

온실가스 감축 할당의 형평성 분석

이상엽*

Exploring an Equitable Allocation Framework for Domestic GHG Emissions Reduction

Sang-Youp Lee

한국환경정책·평가연구원 연구위원(Korea Environment Institute)

제출: 2011년 1월 26일 수정: 2011년 4월 5일 승인: 2011년 6월 2일

국문 요약

기후변화 대응 온실가스 감축 이행을 위하여 경제적 효율성과 사회적 수용성 원칙을 고려한 국가할당방안 기준 및 지표를 제시하고, 노력배분지수를 이용하여 노력배분량을 도출하였다. 그리고 노력배분량을 부문별 선호도 관점과 로렌츠 곡선을 이용한 국가 전체의 형평성 관점에서 노력배분 결과의 형평적 배분 여부를 분석하였다. 본 연구에서 제시한 형평적 배분방식은 경제적 접근보다 형평성이 모두 높은 것으로 평가되었다. 부문별 할당방안의 기준으로 저감잠재성 비중, 지불능력 비중, 배출증가율 비중을 고려할 때, 부문별 선호도 및 국가 전체 관점에서 모두 지불능력 비중에 보다 가중치가 높을수록 형평성이 높은 것으로 분석되었다. 반면, 비용효율성을 강조하는 저감잠재성 비중에 보다 가중치가 높을수록 형평성은 상대적으로 낮을 것으로 분석되었다. 그러나 사회적 수용성은 부문별 선호도 차이가 발생할 수 있으므로 형평적 노력배분 시 이를 고려하여 접근하는 것이 중요하다. 즉, 저감잠재량을 기준으로 노력배분 시 상대적으로 높은 비용효율성의 장점이 기대되지만, 형평성 관점에서는 상대적으로 취약할 것으로 평가된다. 이와 같은 분석 결과는 정부가 경제성을 포함한 포괄적 차원의 부문 간 노력배분 결정 시 경제성 및 형평성 확보를 위해 고려할 수 있는 기본방향에 관한 시사점을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

주제어 온실가스 감축, 노력배분, 형평적 할당, 로렌츠 곡선

Abstract

It is important to consider an equitable allocation framework for domestic GHG emission reduction. First, the study established criteria and indicators for the National Allocation Plan (NAP) based on the principles of cost-efficiency and social-acceptance, and performed a case study of the sectoral effort sharing method, using the effort sharing index. The equity analysis of effort sharing based on sectoral preferences and inter-sectoral equity using a Lorenz Curve are performed. The equitable method is more likely to be suitable than the economic one which considers just reduction potential. Equitable effort sharing reflects a higher level of equity than economic effort sharing. At the same time, the equitable effort sharing method is essential for reflecting equity and establishing criteria for equity

* umwelt@kei.re.kr

** 이 연구는 한국환경정책·평가연구원의 2009년 기본연구과제로 수행되었음.

because evaluation with the equitable effort sharing method depends in particular on the weight of equity criteria. The result suggests the importance of consideration of equity and the establishment of equity criteria. In conclusion, it is critical to consider not only cost-efficiency but equity in policy decision making in terms of the sectoral effort sharing for national GHG reduction target.

▣ **Keywords** ▣ GHG Emission Reduction, Effort Sharing, Equitable Allocation, Lorenz Curve

I. 서론

기후변화 대응 온실가스 감축을 위해 국가적 관점의 온실가스 감축목표 설정이 요구된다. 이와 관련해 국가감축목표를 달성하기 위한 책임배분(Burden Sharing) 또는 노력배분(Effort Sharing)¹⁾은 중요한 과제이다. 특히 국가감축목표의 노력배분을 마련하기 위해 경제적 효율성뿐 아니라 사회적 수용성을 최대한 확보할 수 있는 사회적 논의 과정이 중요하다. 또한, 정책 및 조치, 공공관리 등의 정부 역할 뿐 아니라 생산자와 소비자의 역할분담에 관한 제시와 설득이 필요하다. 온실가스 감축과 관련된 사회적 합의란 개별 업종 및 산업계, 시민단체와 정부 간 다면적 협상이라기보다는 정부가 설득 가능한 다양한 정책적 시나리오를 제공하고 사회적 수용성을 확대해 나가는 것을 의미할 수 있다. 따라서 국가 내 각 부문별 노력배분과 관련된 접근방향 및 결과에 관한 연구는 향후 많은 정책적 시사점을 도출할 수 있으며, 정부가 국가감축목표를 결정하고 이행하는 데 기여할 수 있을 것이다.

본고에서는 우선 기후변화협약 및 온실가스 관점의 형평성(Equity, Fairness)과 관련한 해외연구를 분석하였다. 그리고 기후변화 대응 온실가스 감축을 위하여 경제적 효율성과 사회적 수용성 원칙을 고려한 국가할당방안 기준 및 지표를 제시하고, 노력배분지수를 이용하여 노력배분량을 도출하였다. 마지막으로 이와 같은 노력배분량을 부문별 선호도 관점과 로렌츠 곡선을 이용한 국가 전체의 형평성 관점에서 노력배분 결과의 형평적 배분 여부를 분석하였다.

1) Burden Sharing과 Effort Sharing의 명확한 개념적 차이는 없다. 그러나 일반적으로 Burden Sharing은 온실가스 감축의무를 부여받은 EU의 국가 간 감축의무배분 시, Effort Sharing은 업종 간 배분(Sectoral Approach) 시 사용되는 경향이 있다. Burden Sharing은 Effort Sharing에 비해 의무부여, 강제성, 법적 구속력 등이 보다 강조되는 용어라 할 수 있다. 본고에서는 현재 대한민국이 국제적으로 부여된 의무감축국이 아니라는 관점에서 노력배분(Effort Sharing)의 용어를 사용하였다.

II. 선행연구 분석

1.

형평적 할당과 관련된 연구주제는 형평성 개념(Fairness Concept), 경제학적 관점에서의 형평성(Fairness in Economics), 사회과학 관점에서의 형평성(Fairness in Social Science), 정치·법학적 관점에서의 형평성(Perspectives from Law and Political Science) 등 네 가지 부문으로 대별된다(Ferenc, 1999). 한편, 국내에서는 오진규(2002)의 연구가 있는데, 형평성을 고려한 감축방식에 대해 국가 간 예상 감축량을 비교분석하였다. 그리고 에너지경제연구원(2004)은 주요국 또는 연구기관에서 제기된 의무부담 방식을 체계적으로 비교하면서 정치적, 환경적, 기술적 측면에서 분석하였다.

우선, 형평성의 개념 연구로는 기후변화의 경우 형평성의 개념, 형평성의 주요이슈, 경제적 이해관계와의 관계, 정치 및 도덕적 차원에서의 형평성 등이 진행되었다. 세부적으로는 주로 경제성(Cost) 및 시간(long-Term) 고려 시 공정한 할당(Fair Allocation)이란 무엇인지, 국제협상과정에서의 형평성 개념 적용이 왜 필요한지, 형평성 개념 정립을 위해 어떤 원칙(Proportionality, Priority, Parity)이 요구되는지에 관한 것이다. 경제학 차원에서의 형평성 연구로는 형평성을 고려한 경제학 측면의 배출권할당방안, 의무부담 배분(Burden Sharing)의 경제적 접근 등이 주류를 이룬다. 사회과학 차원에서는 국가별 의무할당량의 불평등 요인, 기후변화 영향에 따른 개도국의 취약성 관점의 공정성 확보방안과 지역의 환경성 고려, 기후변화 영향과 사회 복지 회복을 위한 선진국의 역할을 강조하는 내용이다. 정치·법학적 형평성 연구는 국제법 차원에서 온실가스 규제의 정당성, 국제법에서의 형평성과 관련이 있다.

Ashton 외(2003)와 Madeleine(2007)은 형평성과 경제적 이해관계(Interest)와의 구별을 강조하였다. 일반적으로 형평성의 개념은 철학, 도덕 관점의 포괄적 차원으로 인식되고 있다. 반면 경제적 이해관계는 실용적인 개념으로 자원의 사용 및 분배의 경우 경제적 효율성에 초점을 두는 개념이다. 일반적으로 경제적 이해관계만이 강조되어 경제적 효율성이 곧 형평성이라는 일방적 접근을 할 수 있다. Ashton과 Madeleine은 근본적인 형평성이란 경제적 이해관계를 포괄하는 것이기 때문에 경제적 이해관계만을 강조하는 경우 근본적인 형평성 관점에서 취약하다는 것을 강조하고 있다. 경제적 이해관계 개념 뿐 아니라, 기타 형평적 요인을 동시에 고려한 “포괄적 형평적” 접근을 위해서는 정부, 기업, 민간단체 등 관련 이해관계자들 간에 충분한 의견수렴 및 조정과

정이 중요하다. 즉, 형평성 개념과 관련해 정당성 확보는 매우 중요함을 강조하고 있다. 이와 같은 관점에서 Ashton은 형평성을 결정하는 주요 요인으로 부문별 배출량 (Responsibility), 평등주의(Equal Entitlements)에 따른 동일한 감축의무 부여, 부문별 감축능력(Capability), 부문별 경제발전에 필요한 기본수요(Basic Needs), 감축의무 이행에 따른 상대적 노력(Comparative Effort)으로 구분하고 있다.

한편, Baer(2002)와 Edward(2007)는 형평성의 개념을 정치적 측면(Political Science Problem)과 도덕적 차원(Ethical Problem)에서 접근하였다. 형평성 개념에 접근하기 위해서는 무엇보다 현재대가 미래세대에 전가하는 위험성 측면과 기후변화로 야기될 부작용에 대해 책임이 크다는 점이 간과되어서는 안 된다는 점을 강조하고 있다. 기후 변화협약과 같은 국제협약의 형평성 관련 내용들은 정치적 측면이 주로 강조될 수 있다. 즉, 특정국가 및 부문이 갖는 정치적인 힘, 즉 국제협상력의 차이에 따라 기후변화 대응 및 온실가스 감축노력의 협상 결과가 이루어질 수 있으며, 이러한 협상논리를 바탕으로 특정국가 및 부문이 유리한 결과가 초래될 수 있다. 또한 도덕적 차원의 형평성으로서, 협상 결과에 대한 정당성(Justification) 및 국내외적 수용성에 관한 개념이다. 협상과정에서 경쟁국가간 자국의 입장을 대변하고, 이 결과에 대해 각국의 입장에서 평가하게 되는데, 이 평가과정에서 발생하는 형평성 개념에 관한 것이 이른바 도덕적 차원의 형평성 접근이다. 즉, Baer와 Edward는 사전적 관점의 정치적 형평성, 사후적 관점의 도덕적 형평성으로 구분하고 있으며, Ashton, Madeleine과 마찬가지로 형평성 개념과 관련해 정당성 확보를 강조하고 있다.

동 분야 연구들에서는 공동의 차별화 원칙에 의거하여 선진국의 추가부담을 강조함과 동시에 협상과정에서 선진국과 개도국의 동등한 의사결정권이 보장되어야 함을 강조하고 있다. 즉, 감축능력을 고려한 의무부담비율 차별화(Differentiation) 방안, 공동 책임의 원칙(Solidarity)하에 감축능력이 뛰어난 상위부문에서 하위부문에 대한 의무이행 비용 지원, 국제적 합의사항 준수(Restriction upon Sovereignty) 방안, 동등한 의사결정권의 보장(Participation in Decisions) 방안 등이 전반적으로 강조되고 있다. 형평성은 경제적 측면(비용효율성)과 비경제적 측면(정당성 및 합리적 요인)을 포괄하는 개념으로서, 배출기준 및 감축비용에 대한 적절한 원칙 선택이 중요하며, 또한 형평성 추진과정(사전적) 및 책임배분결정(사후적) 접근의 조화가 필요하다. 또한 형평성은 국가의 상황에 따라 각 적용원칙의 중요도가 장단기 시간에 따라 변하기 때문에 시기별로 각 국 상황에 적합한 원칙을 전략적으로 적용하는 것이 중요하다.

표 1 기후변화 관련 형평성 개념 및 원칙 (선행연구 사례)

	개 념	원 칙
Ashton('03) Madeleine('07)	경제적 이해관계(Interest) : 비용효율성(실용적 개념) 형평성(Equity) : 철학, 도덕, 경제적 이해관계에 근거한 포괄적 개념	<ul style="list-style-type: none"> • Egalitarianism: 각 국가의 인구 비례 할당 • Sovereignty: 현재 배출량 기준 할당 • Comparability: 기후변화 감축의 평등한 기여 • Polluter pays: 배출책임에 따른 책임할당 • Benefit: 온실가스 배출편익에 따른 할당 • Economic situation and resource availability: 경제상황 • Basic needs: 경제발전 수요 • Domestic constraints: 정부의 역할 • Opportunities: 청정기술 접근도
Baer('02) Edward('07)	정치적 개념의 형평성(Political Problem) : 국제협상능력에 따른 협상 결과 차이 발생 도덕적 개념의 형평성(Ethical Problem) : 협상 결과의 정당성(Justification)	<ul style="list-style-type: none"> • Procedural: 합리적 의사결정 과정 - P1(Universal participation): 모든 가입국 참여, 미래세대 고려 - P2(Fair burden sharing): 기후변화 기여도 반영 • Consequentialist: 감축정책 및 행동 결과 - C1(A safe atmosphere): 극단적, "위험한 기후변화" 최소화 - C2(Affordability): MAC와 형평성을 고려한 적합한 비용
Ringius 외('02)	배출량노력배분관점(Allocation) : 인당, 현재, BAU배출량 기준 책임 부여 감축비용관점(Outcome) : 배출책임량(Polluter-pays), GDP(Ability-to-pay, Poor loser)를 기준으로 감축비용 부담	<ul style="list-style-type: none"> • Egalitarian: 각 국가의 인구에 비례한 할당 • Sovereignty: 현재 배출량 기준 할당 • Polluter-pays: 감축량에 동일한 감축비용 부담 • Ability-to-pay: GDP와 동일한 감축비용 부담 • Poor loser: 인당 GDP • Stand alone: 배출량이 BAU배출량 초과 금지

한편, 온실가스 감축의무 부여를 위한 구체적인 고려지표에 관한 선행연구는 다수 존재한다. 전반적으로 지금까지 책임배분에 관한 해외연구는 주로 국가 간 비교를 위해 수행되었다. 국가 간 온실가스 책임배분에 관한 해외 주요 연구의 접근은 다음과 같이 요약된다(표 2 참조). 전반적으로 배출책임과 지불능력을 모두 고려하고 있으며, 추가적으로 감축가능성과 형평성 요인이 반영되고 있는 것으로 분석된다. 배출책임지표인 배출량 적용 시 누적, 인당, 배출증가율 등 다양한 방안이 고려되고 있다. 또한 각 고려요인별 가중치 및 연관관계가 적용되고 있는 것으로 분석된다.

표 2 국가 간 책임배분 기준 (선행연구 사례)

	고려요인	비 고
HWWA(*03) Crigui 외(*03)	- 인당 GDP - 인당 배출량	- 지불능력과 배출책임 고려 - 각 평균 산정기준(threshold) 설정
퓨센터(*98)	- 인당 GDP (상중하 분류) - 누적·현재·인당 배출량 및 배출증가율 평균 (상중하 분류) - 에너지소비/GDP (상중하 분류)	- 지불능력, 배출책임, 감축가능성 고려 - 배출책임 세부 분류 - 감축가능성을 에너지원단위로 접근
Sagar(*00)	- 인구 - 인당 GDP - 인당 누적배출량	- 형평성, 배출책임, 지불능력 고려 - 책임 및 능력의 상관관계 고려
Hohne 외(*08)	- 인당 누적배출량 - 일정 기준이상 소득계층의 GDP	- 배출책임과 능력의 가중치 고려 - 일정 수준 이상의 소득계층만을 고려한 지불능력 평가

국가 간 감축배분 시 고려되는 주요 요인들은 국내 부문별 노력배분 시에도 검토되어야 할 사항이다. 국가 간 감축의무방식과 관련된 핵심사항은 국가 내 부문 간 노력배분방안 마련 시 유사한 방식으로 쟁점화가 가능하기 때문이다. 중요한 사항은 일국 내 접근 시 국가여건을 고려해 일관성이 있는 동시에 차별화된 방안을 마련하는 것이다. 예를 들어, 대한민국의 경우 어떤 배출량을 부문별 배출책임지표로 선정하는 것이 상대적으로 타당한 것인지, 부문별 지불능력지표로서 인당 GDP를 어떻게 적용해야 적합한 것인지, 어떤 감축가능성 지표를 선정할 것인지에 관한 방안 등이 마련되어야 할 것이다.

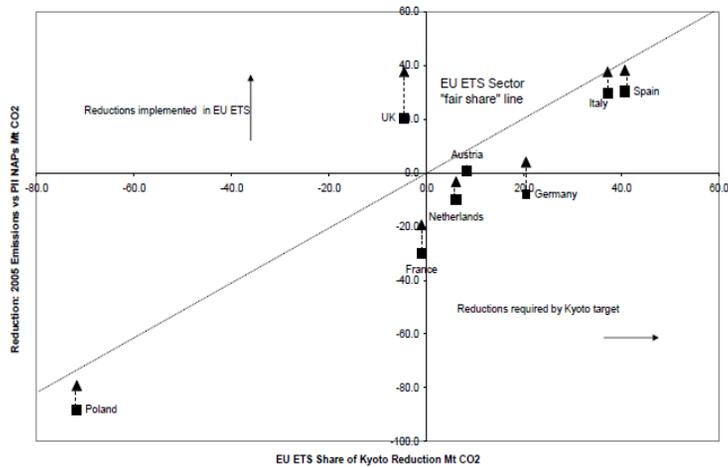
2. : EU

정책수단으로 EU 배출권 거래제(EU ETS)가 형평적으로 접근되었는지 여부를 판단하기 위하여 본고에서는 배출기여, 비용효율성 두 가지 관점에서 접근한 해외 선행 연구사례를 분석하였다. EU ETS는 참여 회원국의 온실가스 감축 정책 중 하나이므로 정책수단으로서의 EU ETS를 평가하기 위하여 ETS 참여부문과 비참여부문을 동시에 고려하는 접근방법이 필요하다. 이와 같은 관점에서 이들 부문 간의 배출기여와 한계저감비용을 분석함으로써 EU ETS의 형평성 여부를 분석하였다.

1) 배출기여(Equality)에 비례한 책임배분

EU ETS 관련 다수의 선행연구에서 ETS 참여부문은 이들의 교역비중 등 국제 노출도 고려와 산업경쟁력을 확보하기 위하여 배출허용량이 부여된 것으로 평가되고 있다 (Böeringer 외, 2005, 2006; Criqui, Kitous, 2003; Peterson, 2006; Clo, 2009 등). Entec(2006)에서는 EU ETS 2단계 기간(2008~2012년)의 주요 8개 배출국의 교토감축목표량 중에서 ETS 참여부문의 배출허용량이 차지하는 비중(Fair Share Line)을 기준으로 배출권 할당의 적정성을 분석하였다. <그림 1>에서 Fair Share Line은 EU ETS 참여부문과 비참여부문의 배출비중을 고려하여 이에 비례되는 감축량이 참여부문에 요구되는 것을 의미한다. 즉, 참여부문의 감축책임이 Fair Share Line과 일치할 경우, 참여부문에 그들의 배출량에 비례한 배출책임이 주어진 것을 의미한다. 분석 결과, 영국을 제외한 모든 국가에서 배출기여에 비례한 공정한 책임배분(Equality)이 이루어지지 못한 것으로 평가되었다.²⁾ 즉, 대부분 국가에서 ETS 참여부문에 전반적으로 관대한 책임이 부여되었으며, 이는 비참여부문에 대해 가중적 책임이 전가되었음을 의미한다.

그림 1 EU ETS 2단계('08~'12년) 주요국 교토목표량 중 배출허용량 비중



주: NER(New Entrance Reserve)은 예상되는 신규진입을 고려하여 기존 대상자에게 부여되는 배출허용량을 의미함. ■는 NER 포함 시, ▲는 NER 배제 시.
 자료: Entec(2006).

2) UK의 경우, EU ETS 2단계부터 자국 내 배출권 거래제(UK ETS) 및 기후협정(CCA) 참여자의 opt-out을 반영하고, 또한 연간 할당량의 7%에 해당되는 경매할당량을 추가 포함하여 감축목표를 할당하였다. 한편, ETS 참여자 기준의 일부 강화 역시 진행되었다. 이와 같은 사항들은 EU ETS 참여부문의 상대적인 감축부담 증가요인으로 작용된 것으로 분석된다.

결론적으로, ETS 참여 및 비참여부문이 자국 배출량에서 차지하는 각각의 배출비중에 근거하여 책임을 부여받는 것이 공정한 배분이라고 전제할 때, ETS는 공정한 배분이 이루어지지 않은 것으로 분석된다.

표 3 EU ETS 단계별 초과할당 발생 분석: 배출비중 관점

(단위: MtCO₂, %)

	1단계('05~'07) 허용배출량		2단계('08~'09) 제안배출량		2단계('08~'12) 허용배출량	
EU 15 회원국	총 감축목표량 (3,925)					
	ETS 할당량	1,729	ETS 할당량	1,636	ETS 할당량	1,568
	ETS 할당비중	44	ETS 할당비중	42	ETS 할당비중	40
	초과할당 발생	기준 1, 2	초과할당 발생	기준 1, 2	초과할당 발생	기준 2
EU 23 회원국	총 감축목표량 (4,946)					
	ETS 할당량	2,172	ETS 할당량	1,151	ETS 할당량	1,955
	ETS 할당비중	44	ETS 할당비중	43.5	ETS 할당비중	39.5
	초과할당 발생	기준 1, 2	초과할당 발생	기준 1, 2	초과할당 발생	-

주: 1) 기준 1은 교토감축목표에 비례하는 2005년 이전('02년) ETS 배출비중, 기준 2는 교토감축목표에 비례하는 2005년 ETS 배출비중임.

주: 2) ETS 2단계 제안배출량과 허용배출량은 각각 EC(European Commission:유럽위원회) 중재 이전 각국이 제안한 자국의 배출량과 중재 이후에 확정된 허용배출량을 의미함.

자료: Clo(2009)에서 재구성.

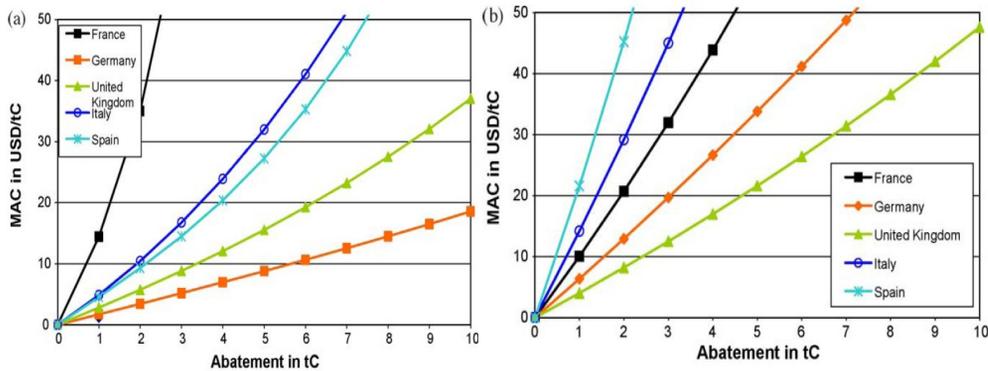
한편, Clo(2009)는 배출기여에 비례한 EU ETS 2단계 참여부문의 책임배분을 분석하였다. 이를 위해 Clo(2009)는 2005년과 2005년 이전(2002년)을 기준으로, 여건변화에 따른 초과할당 여부를 분석하기 위해 회원국이 배출허용량을 제안했을 경우와 EC 위원회가 이를 조정할 경우로 구분하였다. <표 3>은 실제 EU ETS 이행 단계별 각 회원국에 배분된 배출허용량과 초과할당 판단기준을 비교하여 EU 회원국 ETS 참여부문의 ETS 단계별 초과할당 여부를 분석한 결과이다. 2012년까지 EU 15 회원국과 EU 23 회원국의 배출책임은 각각 3,925백만 톤, 4,946백만 톤 이하로 제한되었다. EU 15 회원국의 교토감축목표는 3,925백만 톤이며, ETS 1단계(2005~2007년)의 ETS 배출책임은 1,729백만 톤이다. Clo 연구결과에 따르면, 동 기간 중 ETS 감축목표 비중은 44%이며,

이는 38~41%의 초과할당 판단기준보다 높게 나타나 초과할당이 발생한 것으로 분석되었다.³⁾ ETS 2단계(2008~2012년) 기간 중 EU 15 회원국의 ETS 참여부문에 대한 허용배출량은 기준 2에서만 초과할당이 발생하였다. 한편, ETS 2단계 동안 EU 23 회원국의 ETS 참여부문에 대한 허용배출량은 2005년 이전 및 2005년 기준 모두에서 초과할당이 발생하지 않은 것으로 나타났다.

2) 비용효율성(Efficiency)을 고려한 노력배분

EU는 발전 및 에너지다소비 주요 업종을 대상으로 온실가스 감축을 위한 경제적 수단으로써 EU ETS를 도입하였다. ETS의 비용효율성은 ETS 자체의 효율성뿐 아니라 여러 가지 국가 정책수단을 고려할 때, ETS 도입의 효율성 관점에서 분석이 가능하다. 전자의 경우, 비용효율적인 ETS 참여자간 할당방식, 운영체계 등 다양한 연구결과가 존재하지만, Böhringer 외(2009) 연구에서는 EU ETS 참여부문과 비참여부문의 한계저감비용을 통해 경제적 수단으로 도입된 EU ETS의 비용효율성을 파악하였다.

그림 2 EU 주요국 ETS 참여부문(a)과 비참여부문(b) 한계저감비용 비교



자료: Böhringer 외(2009).

3) 2005년 이전 ETS share와 2005년 ETS share는 각각 2002년 및 2005년 국가 총 온실가스 배출량 대비 당해연도 ETS 참여부문의 배출량이 차지하는 비중이다. EU 15 MS의 2005년 이전 ETS share는 41%로서 2002년 국가 총 배출량(4,078백만 톤)에서 2002년 ETS 참여부문의 배출량(1,663.8백만 톤)이 차지하는 비중이다. 한편, EU 15 MS의 2005년 ETS share는 38%이다.

<그림 2>는 EU 주요 MS의 ETS 참여부문(a)과 비참여부문(b)의 한계저감비용곡선(MACs)을 나타낸 것이다.⁴⁾ 원자력비중이 매우 높은 프랑스를 제외하면, 비참여부문보다 참여부문의 한계저감비용이 상대적으로 낮게 분석되고 있다. 그러나 앞 절에서 제시되었듯이 EU ETS 참여부문의 배출책임은 전반적으로 초과할당된 것으로 평가되고 있다. 즉, 상대적으로 고비용이 요구되는 비참여부문에 감축책임이 이전되므로 EU ETS는 비용효율적인 관점에서도 한계를 지닌 것으로 평가된다. 위와 같은 분석은 노력배분 시 형평성 고려가 중요하다는 것을 보여주고 있다. 즉, EU ETS는 경제적 요인(한계저감비용)과 비경제적 요인(배출기여)을 면밀히 고려하지 않아 형평성 있는 책임배분에 한계가 있는 것으로 평가된다.

Ⅲ. 부문별 노력배분 방법론

1.

본고에서는 분석을 위해 우선 경제적 효율성과 사회적 수용성 원칙을 고려한 국가할당방안 기준 및 지표를 마련하였다.⁵⁾ 2장 선행연구에서 검토된 EU 배출권거래제 국가할당계획, 온실가스와 관련된 일반적 형평성 개념, 우리나라 경제 및 온실가스 배출현황 등을 종합적으로 고려하여 우리나라 부문 간 노력배분기준 및 고려지표를 <표 4>와 같이 전제하였다. 감축목표를 달성하기 위한 비용효율적인 기준으로서 감축능력, 지표로서 경제, 기술, 환경이 반영된 저감잠재성을 가정하였다. 또한 감축목표 달성을 위해 비용효율성뿐만 아니라 사회적 수용성을 담보할 수 있는 부문별 배출기여도와 경제적 비용부담능력을 노력배분기준으로 설정하였다. 배출기여도 지표로서 배출증가율을 고려하였다. 대한민국의 경우, 산업부문의 해외시장 노출도, 산업경쟁력 등을 고려할 때 과거배출량보다 배출증가율이 사회적 수용성 관점에서 바람직하다는 관점이다. GDP는 경제적으로 보다 우위에 있는 부문이 보다 많은 감축이행비용 부담을 가짐을 의미한다. 이를 위해 각 부문별 GDP기여도를 가정하였다. 그러나 GDP의 경우 산업부문은 GDP를 명확하게 파악할 수 있지만, 기타부문은 상대적으로 파악하기 어려우며, 또한

4) Böhringer 외(2009) 이외에도 Andoff 외(2009), Böhringer 외(2008), Marklund 외(2007) 등 다수의 유사한 연구결과가 있다.

5) 노력배분기준, 고려지표는 객관적으로 면밀히 검토되어야 할 개념이다. 본고의 접근은 관련 연구주체의 초기연구로서 다양한 할당방안 분석을 위해 사례로 제시된 것이다.

GDP는 모든 부문을 포괄할 수 있는 지표라는 장점을 지니지만 각 부문의 특성을 반영하는 데는 한계가 있을 수 있다. 이와 같은 GDP의 단점을 보완하기 위해 대안지표(예; 부가가치유발계수, 자기자본순이익률, 부가가치생산성, 매출액순이익률 등)에 관한 추후 연구가 필요하다.

표 4 부문 간 노력배분기준 및 고려지표

설정원칙	노력배분기준	고려지표
비용효율성	감축능력	국가 감축목표량 대비 부문별 저감잠재량 비중
사회적 수용성 : 오염자부담원칙 : 공동협력원칙 : 비용효율성	배출기여도	총 국가 배출증가량 대비 부문별 배출증가량 비중
	지불능력	GDP에서 각 부문이 차지하는 비중

자료: 한국환경정책·평가연구원(2008, 2009).

위와 같은 노력배분기준 및 지표를 이용해, 본 연구에서는 구체적인 부문별 할당량을 결정하는 노력배분지수를 (식 1), (식 2)와 같이 설정하였다.⁶⁾ 노력배분지수는 저감잠재성, 국가 BAU, GDP 고유의 의미가 반영된 국가 감축목표량 대비 부문별 저감잠재성 비중, 총 국가 배출증가율 대비 부문별 배출증가율 비중, GDP에서 각 부문이 차지하는 비중, 각 요인별 가중치가 반영되어 산정된다. 각 요인별 가중치는 각 지표별 증가 추이, 각 지표별 신뢰할 만한 자료 취득 여부, 정책 실현 가능성 등을 감안하여 차등 적용될 수 있다. 궁극적으로 부문 간 노력배분량은 감축목표 이행 기간 중 총 노력배분지수 대비 부문별 노력배분지수 비중과 국가 감축목표량을 고려하여 도출하였다.

$$\text{노력배분지수}_{i,t} = \frac{\alpha_t \cdot (RP_{i,t} / TARGET_{N,t}) + \beta_t \cdot (EI_{i,t} / EI_{N,t}) + \lambda_t \cdot (GDP_{i,t} / GDP_{N,t})}{3} \dots\dots\dots (\text{식 1})$$

여기서,

6) 본 연구에서 제안하고 있는 노력배분지수는 대한민국의 배출구조 및 산업구조 등을 고려하고 국가 간 책임배분 및 형평성과 관련된 선행연구를 기반으로 마련된 것이다(표 1, 2 참조). 각 국가에 따라 자국의 여건이 반영된 보다 합리적이고 수용 가능한 지수 적용이 가능할 것이다. 본 연구에서 제시된 지수 (식 1)에서는, 예를 들어 배출책임 관점에서 배출증가율 비중에 비례해 노력을 배분하는 방식이다. 그러나 배출증가율과는 독립적인 또는 반비례한 노력배분 역시 검토될 수 있을 것이다.

i : 부문

t : 노력배분대상기간

N : 국가 전체

$TARGET$: 국가 감축목표량

α, β, λ : 기간별 할당요인별 가중치 ($0 < \alpha, \beta, \lambda < 1$)

RP : 저감잠재량

EI : 배출증가량

GDP : 부가가치

$$\text{노력배분량}_{i,t} = TARGET_{N,t} \cdot \frac{\text{노력배분지수}_{i,t}}{\sum_i \text{노력배분지수}_{i,t}} \dots\dots\dots (식 2)$$

본고에서 이용된 노력배분지수는 지수 산정 시 고려되는 각 지표의 크기와 가중치에 비례하여 부문별 노력배분량이 결정된다. 따라서 각 지표가 독립적인 성격을 지니며, 각 크기에 비례하여 노력부담이 배분된다. 한편, 형평적 관점에서 제시되고 있는 배출증가율 및 GDP 비중은 노력배분 결정 시 다양한 관점에서 접근하는 것이 가능하다. 예를 들어, 오염자부담원칙 관점에서 배출책임 지표로 제시된 배출증가율은 배출비중이 높을 경우, 오히려 이에 반비례하여 낮은 노력배분 부여가 가능할 것이다. 이는 특정 부문의 높은 배출비중은 국민경제를 위한 생산활동과 비례하기 때문이다. 이와 같이 형평성 관련 지표의 노력배분 방식은 사회적 수용성 관점에서 다양하게 접근할 수 있다. 본고에서는 오염자부담원칙 관점에서 배출책임지표로 배출증가율을 설정하고, 부문별 배출증가율 비중에 비례해 감축노력을 배분한다는 전제하에 노력배분지수를 분석하였다.

2.

본 연구의 시나리오 분석기간은 2016~2020년이다. BAU, 감축가능성(RP) 및 배출기여도(EI) 자료는 에너지경제연구원, 한국환경정책·평가연구원(2008) 자료를 사용하였다. 국가감축목표량(TARGET) 자료는 에너지경제연구원, 한국환경정책·평가연구원(2008) 자료에서 2020년 BAU 대비 감축시나리오에 따른 배출량과의 차이, 즉 분석기간 동안 최대 감축 가능한 감축량을 가정하여 반영하였다.⁷⁾ 본 분석에서는 현재 대한민국

의 부문별 한계저감비용이 다양한 방법론으로 지속 연구 중인 상황임을 고려하여 부문별 한계저감비용은 부문 간 비교가 가능한 국내외 선행연구 결과를 종합 비교하여 적용하였다(건설교통부, 2006; Metz 외, 2007; Mckinsey, 2009 등). 또한 산업연구원(2008)의 고성장 및 기준성장을 반영한 시나리오별 74개 산업의 전망치 중 경상부가가치 비중 자료를 기본으로 하였으며, 본고에서는 기준성장 시나리오를 반영한 경상부가가치 비중을 사용하였다. 또한, 분석을 위해 2007년 산업연관표 연장표에 근거하여 부문을 재구성하였다. 한국은행 총 28부문의 산업부문을 산업, 수송, 가정·상업·공공(이하, 가상공), 전환, 농축산 총 6개 영역으로 재분류하였다. 구체적으로 산업부문을 에너지집약과 비집약적 부문으로 구분하였고,⁸⁾ 수송과 가상공부문은 우선, 부가가치 총액에 따른 에너지 소비를 가정하여 부가가치 총액에 대한 계수 개념으로 접근하였다.⁹⁾ 다음으로 에너지 최종수요 전망 시에는 이를 다시 분리하여 수송 및 가상공 합계를 시산하였다.

표 5 기초자료: 온실가스 배출전망 및 부문별 감축잠재량

(단위: MtCO₂)

구 분		'15	'20	구 분		'15	'20
BAU	에너지부문	613.7	655.0	부문별 감축 잠재량	에너지부문	43.9	60.4
	산업	180.7	192.4		산업	16.3	18.8
	수송	117.6	124.6		수송	16.8	28.3
	가상공	80.0	84.0		가상공	2.8	5.1
	전환	235.4	254.0		전환	8.0	8.2
	산업공정	80.9	90.1		산업공정	0.4	0.4
	농축산	13.6	13.0		농축산	0.8	1.1
	폐기물	12.2	11.6		폐기물	2.7	3.4
합계	720.4	769.8	시나리오 배출량	672.2	702.3		
			시나리오 감축량	48.2	67.5		

주: 배출전망 및 감축잠재량은 기준성장 시나리오 결과임.

자료: 에너지경제연구원, 한국환경정책·평가연구원(2008).

7) 본 분석에서 사용되는 감축목표량은 대한민국 정부가 발표한 국가감축목표와 차이가 있다. 정부의 국가감축목표 설정 시 이용된 BAU와 저감잠재량에 관한 자료 획득이 어려울 뿐 아니라, 정부가 이용한 BAU, 저감잠재량, 배출증가량의 가정 및 추정값에 대한 면밀한 분석이 요구된다. 또한 국가감축목표 설정 시나리오안의 결과인 8% 증가, 동결, 4% 감소 기준만으로 분석할 경우, 본 연구에서 가정한 BAU, RP, TI 기본자료와의 연관성 문제가 제기될 수 있다. 따라서 기본자료의 연관성을 위해 본고에서는 에너지경제연구원, 한국환경정책·평가연구원(2008)의 감축목표량 선행연구를 사용하였다.

8) 이하, 에너지집약산업은 산업1, 에너지비집약산업은 산업2로 표기하였음.

9) 온실가스 인벤토리 체제와 산업연관표상의 일관성 있는 에너지소비 및 배출량 산정 접근은 중요한 연구과제이다. 본 연구의 경제부문은 산업연관표상의 분류를 재조정된 것으로서, 각 부문의 에너지 총수급은 일치한다. 그러나 수송과 가정부문에서는 최종수요로 파악되는 일부 영역이 존재한다. 예를 들어, 동 부문에서 특정 에너지원들은 중간요소로 투입되지 않고 최종소비자의 후생증대 목적으로 최종소비재로 소비된다. 본 연구에서는 산업연관분석의 일관성과 정책평가의 용이성을 유지하기 위해 동 부문의 최종에너지소비는 중간투입 에너지소비와 일정한 선형관계를 유지한다는 단순 가정으로 분석되었다. 향후, 전환, 수송, 가정부문의 최종에너지 소비에 따른 온실가스 배출에 관한 보다 체계적 연구가 요구된다.

표 6 기초자료: 부문별 부가가치비중

(단위: 십억원, %)

구 분	2020		구 분	2020			
	금 액	비 중		금 액	비 중		
산업	석탄	189.2	0.02	산업	자동차	31,892.3	2.67
	원유 및 천연가스	57.2	0.00		조선	12,002.9	1.00
	금속광석	10.0	0.00		철도차량	635.4	0.05
	비금속광석	1,411.0	0.12		항공기	1,858.4	0.16
	식료품	9,537.1	0.80		기타수송기계	137.1	0.01
	음료품	3,465.6	0.29	수송	운수 및 보관	53,785.8	4.50
	담배	848.4	0.07		수도	2,410.7	0.23
	섬유	5,968.6	0.50	가정· 상업· 공공	도소매	71,142.2	5.96
	의복	1,511.8	0.13		음식점 및 숙박	27,608.7	2.31
	가죽 및 모피제품	530.3	0.04		통신	70,091.0	5.87
	신발	302.0	0.03		금융 및 보험	109,705.8	9.18
	목재 및 나무제품	1,046.6	0.09		부동산	72,062.7	6.03
	펄프 및 종이	4,798.8	0.40		기계장비 및 용품임대	789.2	0.07
	인쇄, 출판 및 복제	2,686.8	0.22		광고	1,617.7	0.14
	석유 및 석탄제품	16,312.4	1.37		사업관련서비스	77,058.3	6.45
	산업용화학물	15,128.1	1.27		산업 및 전문단체	862.5	0.07
	의약품 및 화장품	15,219.6	1.27		공공행정 및 국방	42,210.5	3.53
	기타화학제품	4,951.1	0.41		교육서비스	44,189.6	3.70
	고무제품	295.9	0.25		의료보건서비스	22,595.9	1.89
	플라스틱제품	9,898.0	0.83		사회복지서비스	3,412.8	0.29
	유리 및 유리제품	4,077.7	0.34		위생서비스	6,295.4	0.53
	도기 및 자기제품	234.0	0.02		방송	6,142.4	0.51
	기타비금속광물제품	5,103.3	0.43		영화 및 연예	4,796.2	0.40
	철강	24,945.8	2.09		기타오락문화서비스	13,382.7	1.12
	비철금속제품	3,809.6	0.32		대개인서비스	6,686.3	0.56
	금속제품	11,515.7	0.96		수리서비스	3,694.8	0.31
	일반산업용기계	15,767.4	1.32		기타사회서비스	2,658.4	0.22
	특수산업용기계	16,615.1	1.39	가사서비스	1,673.6	0.14	
	가정용전기기기	4,493.6	0.38	전환	전력	24,199.3	2.03
	컴퓨터 및 사무기기	5,454.1	0.46		도시가스 및 열공급업	8,770.8	0.73
	전기기계 및 장치	12,323.9	1.03	농축산	작물	17,722.8	1.48
	반도체 및 전자부품	11,360.7	0.94		축산물	3,845.4	0.32
	영상음향기기	10,377.9	0.87		임산물	1,069.2	0.09
	통신기기	36,403.8	3.05		수산물	2,206.4	0.18
의료용 정밀기계	1,870.4	0.16	농림어업서비스		471.1	0.04	
기타정밀기계	2,503.7	0.21					
가구	2,565.2	0.21	총 GDP		1,194,628.4	100	
기타제조업제품	1,192.2	0.10					
건설	78,205.4	6.55					

주: 부가가치비중은 경상부가가치 기준이며, 부문 구분은 본 연구에서 재분류한 것임.
 자료: 산업연구원(2008)에서 재구성.

한편, 본고에서는 저감잠재량 시나리오(S_O)와 형평 시나리오(ES)를 분석하였다. 저감잠재량 시나리오(S_O)는 감축기술 및 옵션을 고려하여 도출된 부문별 저감잠재성에 기초한 노력배분이다. 저감잠재량 시나리오(S_O)의 부문 간 노력배분은 2020년 BAU 대비 2016~2020년 기간 중 부문별 저감잠재량이 차지하는 비중을 통해 도출되었다. 가칭 형평 시나리오(ES)는 3가지로 분류하였다. 각각의 형평 시나리오에서는 노력배분지수를 결정하는 각 지표의 가중치를 차등 적용하였다.¹⁰⁾ 형평 시나리오의 부문 간 노력배분은 2016~2020년 부문별 저감잠재량, 배출증가량, 부가가치비중 추이 분석을 바탕으로 우선 (식 1)에서 노력배분지수를 도출하고, (식 2)에 의해 최종 산정되었다. 시나리오별 BAU 대비 부문의 감축비중은 다음 <표 8>과 같다.¹¹⁾

표 7 형평 시나리오별 노력배분지수

부문	ES_1	ES_2	ES_3
산업	0.1145	0.1106	0.1067
수송	0.0594	0.0746	0.0898
가상공	0.0893	0.0743	0.0593
전환	0.0641	0.0679	0.0717
농축산	0.0028	0.0026	0.0025
합계	0.3300	0.3300	0.3300

10) 분석을 위해 사용된 가중치는 아래와 같다. 즉, 각 지표에 동일가중치(ES_2), 저감잠재성 비중(ES_3) 및 지불능력비중(ES_1)에 상대적으로 높은 가중치를 각각 부여하는 방식을 적용하였다. 본고에서 제시된 가중치는 분석사례로서 가중치 변화에 따른 노력배분 효과를 파악하기 위한 것이다.

$$\cdot \text{ES}_1: \frac{RP_{i,t}}{\text{Target}_{N,t}} (0.22) < \frac{EI_{i,t}}{EI_{N,t}} (0.33) < \frac{VA_{i,t}}{VA_{N,t}} (0.44)$$

$$\cdot \text{ES}_2: \frac{RP_{i,t}}{\text{Target}_{N,t}} (0.33) = \frac{EI_{i,t}}{EI_{N,t}} (0.33) = \frac{VA_{i,t}}{VA_{N,t}} (0.33)$$

$$\cdot \text{ES}_3: \frac{RP_{i,t}}{\text{Target}_{N,t}} (0.44) > \frac{EI_{i,t}}{EI_{N,t}} (0.33) > \frac{VA_{i,t}}{VA_{N,t}} (0.22)$$

11) 본 분석 결과는 지표별 가중치 선정에 따라 노력배분이 감축주체 관점에서 상이한 선호 결과가 도출될 수 있으며, 노력배분 결과가 민감하게 발생할 수 있다. 적정 가중치 반영을 위해 각 요인별 증가추이, 각 요인의 신뢰할 만한 자료 취득 여부, 정책적 실현 가능성, 국민경제 파급효과 등을 고려한 관련 연구가 요구된다.

표 8 시나리오별 BAU 대비 부문별 감축비중

(단위: BAU 대비 %)

부 문	저감잠재량 시나리오	형평 시나리오		
	S_0	ES_1	ES_2	ES_3
산업	9.77	11.09	10.71	10.34
수송	22.72	8.88	11.16	13.44
가상공	6.12	19.80	16.48	13.15
전환	3.22	4.71	4.98	5.26
농축산	8.25	3.97	3.77	3.57

IV. 형평성 분석 결과

본 연구에서는 본고 제3장에서 제시된 노력배분 결과의 형평적 배분 여부를 파악하기 위해 시나리오별 노력배분 결과를 감축 주체의 수용성 관점, 그리고 배출비중과 국민소득 및 고용관계를 통한 국가 전체의 형평성 관점에서 분석하였다.

1.

감축주체별 선호 가능한 노력배분방식을 분석하기 위해 노력배분 시나리오별 각 부문의 총 부가가치 단위당 저감비용 변화분을 고려하였다. 동시에 감축주체들은 국민경제 파급효과보다 온실가스 감축을 위한 직접적인 비용을 고려한 노력배분방식을 선호할 것으로 가정하였다. 이와 같은 가정 하에 수용성 관점의 저감비용으로서 감축기술 및 옵션 도입에 따른 감축비용을 고려하였다.¹²⁾ 저감비용 변화는 온실가스 규제가 없는 경우와 대비해 규제로 인해 추가적으로 발생한 감축비용을 의미한다. 즉, 부문별 총부가가치 단위당 노력배분 시나리오별 저감비용 변화는 비규제 시 부문별 GDP 단위당 규제 시나리오에 따른 추가 감축비용으로 도출되었으며, 결과는 <표 9>와 같다. 분석 결과, 수송부문은 S_0 시나리오, 전환부문은 ES 시나리오에서 각각 기타부문 대비 높은 부가가치 단위당 저감비용의 변화가 예상된다. 그러나 이와 같은 부문별 저감

12) 본 분석에서는 현재 대한민국의 부문별 한계저감비용이 다양한 방법론으로 지속 연구 중인 상황임을 고려하여 부문별 한계저감비용은 부문 간 비교가 가능한 국내외 선행연구 결과를 종합 비교하여 적용하였다. 그러나 실제 산업 및 기업 단위에서 감축옵션을 적용할 때, 적용기술의 범위, 감축활동의 상대적 용이성 등에 따라 상이한 감축비용이 발생할 수 있다. 예를 들어, 에너지 집약산업과 비집약산업 간 한계저감비용 비교 연구는 향후 보다 면밀한 연구가 요구된다.

비용의 변화는 적용되는 시나리오에 따라 상이하게 분석된다. 따라서 시나리오별 저감 비용 변화에 근거하여 부문별 선호 가능한 노력배분을 파악할 수 있다.

표 9 부문별 총부가가치 단위당 시나리오별 저감비용 변화

(단위: 십억 원)

부 문	S_0	ES_1	ES_2	ES_3
산업1	0.0148	0.0172	0.0164	0.0157
산업2	0.0010	0.0011	0.0011	0.0010
수송	0.0341	0.0063	0.0092	0.0127
가상공	0.0004	0.0045	0.0031	0.0020
전환	0.0140	0.0296	0.0333	0.0372
농축산	0.0017	0.0004	0.0003	0.0003
합계	0.0659	0.0591	0.0635	0.0689

표 10 형평 시나리오 간 부문별 선호도 비교

(단위: 십억 원)

부 문	ES_1-ES_2	ES_1-ES_3	ES_2-ES_3	선호도
산업1	0.00076	0.00151	0.00074	ES_3 > ES_2 > ES_1
산업2	0.00005	0.00010	0.00005	ES_3 > ES_2 > ES_1
수송	-0.00293	-0.00643	-0.00350	ES_1 > ES_2 > ES_3
가상공	0.00140	0.00255	0.00114	ES_3 > ES_2 > ES_1
전환	-0.00369	-0.00760	-0.00391	ES_1 > ES_2 > ES_3
농축산	0.00003	0.00006	0.00003	ES_3 > ES_2 > ES_1
합계	-0.00438	-0.00982	-0.00544	ES_1 > ES_2 > ES_3

<표 10>은 형평 시나리오 간 저감비용 변화의 차이를 통해 감축주체별 노력배분 결과의 선호도를 분석한 결과이다. 즉, 비용절감 차원에서 각 부문별 선호가 결정될 경우, 후자가 전자보다 상대적으로 보다 선호 가능한 시나리오이다. 예를 들어, 에너지 집약산업(산업1)에서 ES_1과 ES_2의 저감비용 변화 편차를 볼 때, ES_1보다 ES_2가 동 부문에서 수용 가능성이 높은 시나리오이다. 분석 결과, 산업, 가상공, 농축산은 ES_3, ES_2, ES_1 순, 수송과 전환은 ES_1, ES_2, ES_3 순으로 선호도가 높다. 한편, 에너지

집약산업과 에너지 비집약산업 간 한계저감비용의 대안 시나리오를 고려할 때, 산업1은 산업2, 산업2는 산업1의 의미로 대체되기 때문에 에너지 집약산업과 에너지 비집약산업 간 형평 시나리오의 선호도는 동일한 것으로 분석된다. 국가 전체적으로는 ES_1, ES_2, ES_3 순으로 선호도가 평가된다.

표 11 부문별 노력배분 시나리오 선호도 비교

(단위: 십억 원)

부 문	S_0-ES_1	S_0-ES_2	S_0-ES_3	선호도
산업1	-0.00239	-0.00163	-0.00088	S_0 > ES_3 > ES_2 > ES_1
산업2	-0.00016	-0.00011	-0.00006	S_0 > ES_3 > ES_2 > ES_1
수송	0.02781	0.02488	0.02139	ES_1 > ES_2 > ES_3 > S_0
가상공	-0.00412	-0.00271	-0.00157	S_0 > ES_3 > ES_2 > ES_1
전환	-0.01564	-0.01933	-0.02324	S_0 > ES_1 > ES_2 > ES_3
농축산	0.00129	0.00132	0.00135	ES_3 > ES_2 > ES_1 > S_0
합계	0.00681	0.00243	-0.00301	ES_1 > ES_2 > S_0 > ES_3

<표 11>은 저감잠재량 시나리오와 형평 시나리오 간 저감비용 변화의 차이를 통해 감축주체별 노력배분 결과의 선호도를 종합적으로 분석한 결과이다. 분석 결과, 전반적으로 저감잠재량 시나리오가 형평 시나리오보다 비용 효율성 관점에서 수용 가능성이 높은 것으로 나타났다(산업, 가상공, 전환). 저감잠재량 시나리오를 제외한 경우, 산업 및 가상공은 ES_3, ES_2, ES_1 순, 수송, 전환은 ES_1, ES_2, ES_3 순으로 높은 선호도로 분석된다. 결론적으로, 비용 효율성 관점에서 노력배분을 접근할 수 있는 각 부문은 전체적으로 형평 시나리오보다 저감잠재량 시나리오가, 형평 시나리오 내에서는 ES_1, ES_2, ES_3 순으로 선호도가 높은 것으로 분석된다. 그러나 감축주체 간 감축기술 및 옵션 중심의 감축비용의 차이로 부문 간 시나리오에 대한 수용성의 차이가 발생하였다. 특히 형평적 노력배분 적용 시 수송부문은 저감잠재량 기준 대비 비용효과성이 매우 높을 것으로 분석된다.

2.

본 절에서는 감축규제로 인한 직접비용뿐만 아니라, 국민경제 파급효과를 함께 고려할 수 있는 국가 전체의 형평성 관점에서 노력배분 결과를 분석하였다. 온실가스 배출에 따른 지구온난화는 대표적 외부성(Externality) 문제로 간주된다. 선진국 및 개도국에 의한 배출 또는 일인당 배출은 해당국가의 범위를 넘어 전 지구 개별 인구에 다양한 영향을 미치기 때문이다. 이와 관련해 전 지구적 관점에서 외부불경제 효과를 최소화할 수 있는 선진국 및 개도국의 감축노력, 그리고 일인당 감축노력은 중요한 과제이다. 이와 같은 관점에서 본 연구에서는 대한민국 내 온실가스 배출부문 및 각 부문的高용인구의 감축노력 변화가 형평적으로 진행되고 있는지를 분석하기 위해 로렌츠 곡선의 개념을 적용하였다. 본 연구에서는 일반적인 로렌츠 곡선의 누적소득비율은 누적배출비율, 인구누적비율은 부문별 배출비율 및 고용인구비율로 각각 적용하여 분석하였다. 따라서 본 연구의 로렌츠 곡선은 부문별 배출비중(%)과 GDP(%), 부문별 배출비중(%)과 고용(%)의 관계를 통해 노력배분 결과의 형평성 여부 및 정도를 분석하는 것이다. 즉, 본 연구의 로렌츠 곡선에서 GDP당 배출비중 및 고용인구당 배출비중이 일정할 경우, 국가 전체적으로 노력배분이 가장 공평한 것으로 가정하는 것이다.¹³⁾

이와 같은 로렌츠 곡선을 도출하기 위해 본 연구에서는 다음의 두 가지 방식을 적용하였다. 첫째, 부문별 GDP 비중과 부문별 배출비중의 관계이다.

$$\frac{g_i}{y_i} = \frac{E_i/E_T}{Y_i/Y_T} = \frac{E_i/Y_i}{E_T/Y_T} = \frac{e_i}{e_T} \dots\dots\dots (식 3)$$

여기서,

y: GDP 비중

g: 배출비중

E: 배출량

Y: 국가 GDP

e: 배출집약도

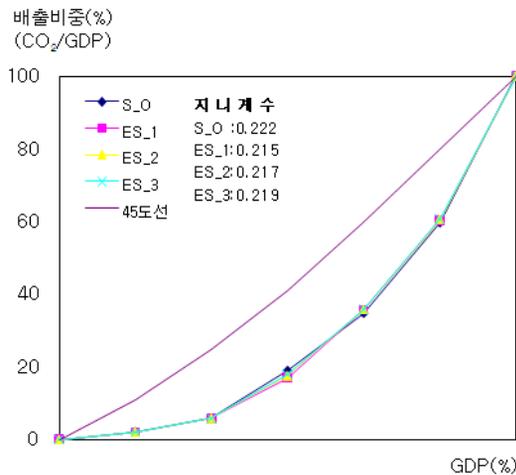
i: 부문

T: 국가

13) 이와 같은 GDP당 배출비중 및 고용인구당 배출비중을 기준으로 형평성을 접근하는 것은 보다 면밀한 검토가 필요한 부분일 수 있다. 본 연구에서 제시된 기준은 로렌츠 곡선을 온실가스 관점에서 적용하는 과정에서 제시된 방안이다.

위의 (식 3)에 따르면, 각 부문별 GDP 비중과 배출비중의 관계는 결국, 국가 배출집약도와 부문별 배출집약도의 상대적 크기와 동일하다. 이를 고려하여 로렌츠 곡선의 세로축은 부문별 배출비중(g_i), 가로축은 부문별 배출비중이 낮은 부문의 GDP 비중(y_i)을 오름차순으로 누적하였다. 이때, 가로축과 세로축의 값은 배출집약도(e)를 적용하였다(그림 3 참조). <그림 3>에서 45도선은 GDP당 배출비중이 일정한, 즉 가장 공평한 기준선이다. 본 연구에서 제시된 시나리오 간 형평성 분석 결과, ES_1, ES_2, ES_3, S_0 시나리오 순으로 형평적인 것으로 나타났다(지니계수: 0.215, 0.217, 0.219, 0.222). 본 연구 결과에서 분석 시나리오 간 형평성 차이는 크게 발생하지 않았다. 그러나 노력 배분 고려지표 간 가중치 변화 등이 조정될 때 시나리오 간 형평성 정도는 상대적으로 크게 변할 수 있을 것이다.

그림 3 로렌츠 곡선: GDP와 배출비중(배출집약도)



둘째, 부문별 고용비중¹⁴⁾과 배출비중의 관계이다.

$$\sum_i g_i = \sum_i \frac{E_i}{E_T} = \frac{P_T}{E_T} \sum_i \frac{P_i}{P_T} \frac{E_i}{P_i} = \frac{1}{g_T^c} \sum_i (p_i \cdot g_i^c) \dots\dots\dots (식 4)$$

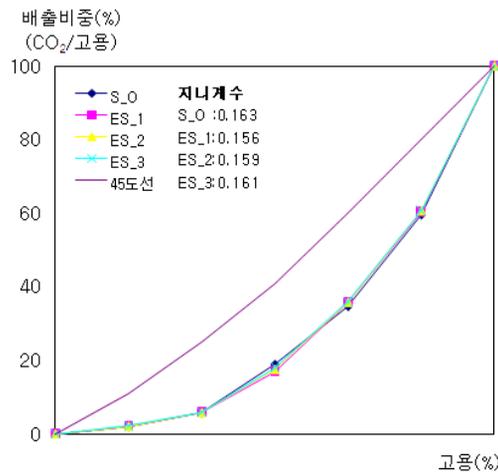
여기서,

14) 본 연구에서 전체 고용수는 <표 6>에서 분류된 5개 부문의 2007년 산업연관표 연장표에 근거한 값을 이용하였다.

- g : 배출비중
- P : 고용
- E : 배출량
- p : 고용비중
- g^c : 인당 배출량
- i : 부문
- T : 국가

위의 (식 4)에 따르면, 부문별 배출비중(g_i)은 부문별 고용비중(p_i)과 인당 배출량(g^c)으로 결정된다. 따라서 이를 고려하여 로렌츠 곡선의 세로축은 부문별 배출비중(g_i), 가로축은 부문별 배출비중이 낮은 부문의 고용비중(p_i)을 오름차순으로 누적하였다. 이때, 가로축과 세로축의 값은 인당 배출량(g^c)을 적용하였다(그림 4 참조). 45도선은 고용당 배출비중이 일정한 가장 공평한 기준선이며, ES_1, ES_2, ES_3, S_O 시나리오 순으로 형평적인 것으로 분석되었다(지니계수: 0.156, 0.159, 0.161, 0.163).

그림 4 로렌츠 곡선: 고용과 배출비중(인당 배출량)



위와 같은 두 가지 관점에서 로렌츠 곡선을 분석한 결과, 두 관점 모두 ES_1, ES_2, ES_3, S_O 시나리오 순으로 형평적인 것으로 나타났다. 즉, 저감잠재량만을 고려한 노

력배분(S_O)보다 형평적 노력배분(ES)이 보다 형평적인 것으로 분석된다. 또한 형평 시나리오 중에서는 지불능력에 보다 높은 가중치를 부여한 ES_1 시나리오가 가장 형평적인 것으로 평가된다. 반면, 저감잠재성에 가중치를 높게 부여한 ES_3 시나리오는 형평 시나리오 중 형평수준이 가장 낮으며, S_O 시나리오 대비 형평수준이 다소 증가하는 것으로 분석된다.

V. 결론

본 연구에서는 형평적 노력배분 여부를 파악하기 위해 형평적 노력배분 접근방식을 제시하고, 노력배분 결과를 감축 주체의 수용성, 배출 비중과 국민소득 및 고용관계를 통해 국가전체 형평성 관점에서 분석하였다. 온실가스 규제에 따른 직접비용만을 고려한 수용성 관점에서는 ES_1, ES_2, ES_3 순으로 높은 선호도가 예상된다. 직접비용뿐 아니라 국민경제 연관비용을 함께 고려한 형평성 관점에서도 역시 ES_1, ES_2, ES_3 순으로 높은 형평성으로 분석되었다. 그러나 사회적 수용성은 부문별 선호도 차이가 발생할 수 있으므로 형평적 노력배분 시 이를 고려하여 접근하는 것이 중요하다. 분석 결과, 본 연구에서 제시한 형평적 배분방식은 경제적 접근보다 형평성이 모두 높은 것으로 평가되었다. 결론적으로, 본 연구에서 제시한 형평성을 고려한 노력배분 결과는 국가 전체적인 형평성 관점에서 유의미한 것으로 분석된다. 즉, 저감잠재량만을 기준으로 노력배분 시 상대적으로 높은 비용효율성의 장점이 기대되지만, 형평성 관점에서는 상대적으로 취약할 것으로 평가된다. 이와 같은 분석 결과는 정부가 경제성을 포함한 포괄적 차원의 부문 간 노력배분 결정시 경제성 및 형평성 확보를 위해 고려할 수 있는 기본방향에 관한 시사점을 제시할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 향후 정부가 저감잠재성을 기초로 부문 간 노력배분 결정시, 저감잠재성 보완수단으로서의 우선순위 결정 및 정당성 확보에 활용될 수 있을 것이다. 본 연구는 향후 전개될 온실가스 책임배분 문제를 사회적 수용성 관점에서 접근한 초기연구로서, 많은 한계를 지니고 있다. 본 연구의 핵심적인 사항은 노력배분기준 및 노력배분지표 선정의 타당성, 그리고 노력배분기준별 가중치를 고려한 부문별 배분의 적정성이다. 이와 같은 문제들은 본질적으로 국가 관점에서 판단되는 주관적 개념이기 때문에 이에 관한 지속적인 검토 분석과 논의가 전개되어야 할 것이다.

참고 문헌

- 건설교통부. 2006. 「기후변화협약 대비 교통부문 온실가스 저감정책의 효과분석 2단계」.
- 산업연구원. 2008. 「한국산업의 발전비전 2020 (I)」.
- 에너지경제연구원, 한국환경정책·평가연구원. 2008. 「국가 온실가스 감축방안 연구」.
- 오진규. 2002. 「형평성을 고려한 국가 간 온실가스 감축분담에 대한 연구」. 에너지경제연구원 기본연구보고서.
- 한국환경정책·평가연구원. 2008, 2009. 「기후변화 대응 온실가스 감축을 위한 국가할당 방안 연구」.
- 한국은행. 2008. 「2005년 산업연관표」.
- Andhoff, D., C. Hepburn, and R. S. J. Tol. 2009. "Equity weighting and the marginal damage costs of climate change". *Ecological Economics*, 68(3): 836-849.
- Ashton J. and W. Xueman. 2003. "Equity and Climate : In Principle and Practice". Working Draft.
- Baer, Paul. 2002. "Climate Change Policy: A Survey, Part V, Chapter 15. Equity, Greenhouse Gas Emissions, and Global Common Resources". Island Press.
- Böhringer, C. et al. 2005. "Assessing Emission Regulation in Europe: An Interactive Simulation Approach". *Energy Journal*, 26: 1-22.
- Böhringer, C. et al. 2006. "The efficiency costs of separating carbon markets under the EU emissions trading scheme: A quantitative assessment for Germany". *Energy Economics*, 28(1): 44-61.
- Böhringer, C. and K. E. Rosendahl. 2009. "Strategic partitioning of emission allowances under the EU Emission Trading Scheme". *Resource and Energy Economics*, 31: 182-197.
- Clo, S. 2009. "The effectiveness of the EU Emissions Trading Scheme". *Climate Policy*, 9(3): 227-241.
- Criqui, P. and A. Kitous. 2003. "Kyoto Protocol Implementation(KPI)". Technical Report: Impacts of Linking JI and CDM Credits to the European Emissions Allowance Trading Scheme.
- Edward, P. 2007. "Analysis Equity and the Kyoto Protocol". *Politics*, 27(1): 8-15.
- Entec. 2006. "EU News Flow for an Investor Audience: Analysis of Available Phase II NAP Data".

- Groot, L. 2008. "Carbon Lorenz Curves". Utrecht School of Economics. Working Papers: 08-33.
- Heyward, M. 2007. "Equity and international climate change negotiations: a matter of perspective". *Climate Policy*, 7: 518-534.
- Höhne, Niklas and Sara Moltmann. 2008. "Distribution of emission allowances under the Greenhouse Development Rights and other effort sharing approach". *Ecofys*.
- Hope, C. 2008. "Discount rates, equity weights and the social cost of carbon". *Energy Economics*, 30(3): 1011-1019.
- HWWA. 2003. "Graduation and deeping - an ambitious post-2012 climate policy scenario".
- Jacobson, A., A. D. Milman, and D.M. Kammen. 2005. "Letting the (energy) Gini out of the bottle: Lorenz curves of cumulative electricity consumption and Gini coefficients as metrics of energy distribution and equity". *Energy Policy*, 33: 1825-1832.
- Lange, A. and C. Vogt, and A. Ziegler. 2007. "On the importance of equity in international climate policy: An empirical analysis". *Energy Economics*, 29: 545-562.
- Madeleine, H, 2007. "Equity and international climate change negotiations: a matter of perspective", *Climate Policy*, 7(6): 518-534.
- Marklund, P. O. and E. Samakovlis. 2007. "What is driving the EU burden-sharing agreement: Efficiency or equity?". *Journal of Environmental Management*, 85: 317-329.
- McKinsey & Company. 2009. "Pathways to a Low-Carbon Economy: Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve".
- Pew Center. 1998. "Building An Effective International Agreement".
- Ringius, L., A. Torvanger, and A. Underdal. 2002. "Burden sharing and fairness principles in international climate policy". *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 2(1): 1-22.
- Saboohi, Y. 2001. "An evaluation of the impact of reducing energy subsidies on living expenses of households". *Energy Policy*, 29: 245-252.
- Sagar, A. D. 2000. "Wealth, Responsibility, and Equity: Exploring an Allocation Framework for Global GHG Emissions". Belger Center.
- Toth, Ferenc L. ed. 1999. *Fair Weather? "Equity Concerns in Climate Change"*. London; Earthscan.