26,021.33	6.34
독 일	82,160	2,042.5	832.95	407.809	24,860.03	10.14
그 리 스	10,937	175.5	87.75	500.000	16,046.45	8.02
헝 가 리	10,211	121.3	55.22	455.235	11,879.35	5.41
아이슬랜드	281	7.9	2.16	273.418	28,113.88	7.69
아 일 랜 드	3,790	106.5	41.20	386.854	28,100.26	10.87
이 탈 리 아	57,189	1,425.7	425.73	298.611	24,929.62	7.44
룩셈부르크	439	21.3	8.04	377.465	48,519.36	18.31
네 덜 란 드	15,926	429.6	177.12	412.291	26,974.76	11.12
노 르 웨 이	4,491	160.8	33.58	208.831	35,804.94	7.48
폴 란 드	38,646	393.2	292.82	744.710	10,174.40	7.58
포 루 투 갈	10,229	175.4	59.61	339.852	17,147.33	5.83
스 페 인	40,171	811.2	284.69	350.949	20,193.67	7.09
스 웨 덴	8,872	235.8	51.99	220.483	26,578.00	5.86
스 위 스	7,184	214.5	41.69	194.359	29,858.02	5.80
터 키	67,420	454.0	204.08	449.515	6,733.91	3.03
영 국	58,655	1,485.0	531.47	357.892	25,317.53	9.06
합 계	1,116,209	26,814.7	12,411.18			

자료원 : WRI(2003), IEA(2004)

IV. 시나리오 분석 결과

1. 의무부담방안 I 의 시나리오별 주요 결과

첫 번째 의무부담방안은 식(1)을 이용한 것으로 '평등 원칙'과 관련된 4가지 기준인 일인당 CO₂ 배출량, GDP, GDP에 대한 이산화탄소집약도(즉, GDP 1 단위당 배출되는 CO₂ 배출량) 그리고 일인당 GDP를 이용하여 고안되었다. 여기서는 동 의무부담방안을 이용하여 2000년도의 OECD 국가의 온실가스 배출량을 기준으로 20%를 감축하는 것을 전제로 할 때 각 OECD 국가들은 어떠한 감축량을 분배 혹은 할당받을 것인지에 대해 분석하였다. 이를 위해서 다음과 같은 네 가지 구체적인 시나리오를 작성하였다. 각 시나리오는 식(1)의 가중치인 w_a , w_b , w_c , 그리고 w_d 의 값을 최소 15, 최대 70 범위 내에서 변화시킨 것이다.³⁾

$$\text{시나리오 I-1} : 25 \times \left(\frac{CO_2}{POP} + GDP + \frac{CO_2}{GDP} + \frac{GDP}{POP} \right) \times z$$

$$\text{시나리오 I-2} : 55 \times \left(\frac{CO_2}{POP} \right) + 15 \times \left(GDP + \frac{CO_2}{GDP} + \frac{GDP}{POP} \right) \times z$$

$$\text{시나리오 I-3} : 55 \times \left(\frac{CO_2}{GDP} \right) + 15 \times \left(GDP + \frac{CO_2}{POP} + \frac{GDP}{POP} \right) \times z$$

$$\text{시나리오 I-4} : 70 \times \left(\frac{GDP}{POP} \right) + 10 \times \left(GDP + \frac{CO_2}{POP} + \frac{CO_2}{GDP} \right) \times z$$

여기서 Z는 개별 OECD 국가들의 감축량의 총합이 시나리오에서 설정한 목표(즉, 2000년 OECD 국가들의 평균 온실가스 배출량의 20% 감축)와 동일하게 만들기 위해 조정하는 factor의 역할을 담당한다. 분석에서 사용된 Z의 값은 시나리오별로 각각 0.0839, 0.0976, 0.1045, 그리고 0.1196를 사용하였다.⁴⁾

시나리오 I-1의 경우에는 4가지 지표에 대해 동일한 가중치를 부여한 것이고, 시나리오 I

3) 가중치 값들은 Ringius *et al* (1998)에서 사용된 수치들을 적용함.

4) 각 시나리오들은 식(1)을 이용하여 가중치의 값을 다르게 준 것으로, 식(1)에서 사용된 변수들은 OECD 국가 전체의 평균값 대비 i번째 국가의 비율을 나타내기 때문에 rounding error가 발생하여 각국에 할당된 값을 합하면 목표치보다 많게 되는 문제가 발생함. 따라서 OECD 각국의 할당치(혹은 저감량) 합이 목표치와 동일하게 되도록 만들기 위해 시나리오 I-1의 경우에는 각국 할당량에 대해 약 8.39%씩 동일하게 줄여서 전체 할당량(혹은 저감량) 합이 목표값과 동일하도록 조정하였고, 동일한 이유로 시나리오 I-2의 경우에는 0.0976(즉, 9.76%) 시나리오 I-3과 I-4의 경우에는 각각 0.1045와 0.1196 값을 사용함.

-2와 시나리오 I-3은 각각 일인당 CO₂ 배출량과 GDP 집약도에 더 큰 가중치를 부여한 경우이다. 그리고 시나리오 I-4는 일인당 GDP에 가중치를 크게 부여한 경우이다.

<표2>에 '의무부담방식 I'에 의한 시나리오별 결과가 정리되어 있다. <표2>에는 각 국가가 2000년도의 배출량을 기준으로 시나리오별로 얼마만큼 온실가스를 감축해야 하는지에 대한 비율과 해당 국가의 그러한 감축량이 전체 OECD 국가 감축량에서 차지하는 비율이 얼마인지가 나타나 있다. 예를 들어 미국의 경우, 시나리오 I-1에 의하면 2000년도 배출량 대비 약 33% 정도를 감축해야 하는 반면, 시나리오 I-4의 경우에는 약 29%만을 감축해도 되는 결과가 나타나 있다. 반면, 룩셈부르크의 경우, 시나리오 I-4에 의하면 20%를 약간 웃도는 만큼을 감축해야 하지만, 시나리오 I-1에서는 그의 절반 정도인 10%만을 감축하면 된다.

전반적으로 시나리오 I-4의 경우는 미국에게 유리하게 작용하는 반면, 대부분의 유럽국가들에게는 상대적으로 더 높은 감축비율을 나타내고 있다. 그러나 시나리오 I-1은 그와 정반대의 결과를 나타내고 있다. 한편, 시나리오 I-3의 경우는 미국, 일본 및 주요 유럽국가보다는 그 외의 다른 국가들에게 불리한 결과로 나타났다.

우리나라는 시나리오 I-1의 경우에는 2000년도 배출량 대비 8.05%를 감축해야 하며 이러한 감축량은 OECD 국가들이 줄여야 할 전체 감축량의 약 1.4%에 해당하는 것으로 나타났다. 가장 감축비율이 높게 나타나는 것은 시나리오 I-3으로 2000년도 배출량 대비 12.08%를 감축해야 하며 이러한 감축량은 전체 OECD 국가 감축량의 2.11%에 해당하는 것으로 분석되었다. 이는 OECD 국가 중 우리나라의 이산화탄소 집약도가 상대적으로 크기 때문이다. 우리나라의 경우 이산화탄소 집약도의 비중이 많은 시나리오 I-3이 감축량이 가장 많다는 결과는 OECD 국가만을 대상으로 온실가스 감축을 할당할 때 이산화탄소 집약도가 온실가스 감축할 당 기준으로서 우리나라에게 불리하다는 것을 시사한다.

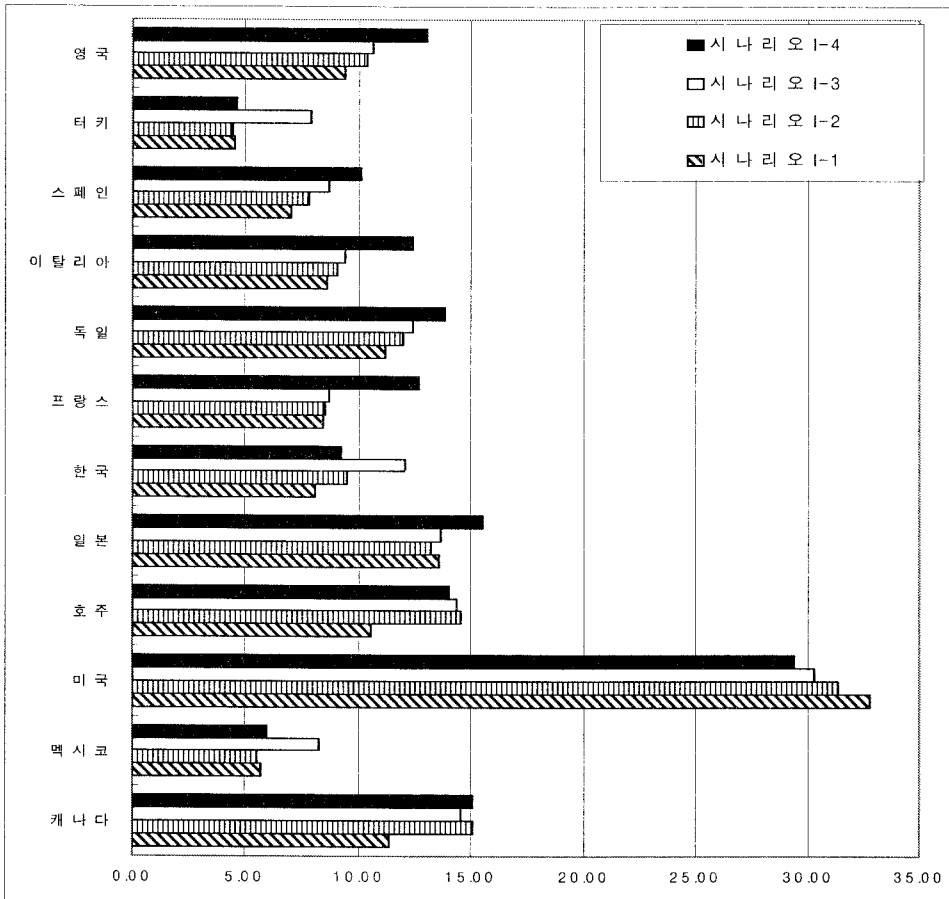
이러한 결과들은 각 나라들마다 처해 있는 상황이 다르고 또 그러한 상황은 시나리오에 따라 다른 결과로 나타나고 있다. 따라서 어느 한 가지 기준과 원칙을 이용할 경우 많은 나라들로부터 공감대와 협력을 얻기가 매우 어려울 것이란 점을 시사하고 있으며, 여러 가지 원칙들을 이용한 의무부담방식 역시 각 나라마다 다른 결과를 가져오므로 모든 국가들이 공통적으로 수용할 수 있는 의무부담방식을 찾는 것은 매우 어려운 일임을 알 수 있다.

〈표2〉 의무부담방안 I 에 따른 OECD 국가별 결과 비교

	전체 OECD 온실가스 감축량 중 개별 국가의 온실가스 감축비율(%)				국가별 2000년도 온실가스 배출량 대비 온실가스 감축비율			
	시나리오 I-1	시나리오 I-2	시나리오 I-3	시나리오 I-4	시나리오 I-1	시나리오 I-2	시나리오 I-3	시나리오 I-4
	캐 나 다	0.0240	0.0319	0.0307	0.0319	11.33%	15.02%	14.49%
멕시코	0.0082	0.0079	0.0120	0.0086	5.65%	5.45%	8.26%	5.93%
미 국	0.7452	0.7159	0.6909	0.6704	32.77%	31.39%	30.28%	29.39%
호 주	0.0140	0.0192	0.0191	0.0186	10.57%	14.50%	14.38%	14.01%
일 본	0.0627	0.0614	0.0633	0.0722	13.52%	13.21%	13.61%	15.53%
한 국	0.0140	0.0165	0.0211	0.0160	8.05 %	9.44%	12.08%	9.18%
뉴질랜드	0.0007	0.0010	0.0011	0.0012	5.82%	7.46%	8.31%	9.56%
오스트리아	0.0015	0.0019	0.0019	0.0030	6.12%	7.52%	7.38%	11.90%
벨기에	0.0038	0.0050	0.0050	0.0059	7.77%	10.28%	10.33%	12.25%
체코	0.0040	0.0051	0.0070	0.0042	8.34%	10.61%	14.67%	8.88%
덴마크	0.0013	0.0017	0.0017	0.0025	6.58%	8.48%	8.25%	12.24%
핀란드	0.0015	0.0020	0.0021	0.0026	6.98%	9.26%	9.38%	11.64%
프랑스	0.0126	0.0128	0.0131	0.0190	8.40%	8.49%	8.71%	12.65%
독일	0.0372	0.0401	0.0416	0.0465	11.13%	11.97%	12.38%	13.85%
그리스	0.0022	0.0027	0.0034	0.0029	6.10%	7.58%	9.55%	8.32%
헝가리	0.0011	0.0012	0.0018	0.0014	4.81%	5.60%	8.14%	6.33%
아이슬란드	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	5.58%	7.08%	6.90%	11.67%
아일랜드	0.0012	0.0016	0.0015	0.0021	7.08%	9.44%	9.15%	12.52%
이탈리아	0.0147	0.0156	0.0161	0.0213	8.59%	9.08%	9.40%	12.42%
룩셈부르크	0.0003	0.0005	0.0004	0.0007	10.30%	14.77%	11.46%	20.52%
네덜란드	0.0056	0.0072	0.0071	0.0090	7.90%	10.12%	10.01%	12.65%
노르웨이	0.0008	0.0010	0.0009	0.0019	6.23%	7.45%	6.74%	14.36%
폴란드	0.0085	0.0096	0.0151	0.0085	7.21%	8.17%	12.82%	7.18%
포르투갈	0.0012	0.0014	0.0017	0.0019	4.91%	5.84%	7.06%	7.98%
스페인	0.0080	0.0089	0.0100	0.0115	6.96%	7.79%	8.70%	10.06%
스웨덴	0.0011	0.0013	0.0013	0.0023	5.29%	6.12%	6.15%	11.04%
스위스	0.0009	0.0010	0.0010	0.0020	5.39%	6.16%	5.97%	12.09%
터키	0.0037	0.0036	0.0065	0.0038	4.55%	4.43%	7.89%	4.63%
영국	0.0201	0.0221	0.0227	0.0278	9.41%	10.32%	10.61%	13.01%

<그림1>에는 의무부담방식 I에 의해 시나리오별로 주요 OECD 국가들이 2000년도의 배출량 대비 몇 퍼센트의 온실가스 배출량을 삭감해야 하는지에 대한 결과가 나타나 있다. 미국, 호주, 일본, 캐나다를 제외한 다른 OECD 국가들은 시나리오에 따라 다르긴 하지만 대체로 2000년도 배출량 대비 약 10% 내외로 온실가스를 감축해야 할 것으로 분석되었다.

<그림1> 시나리오별 주요 OECD 국가의 의무부담방식 I 결과 비교 (온실가스 감축비율: %)



2. 의무부담방안 II의 시나리오별 주요 결과

두 번째 의무부담방안은 식(2)를 이용한 것으로 전체 OECD 국가의 인구비율, CO₂ 배출량 비율, GDP 비율에 기초하고 있으며, 가중치에 따른 4개의 시나리오를 설정하여 분석하였다. 즉, 가중치인 w_e 값은 0.05와 0.33을, w_f 는 최소 0.33 최대 0.8 값을 사용했고, w_g 는 최소 0.15

최대 0.6을 사용하였다.⁵⁾

$$\text{시나리오II-1} : \frac{1}{3}(CO_2 + POP + GDP)$$

$$\text{시나리오II-2} : 0.05CO_2 + 0.6POP + 0.35GDP$$

$$\text{시나리오II-3} : 0.05CO_2 + 0.8POP + 0.15GDP$$

$$\text{시나리오II-4} : 0.05CO_2 + 0.35POP + 0.6GDP$$

시나리오II-1은 세 가지 지표에 대한 가중치를 동일하게 한 것이고, 시나리오II-2와 시나리오II-3은 CO₂ 배출량에 대한 비중을 높게 하였고 시나리오II-4는 GDP의 비중을 상대적으로 높게 설정하였다.

<표1>의 자료와 식(2)를 이용하여 시나리오별로 분석한 결과가 <표3>에 나타나 있다. <표3>에는 OECD 회원국들이 2000년도 대비 온실가스 감축량을 20%가 되도록 하기 위해 각 회원국들이 몇 퍼센트의 이산화탄소를 감축해야 하며, 또 그러한 감축량은 OECD 전체 감축량의 몇 퍼센트를 차지하는가에 대한 결과가 나타나 있다.

의무부담방식 I의 결과와 비교하여 동 분석에서는 모든 시나리오에서 미국의 감축량 비중이 매우 작게 나타나고 있다. 구체적으로 살펴보면, 시나리오II-1의 경우에는 멕시코, 프랑스, 노르웨이, 포르투갈, 스웨덴, 스위스, 터키 등의 나라에서 높은 감축비율이 나타났고, 시나리오II-2에서는 프랑스, 노르웨이, 스웨덴, 스위스 등의 국가가 높은 감축률을 보이고 있다. 한편, 시나리오II-3에서는 국가 간 차이가 비교적 작게 나타나고 있다. 대부분의 국가가 20%에 근접한 수치를 보이고 있어, 수평적 평등(혹은 형평성) 원칙에 가장 부합한 결과라고 볼 수도 있다.

우리나라의 경우, 시나리오II-1에서는 2000년도 배출량 대비 약 19.8%를 줄여야 하며, 이는 전체 OECD 국가들이 감축목표 20%를 달성하기 위한 총 감축량의 3.5%이다. 시나리오II-4의 결과에는 2000년도 배출량 대비 17.4%를 줄여야 하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 의무부담방식 I의 시나리오 결과와 비교해 볼 때 의무부담방식II가 우리나라의 입장에서는 받아들이기 어려운 방안으로 평가된다. 의무부담방식II의 시나리오 결과는 의무부담방식 I의 시나리오 결과보다 약 2배를 감축해야 하는 것으로 의무부담방식II는 우리나라에게는 매우 불리하다. 즉 주권적 평등 원칙을 나타내는 인구비율, CO₂ 배출량 비율, GDP 비율 등의 지표들을 기준으로 OECD 국가만을 대상으로 온실가스 감축을 할당하는 방안은 우리나라의

5) 가중치 값들은 Ringius *et al* (1998)에서 사용된 수치들을 적용함.

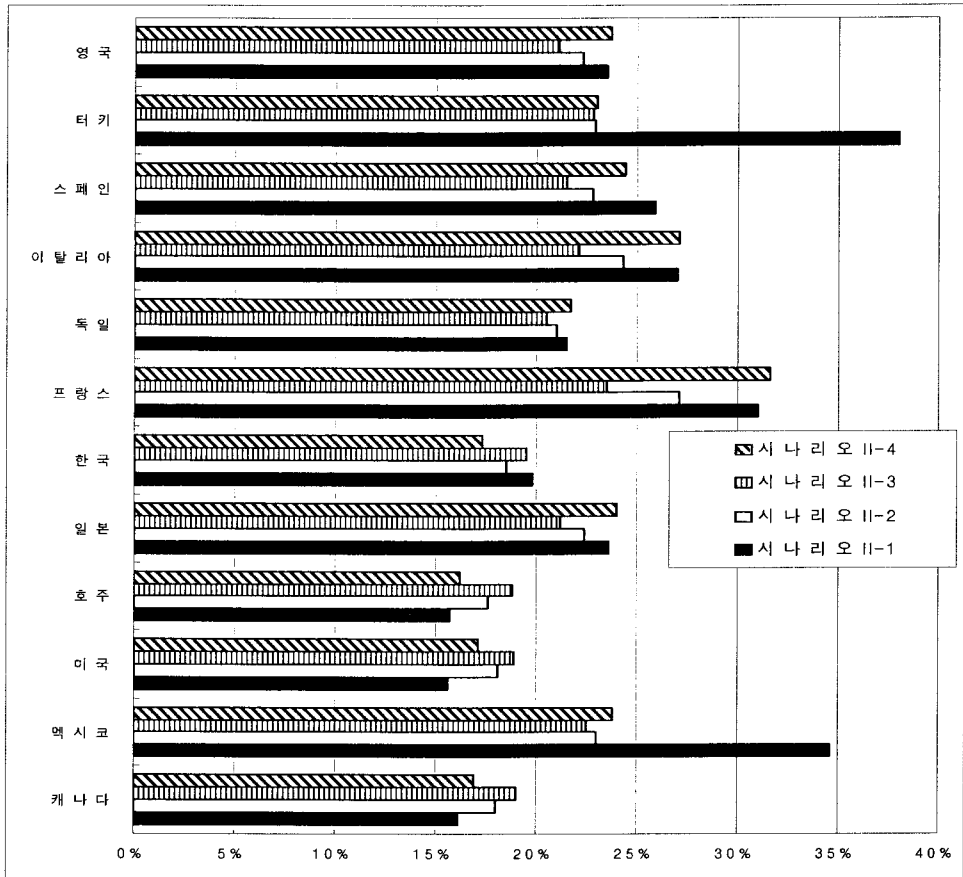
입장에서는 받아들이기 매우 어려운 방안으로 평가된다.

〈표3〉 의무부담방안Ⅱ에 따른 OECD 국가별 결과 비교

	전체 OECD 온실가스 감축량 중 개별 국가의 온실가스 감축비율(%)				국가별 2000년도 온실가스 배출량 대비 온실가스 감축비율			
	시나리오 Ⅱ-1	시나리오 Ⅱ-2	시나리오 Ⅱ-3	시나리오 Ⅱ-4	시나리오 Ⅱ-1	시나리오 Ⅱ-2	시나리오 Ⅱ-3	시나리오 Ⅱ-4
캐 나 다	0.0342	0.0382	0.0402	0.0358	16.10%	18.02%	18.95%	16.86%
멕시코	0.0501	0.0334	0.0326	0.0344	34.62%	23.04%	22.48%	23.75%
미국	0.3558	0.4137	0.4321	0.3906	15.59%	18.12%	18.93%	17.11%
호주	0.0209	0.0234	0.0249	0.0215	15.73%	17.63%	18.78%	16.19%
일본	0.1098	0.1044	0.0985	0.1118	23.59%	22.44%	21.17%	24.03%
한국	0.0346	0.0324	0.0340	0.0303	19.78%	18.54%	19.49%	17.35%
뉴질랜드	0.0030	0.0027	0.0027	0.0029	23.48%	21.52%	20.86%	22.36%
오스트리아	0.0069	0.0063	0.0057	0.0071	27.10%	24.94%	22.36%	28.17%
벨기에	0.0096	0.0097	0.0097	0.0098	19.80%	20.10%	20.01%	20.21%
체코	0.0080	0.0080	0.0089	0.0070	16.72%	16.79%	18.60%	14.53%
덴마크	0.0048	0.0046	0.0043	0.0050	23.82%	22.90%	21.35%	24.84%
핀란드	0.0046	0.0046	0.0045	0.0047	21.06%	20.81%	20.38%	21.36%
프랑스	0.0467	0.0407	0.0353	0.0475	31.03%	27.06%	23.46%	31.56%
독일	0.0723	0.0706	0.0688	0.0729	21.54%	21.04%	20.50%	21.72%
그리스	0.0078	0.0070	0.0071	0.0069	22.08%	19.87%	20.16%	19.49%
헝가리	0.0060	0.0047	0.0047	0.0047	27.15%	21.17%	21.11%	21.26%
아이슬란드	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003	27.60%	25.30%	22.52%	28.76%
아일랜드	0.0036	0.0036	0.0034	0.0037	21.46%	21.40%	20.61%	22.38%
이탈리아	0.0462	0.0418	0.0380	0.0465	26.96%	24.34%	22.14%	27.09%
룩셈부르크	0.0006	0.0007	0.0007	0.0007	18.89%	21.19%	20.29%	22.32%
네덜란드	0.0149	0.0149	0.0145	0.0153	20.82%	20.86%	20.37%	21.47%
노르웨이	0.0042	0.0039	0.0033	0.0047	31.36%	29.00%	24.14%	35.08%
폴란드	0.0243	0.0210	0.0228	0.0188	20.59%	17.82%	19.33%	15.93%
포르투갈	0.0068	0.0056	0.0053	0.0061	28.47%	23.44%	21.99%	25.25%
스페인	0.0297	0.0262	0.0247	0.0280	25.92%	22.80%	21.53%	24.40%
스웨덴	0.0070	0.0060	0.0051	0.0071	33.31%	28.59%	24.20%	34.09%
스위스	0.0059	0.0051	0.0042	0.0063	35.32%	30.59%	25.06%	37.49%
터키	0.0313	0.0188	0.0187	0.0189	38.02%	22.88%	22.76%	23.03%
영국	0.0503	0.0477	0.0452	0.0508	23.47%	22.28%	21.11%	23.75%

<그림2>에는 의무부담방식Ⅱ에 의해 시나리오별로 주요 OECD 국가들이 2000년도의 배출량 대비 몇 퍼센트의 온실가스 배출량을 삭감해야 하는지에 대한 결과가 나타나 있다. OECD 국가들은 시나리오에 따라 다르긴 하지만 대체로 2000년도 배출량 대비 약 15%-35% 범위 내에서 이산화탄소를 감축해야 하는 것으로 나타나고 있다.

<그림2> 시나리오별 주요 OECD 국가의 의무부담방식Ⅱ 결과 비교 (온실가스 감축비율; %)



3. 의무부담방안Ⅲ의 시나리오별 주요 결과

의무부담방안Ⅲ은 식(3)을 이용한 것으로 GDP, GDP 집약도 및 일인당 GDP 지표를 활용하였다. GDP에 대한 가중치(w_b)는 20, 33.3, 80을 그리고 GDP 집약도에 대한 가중치(w_c)와 일인당 GDP에 대한 가중치(w_d)는 10, 20, 33.3, 60을 사용하였다.⁶⁾ 시나리오Ⅲ-1에서부터 시나리오Ⅲ-4는 세 가지 지표에 대한 가중치를 달리하여 고려한 시나리오이며, 가중치의 합은

100이 된다. 각 시나리오는 다음과 같다.

$$\text{시나리오III-1} : \frac{100}{3} \times \left(GDP + \frac{CO_2}{GDP} + \frac{GDP}{POP} \right)$$

$$\text{시나리오III-2} : (80 \times GDP) + 10 \times \left(\frac{CO_2}{GDP} + \frac{GDP}{POP} \right)$$

$$\text{시나리오III-3} : 20 \times \left(GDP + \frac{CO_2}{GDP} \right) + 60 \times \frac{GDP}{POP}$$

$$\text{시나리오III-4} : 20 \times \left(GDP + \frac{GDP}{POP} \right) + 60 \times \frac{CO_2}{GDP}$$

시나리오와 관련하여 한 가지 특이 사항은 GDP의 수치는 다른 두 가지 지표의 수치들과 비교하여 매우 크기 때문에 세 가지 지표를 동일한 단위로 사용하게 되는 경우 GDP에 의한 변동 요인만이 결과에 큰 영향을 주는 왜곡현상이 발생할 수 있다. 이러한 기술적인 문제를 해결하기 위해 GDP 수치를 100,000으로 나눈 후 다른 지표들과 같이 사용하였다. 시나리오 별 결과가 <표4>와 <그림3>에 나타나 있다.

각 시나리오마다 기준연도 배출량보다도 더 많은 이산화탄소를 줄여야 하는 국가들이 존재한다. 즉, 시나리오III-1의 경우에는 아이슬랜드가 150.5%(즉, 2000년도 배출량 대비 약 1.5배의 이산화탄소를 감축해야 함)를 감소시켜야 하는 것으로 나타났다. 그러나 아이슬랜드의 이러한 감축량은 2000년도 기준 OECD 국가들의 감축 목표량의 0.1%에 해당하는 아주 작은 부분이다. 이러한 점은 아이슬랜드의 경우 이산화탄소를 배출하는 것이 미미하긴 하지만 OECD 회원국 간의 이산화탄소 감축에 대한 형평성이라는 원칙에서 다른 회원국들과 비슷하게 줄이는 것을 고려할 때 개별 국가인 아이슬랜드는 자국이 배출하는 이산화탄소 배출량보다 상대적으로 더 많은 이산화탄소 배출량을 감축해야 하는 것으로 해석된다.

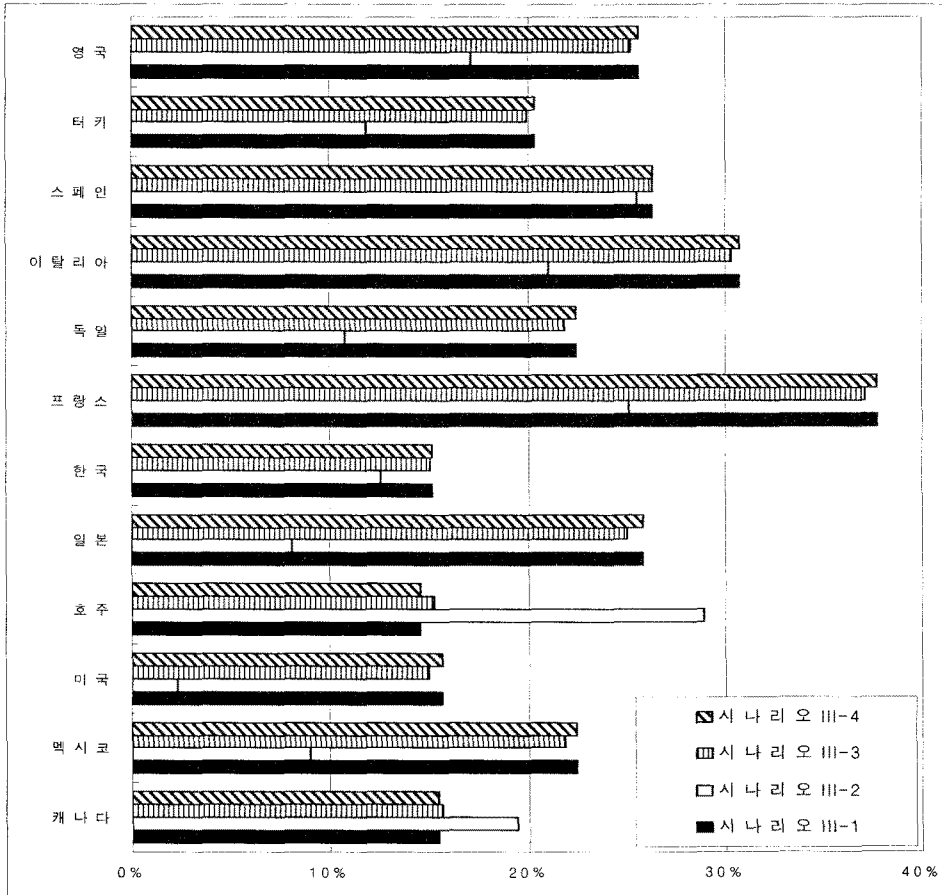
우리나라의 경우에는 12.6%에서 15.1% 수준으로 온실가스를 감축해야 하는 것으로 분석되었고, 그러한 감축량은 OECD 전체 감축량의 약 2.2~2.7%에 해당하는 것으로 나타났다.

6) 가중치 값들은 Ringius *et al* (1998)에서 사용된 수치들을 적용함.

<표4> 의무부담방안Ⅲ에 따른 OECD 국가별 결과 비교

	전체 OECD 온실가스 감축량 중 개별 국가의 온실가스 감축비율(%)				국가별 2000년도 온실가스 배출량 대비 온실가스 감축비율			
	시나리오 III-1	시나리오 III-2	시나리오 III-3	시나리오 III-4	시나리오 III-1	시나리오 III-2	시나리오 III-3	시나리오 III-4
캐 나 다	0.0328	0.0413	0.0332	0.0328	15.45%	19.45%	15.64%	15.45%
멕시코	0.0326	0.0131	0.0316	0.0326	22.49%	9.01%	21.85%	22.49%
미국	0.3563	0.0515	0.3418	0.3563	15.61%	2.26%	14.97%	15.61%
호주	0.0194	0.0384	0.0203	0.0194	14.61%	28.93%	15.30%	14.61%
일본	0.1204	0.0376	0.1165	0.1204	25.88%	8.08%	25.03%	25.88%
한국	0.0265	0.0220	0.0263	0.0265	15.17%	12.61%	15.05%	15.17%
뉴질랜드	0.0037	0.0300	0.0049	0.0037	28.65%	235.28%	38.52%	28.65%
오스트리아	0.0091	0.0404	0.0106	0.0091	36.10%	159.80%	42.00%	36.10%
벨기에	0.0106	0.0376	0.0119	0.0106	21.86%	77.52%	24.52%	21.86%
체코	0.0056	0.0198	0.0063	0.0056	11.71%	41.43%	13.13%	11.71%
덴마크	0.0065	0.0408	0.0081	0.0065	32.13%	202.16%	40.25%	32.13%
핀란드	0.0057	0.0368	0.0072	0.0057	25.81%	166.68%	32.53%	25.81%
프랑스	0.0567	0.0378	0.0558	0.0567	37.68%	25.11%	37.08%	37.68%
독일	0.0752	0.0361	0.0733	0.0752	22.40%	10.75%	21.84%	22.40%
그리스	0.0070	0.0233	0.0077	0.0070	19.70%	65.84%	21.90%	19.70%
헝가리	0.0048	0.0172	0.0054	0.0048	21.77%	77.45%	24.43%	21.77%
아이슬란드	0.0013	0.0408	0.0032	0.0013	150.47%	4685.62%	367.01%	150.47%
아일랜드	0.0049	0.0408	0.0066	0.0049	29.48%	245.54%	39.80%	29.48%
이탈리아	0.0527	0.0362	0.0520	0.0527	30.75%	21.09%	30.29%	30.75%
룩셈부르크	0.0025	0.0704	0.0058	0.0025	78.37%	2172.50%	178.36%	78.37%
네덜란드	0.0166	0.0391	0.0177	0.0166	23.26%	54.83%	24.77%	23.26%
노르웨이	0.0071	0.0519	0.0093	0.0071	52.84%	383.86%	68.64%	52.84%
폴란드	0.0147	0.0148	0.0147	0.0147	12.43%	12.51%	12.44%	12.43%
포르투갈	0.0070	0.0249	0.0079	0.0070	29.15%	103.56%	32.70%	29.15%
스페인	0.0302	0.0293	0.0302	0.0302	26.36%	25.54%	26.32%	26.36%
스웨덴	0.0095	0.0385	0.0109	0.0095	45.55%	184.05%	52.16%	45.55%
스위스	0.0089	0.0433	0.0105	0.0089	52.90%	257.84%	62.68%	52.90%
터키	0.0168	0.0098	0.0164	0.0168	20.37%	11.89%	19.97%	20.37%
영국	0.0549	0.0367	0.0540	0.0549	25.65%	17.16%	25.24%	25.65%

<그림3> 시나리오별 주요 OECD 국가의 의무부담방식 II 결과 비교 (온실가스 감축비율; %)



OECD 국가들이 2000년도 온실가스 배출량을 기준으로 20%를 감축하는 것을 가정할 때, 다양한 의무부담공식을 이용하여 우리나라는 어느 정도의 비중에서 해당하는 온실가스 감축의 의무 부담을 할당받을 것인가와 그 비중은 2000년도 온실가스 배출량을 기준으로 어느 정도인지에 대한 결과가 <표5>에 종합 정리되어 있다. 의무부담방식과 시나리오별로 다른 결과가 나타나지만 첫 번째 의무부담공식(방안)을 이용했을 때가 가장 비중이 낮게 나타났고, 두 번째 의무부담공식(방안)을 사용하는 경우 가장 높은 의무부담을 할당받을 것으로 나타났다. 첫 번째 의무부담공식을 이용할 경우, 우리나라는 OECD 국가들이 감축해야 하는 총 감축량의 약 1.4~2.11%에 해당하는 34.9~52.4백만 톤을 할당받을 것으로 예상되며, 이는 2000년도 우리나라 온실가스 총 배출량(433.57백만 톤)의 약 8.05~12.08%에 해당하는 것으로 분석되었다. 한편, 세 번째 의무부담공식을 사용하는 경우에는 시나리오별로 약간 상이하지만 OECD 국가 총 감축량의 약 2.2~2.65%에 해당하는 54.7~65.8백만 톤을 할당받을 것으로 예

상되며, 이는 2000년도 우리나라 온실가스 총 배출량의 약 12.61~15.17%에 해당하는 것으로 분석되었다.

〈표5〉 의무부담방안 시나리오별 우리나라의 온실가스 감축비율

시나리오	전체 OECD 온실가스 감축량 중 온실가스 감축비율(%)	2000년도 온실가스 배출량 대비	
		감축비율(%)	감축량 (백만 톤)
I-1	1.40	8.05	34.902
I-2	1.65	9.44	40.929
I-3	2.11	12.08	52.375
I-4	1.60	9.18	39.802
II-1	3.46	19.78	85.760
II-2	3.24	18.54	80.384
II-3	3.40	19.49	84.503
II-4	3.03	17.35	75.224
III-1	2.65	15.17	65.773
III-2	2.20	12.61	54.673
III-3	2.63	15.05	65.252
III-4	2.65	15.17	65.773

V. 결론 및 시사점

온실가스 감축의무 부담시기 및 참여기준은 어떤 국가가 언제부터 감축의무를 부담해야 하는가의 문제이다. 교토의정서상에서 제1차 이행기간(2008~2012년) 중 부속서 I 국가에 대한 감축의무를 확정하고 있다는 점을 고려할 때, 비부속서 I 국가(개도국)에 대한 감축의무는 2013년 또는 그 이후를 대상으로 논의하는 것이 합리적이다. 우리나라의 경우에는 일인당 배출량, 일인당 GDP, 누적 및 연간 총 배출량 등 논의되고 있는 주요 지표에 있어서 세계적으로 상위에 위치해 있다. 따라서 교토의정서상 제1차 이행기간을 제외한 가장 빠른 시기인 제2차 이행기간(2013~2017년)에 감축의무를 부담하게 되는 상황을 배제할 수 없는 실정이다. 한편 감축목표의 확정시점 및 지표는 배출한도를 사전에 고정시킬 것인가, 혹은 온실가스 집약도(GDP당 배출량) 목표만 사전에 결정하고 배출한도는 경제상황을 고려하여 사후적으로 확정지를 것인가와 같은 문제를 포함하고 있다. 반면, 목표량의 결정기준(감축의무 할당 원칙)은 배출한도를 인구비례로 할당할 것인가, 혹은 일인당 GDP(소득수준)에 비례하여 감축목표를 할당할 것인가와 같이 형평성과 밀접히 관련된 설계변수이다.

본 연구의 주요 결과는 다음과 같다. 첫째, 우리나라의 경우 온실가스 감축의무 할당 원칙과 관련된 주요 지표의 위치가 상위이고 OECD 국가인 점을 감안하여 제2차 이행기간의 감축의무부담 할당을 OECD 국가그룹에 한정하여 시도한 결과, 의무부담방식에 따라 다르지만 전체적으로 우리나라의 의무감축량이 일부 국가를 제외한 여타 OECD 국가와 비슷하게 나타났다. 그러나 우리나라는 대부분의 OECD 국가에 비해 역사적 책임이 작고 일인당 GDP도 상대적으로 낮으며, 우리나라의 경제와 산업에 미치는 부정적 영향이 클 것으로 예상되기 때문에 이와 같은 결과를 받아들이기 어려운 입장이다. 따라서 기존의 부속서 I 국가(기존의 선도 OECD 국가)와는 다른 국가그룹으로의 분류와 다른 의무부담방식으로의 할당이 필요하다.

둘째, 우리나라가 포함된 OECD 국가만으로 또는 OECD 국가 그룹 내에서의 의무부담 할당시에는 의무부담방식Ⅱ와 같이 기존의 주권적 평등의 원칙에 기초한 지표를 기준으로 하는 할당방식은 우리나라에게 불리한 것으로 나타났다. 즉, 의무부담방식Ⅱ는 기존의 인구수, 배출량, 소득수준을 인정하는 것을 함축하고 있는 무상배분(grandfathering) 원칙의 일종이며, 우리나라와 같이 주요 OECD 국가에 비해 경제발전 기간이 짧고, 경제발전 수준이 낮은 국가는 받아들이기 어려운 방식이다. 따라서 의무부담 협상시 의무부담방식Ⅱ와 같은 방식은 피하는 것이 바람직하다.

셋째, 우리나라가 포함된 OECD 국가만으로 또는 OECD 국가 그룹 내에서의 의무부담 할당시에 GDP(또는 부가가치)에 대한 온실가스 집약도를 할당기준의 주요 지표로 사용하는 것은 불리한 결과를 초래하는 것으로 나타났다. 일인당 CO₂ 배출량, GDP, GDP에 대한 이산화탄소 집약도, 일인당 GDP를 감축할당의 자료로 사용한 의무부담방식 I의 시나리오별 결과는 이산화탄소 집약도의 상대적 비중이 가장 큰 시나리오 I-3의 경우가 우리나라의 의무감축량이 가장 크게 나타났다. 이러한 결과는 OECD 국가 중 우리나라의 이산화탄소 집약도가 상대적으로 크기 때문인 것으로 추측된다. 한편, 우리나라의 기존 연구결과에서 선호되는 의무부담방식 중 하나로 온실가스 집약도 방식이 자주 거론되는 이유는 그 분석(할당)의 대상 국가그룹이 본 연구와 달리 선진국을 제외한 개발도상 국가그룹이기 때문이다.

본 연구는 다음과 같은 한계점을 가지고 있다. 첫째, 우리나라가 OECD 국가이긴 하지만 다른 OECD 국가들과는 역사적 책임이 다르므로, 본 연구에서 사용한 인구수, 일인당 배출량, 일인당 GDP 인자(혹은 지표)들 외에도 각국의 역사적 책임을 반영할 수 있는 지표(예, 누적 배출량)를 사용한 의무부담방안을 제안하는 것이 필요하다. 둘째, 의무부담방식에 사용된 가중치와 관련하여, 본 연구에서 사용된 가중치는 기존 연구(Ringius *et al*, 1998)에서 사용된 값들을 적용하였지만 연구자의 자의적인 판단에 의해 다른 값들이 적용될 수 있고 또 적용된

값에 따라 각기 다른 결과들이 나타나는 단점이 있다. 합리적인 가중치의 선정을 위해서는 전문가를 대상으로 설문조사(AHP 혹은 DEA 방법)를 실시하여 그 결과를 가중치에 반영하는 것이 바람직하다. 셋째, 의무부담방식 (1), (2), (3)에서는 단위가 서로 다른 변수들을 사용하고 있음에도 불구하고 변수들의 단위를 동일한 단위 혹은 무단위(dimensionless)로 처리하지 못한 한계점을 가지고 있다. 예를 들어, GDP변수의 단위는 금융단위(예, \$)인 반면, 일인당 배출량(CO₂/POP)변수의 단위는 (톤/인)이므로 각 변수에 가중치를 부여하는 경우 변수간의 단위를 우선적으로 통일한 후 가중치를 부여해야 하는 문제점을 가지고 있다.

향후 온실가스 감축의무 부담방안과 관련된 연구는 형평성, 책임, 능력, 국가 환경지표 등을 종합적으로 이용한 의무부담방안의 개발이 필요하며, 국가 그룹분류에 관한 분석, 국가 그룹 간 혹은 그룹 内の 감축 정도에 대한 보다 광범위하고 정교한 의무부담방안 개발이 필요하다.

참고문헌

- 에너지경제연구원. 2002. 「형평성을 고려한 국가 간 온실가스 감축분담에 대한 연구」
- 에너지경제연구원. 2003. 「기후변화협약 및 교토의정서 대응 전략 연구」
- 에너지경제연구원. 2004. 「기후변화협약 대응을 위한 중장기 정책 및 전략수립에 관한 연구」
- 에너지경제연구원. 2005. 「기후협약 협상분석 및 개도국 의무부담 협상 대응 전략 수립」
- 한국환경정책·평가연구원. 2002. 「개도국의 온실가스 감축의무 참여방식에 관한 연구」
- 한국환경정책·평가연구원. 2003. 「온실가스 집약도 목표설정 및 배출권 거래제도와 연계 방안에 관한 연구」
- Barrett, S. 1992, “Acceptable Allocations of Tradable Carbon Emission Entitlements in a Global Warming Treaty” *Combating Global Warming*. Geneva: UNCTAD.
- Cazorla, M. and M. Toman. 2000, *International Equity and Climate Change Policy*. Resources for the Future, Climate Issue Brief No. 27.
- International Energy Agency. 2004. *CO₂ Emissions from Fuel Combustion*.
- Ridgley, M.A. 1996. “Fair Sharing of Greenhouse Burdens” *Energy Policy* 24(6): 517-529.
- Ringius, L., A. Torvanger and B. Holtmark. 1998. “Can Multi-criterial Rules Fairly Distribute Climate Burdens?” *Energy Policy* 26(10): 777-793.
- Rose, A. 1992. “Equity Considerations of Tradable Carbon Emission entitlements” *Combating Global Warming*. Geneva: UNCTAD.
- Rose, A. et al. 1997. *International Equity and Differentiation in Global Warming Policy*, Mimeo, The Pennsylvania State University, California Energy Commission, and Pacific Northwest Laboratory, 31 July.
- Rowlands, I.H. 1997. “International Fairness and Justice in Addressing Global Climate Change” *Environmental Policies* 6(3): 1-30.
- Winkler, H., R. Spalding-Fecher and L. Tyani. 2002. “Comparing Developing Countries under Potential carbon Allocation Schemes” *Climate Policy* 2(4): 303-318.
- World Resource Institute. 2003. *Climate Convention Indicators: Indicator Framework Paper*.