

온실가스 감축을 위한 부문별 책임할당방안 연구¹⁾

이상엽¹⁾·최경식^{2)*}

A Study on Sectoral Burden Sharing for Greenhouse Gas Emissions Mitigation

Lee, Sang-Youp · Choi, Kyong-Sik

- 1) 한국환경정책·평가연구원(Korea Environment Institute)
2) 환경관리공단 환경분석연구센터(Environment Management Corporation)

제 출 : 2009년 5월 13일 승 인 : 2009년 11월 26일

국 문 요 약

국가 온실가스 감축목표 설정과 더불어 이를 어떻게 달성해야 하는 이른바, 부문 간 책임배분의 문제는 주요 국가 과제 중 하나다. 본 연구에서는 책임배분의 원칙 및 기준을 설정하고 할당지수를 이용해 부문 간 책임배분방안을 제시하였다. 주요 기준으로서 부문 간 저감잠재성, 배출증가율, 지불능력을 고려하였다. 본 연구에서는 저감잠재성만을 기준으로 할당할 경우와 비교분석하고 매우 상이한 결과를 도출될 수 있음을 제시하였다. 본 연구에서 제시한 방법론은 비용효율적인 동시에 사회적으로 수용 가능한 책임배분을 제시한 것으로서, 향후 국민경제 파급효과 분석 등을 거쳐 보다 면밀히 검토되어야 할 것이다.

■ **주제어** ■ 국가할당계획, 책임배분, 기후변화와 형평성, 온실가스감축, 저감잠재성

Abstract

The issue of burden sharing between sectors has become a pertinent national issue with respect to the establishment of national greenhouse gas (GHG) reduction targets, and the means to achieve these targets. This study explores methods for equitable sectoral allocation to reduce GHGs based on an allocation index taking into account relevant attributes in line with national GHG emissions trends and structures. This paper considered potential for GHG reduction, rate of increase of emissions, and ability to pay as suitable criteria for analysis of each sector. As a result of the analysis, it was found that equitable allocation methods have significantly different burden sharing compared to allocation that considers only potential for GHG reduction. Accordingly, further empirical study on various simulations based on national economic impact will be essential for better policy solutions. This study will contribute to applying national allocation plans in a logical, consistent and transparent manner.

■ **Keywords** ■ National Allocation Plan, Burden Sharing, Climate Change and Equity, Greenhouse Gas Mitigation, Potential for GHGs reduction

1) 본 논문은 한국환경정책평가연구원 기본연구과제, “기후변화대응 온실가스 감축을 위한 국가할당방안 연구” 일부를 수정 보완한 것임.

I. 서 론

기후변화협약 대응 온실가스 감축을 위해 국가의 감축목표 설정, 그리고 이를 달성하기 위한 책임배분(Burden Sharing)은 궁극적으로 대비해야 할 국가과제다. 지금까지 우리나라는 여러 가지 여건상 국가 간 감축의무 부담방식 분석, 국내 감축목표 설정에 필요한 저감잠재성 분석에 초점을 둔 연구가 주류를 이루었다. 그러나 아직 저감잠재성에 관한 연구는 보다 지속적으로 수행되어야 하는 여건이며 따라서 합리적인 국가 및 부문별 감축목표 설정이 어려운 현실이다. 기후변화에 관한 국내외적 여건에 의해 적정 국가감축목표 설정에 관한 논의가 본격화되고 있다. 국가감축목표가 설정된 이후 중요한 과제는 이를 어떤 부문이 어느 수준으로 담당할 것인가에 관한 이른바, 국가할당계획(National Allocation Plan: NAP) 또는 책임배분(Burden Sharing) 문제이기 때문에 관련 연구의 필요성이 제기되고 있으며, 이에 대한 연구개발의 대비가 구체적으로 요구되는 시점이다.

본 연구의 목적은 주어진 우리나라의 온실가스 감축목표하에서 이를 효과적 및 효율적으로 달성하기 위한 부문별 책임배분방안을 제시하는 것이다. 우선 이를 위해, 관련 국내외 선행연구를 분석하였다. 특히, 해외 연구에서는 EU 배출권거래제(Emissions Trading Scheme: ETS) NAP 초과할당의 문제점 및 시사점을 도출하였다. 또한 국가 간 감축의무를 위해 고려되는 주요 지표, 그리고 형평적 할당의 기초개념 및 접근방식에 관한 다양한 문헌을 검토하였다²⁾. 이를 통해 우리나라에 적용 가능한 할당방안의 기본원칙, 설정방향을 제시하고, 그동안 국내에서 연구된 우리나라에 부합되는 감축의무방식과의 연계선상에서 부문별 할당방안에 필요한 주요 변수와 할당지수를 이용해 부문별 할당방안을 도출하였다. 그리고 현재까지 파악 가능한 국내 자료를 기초로 부문별 할당방안 사례분석을 실시하였다. 마지막으로, 부문별 할당방식의 실증분석 등 향후 추가적으로 지속되어야 할 연구과제를 제시하였다.

2) 해외연구사례는 전반적으로 국가 간 접근과 관련되어 국가 내 책임배분과 차이가 존재할 수 있지만, 이와 같은 국가 간 고려요인 및 접근방식 역시 국내배분 연구에도 활용될 수 있는 요인이므로 사례분석하였다.

II. 선행연구 분석

1. EU 배출권거래제 국가할당계획 분석

EU 배출권거래제 평가와 관련된 해외 연구는 다양하게 존재한다. 본 연구에서는 이 중 EU 배출권거래제 국가할당계획(National Allocation Plan; NAP)³⁾ 중심으로 선행연구를 분석하고 이에 대한 시사점에 초점을 두었다. 유럽위원회(EC)는 배출권거래제도 이행을 위해 지침(Directive 2003/87/EC)을 마련하고, 각 회원국은 동 지침을 토대로 NAP를 결정하게 된다. 각 국가별로 마련된 NAP는 다시 EC에서 검토하여 승인 또는 재작성 여부를 평가 받게 된다. 배출권 할당과 관련하여 회원국들은 총배출량, 할당방식 등을 명시한 국가할당계획을 EC에 제출하고, EC로부터 최종 승인 후 국가할당계획에 의하여 배출권이 배분된다.

대부분의 국가에서 NAP II('08~'12년)는 NAP I('05~'07년)에 비해 감소하여 점차 강한 감축의무가 부여되었지만, 전반적으로 대부분의 EU 회원국들은 자국의 배출권 할당량 산정 시 실제배출량보다 높은 할당을 부여하고 있다. EU ETS I과 II 기간 중 배출 할당량 수준을 판단하기 위해 2005년 실제 배출량과 각 기간별 확정된 할당량을 비교하면 다음과 같다(<표 1> 참조). I 단계 할당량은 2005년 배출량 대비 110.5%로써 대부분의 국가에서 실제 배출량보다 많은 할당량이 배분되었다. 특히 리투아니아, 라트비아 등 동구권 국가에서 초과할당되었다. 반면 호주, 아일랜드, 스페인 등의 국가는 실제 배출량보다 적은 할당량이 배분된 국가에 해당된다. 한편, II 단계 할당량은 2005년 배출량 대비 96.8%로써 I 단계에 비해 2005년 배출량 기준보다 낮은 할당량이 배분되었다. 리투아니아, 슬로바키아, 라트비아 등 동구권 국가는 I 단계와 같이 계속 초과할당 되었다. 본 연구는 책임할당의 중요성을 다루는 것이므로 EU 배출권거래제 시사점을 초과할당 관점에서 접근한 선행연구들을 중심으로 분석하였다.

3) 본 연구 내 NAP는 EU 배출권거래제의 국가할당방안과 차이가 있다. EU ETS NAP는 배출권거래 참가부문 및 참가부문 내 할당방안에 관한 것이라면, 본 연구의 NAP는 국내 배출권거래제 도입과는 직접적으로 무관하며, 향후 국가감축목표가 설정될 경우, 이에 관한 부문별 감축기여 및 책임에 관한 것이다. EU 배출권거래제의 국가간 할당문제는 국내 부문간 할당 시에도 시사점을 제공할 수 있기 때문에 본 연구에서 사례분석을 하였다.

표1 EU ETS 배출할당량 수준 비교 (2005년 배출량 대비)

구분	'05년 배출량 ⁽¹⁾ (MtCO ₂)	I 단계 연평균 할당량 ⁽²⁾ (MtCO ₂)	II 단계 연평균 할당량 ⁽³⁾ (MtCO ₂)	I 단계 할당량/ '05년 배출량 (2)/(1)	II 단계 할당량/ '05년 배출량 (3)/(1)
Austria	33.37	33	30.7	98.9%	92.0%
Belgium	55.35	62.93	58.5	11.37%	105.7%
Cyprus	-	5.66	5.48	-	-
Czech Republic	82.45	97.6	86.8	118.4%	105.3%
Denmark	26.48	33.5	24.5	126.5%	92.5%
Estonia	12.62	18.95	12.72	150.2%	100.8%
Finland	33.10	45.5	37.6	137.5%	113.6%
France	131.26	156.5	132.8	119.2%	101.2%
Germany	474	499	453.1	105.3%	95.6%
Greece	71.25	74.4	69.1	104.4%	97.0%
Hungary	26.03	3.27	26.9	120.1%	103.3%
Ireland	22.40	22.33	22.3	99.7%	99.6%
Italy	223.59	240.72	195.8	107.7%	87.6%
Latvia	2.85	4.57	3.43	160.4%	120.4%
Lithuania	6.60	12.27	8.8	185.9%	133.3%
Luxembourg	2.60	3.36	2.5	129.2%	96.2%
Malta	-	2.94	2.1	-	-
Netherlands	80.35	95.3	85.8	118.6%	106.8%
Poland	191.40	239.1	208.5	124.9%	108.9%
Slovakia	25.23	30.5	30.9	120.9%	122.5%
Slovenia	8.72	8.77	8.3	100.6%	95.2%
Spain	182.89	174.43	152.3	95.4%	83.3%
Sweden	19.32	22.9	22.8	118.5%	118.0%
UK	242.46	245.33	246.2	101.2%	101.5%
Total	1,990.78	2,199.00	1,927	110.5%	96.8%

주: '05년 배출량 미제출국, ECG 독자적으로 파악한 배출량 등의 이유로 총계와 다소 불일치가 존재함.
자료: Entec(2006)

• 교토목표량과 국가할당계획

Entec(2006)은 EU ETS에서 교토목표량 충족을 위한 감축량과 NAP II 기간 중 감축의 무량을 주요 8개국을 대상으로 분석하였다. 우선, 2004년 국가 총 배출량 기준으로, 교토타겟 충족을 위해 요구되는 ET 부문의 감축요구량을 산정^(A)하고, 2005년 배출량^(a) 대비 NAP

II의 연평균 할당량^(b)의 차이^(B)를 산정하였다. (a-b)값이 양(+)일 경우, 배출량 대비 추가 감축이 요구되는 것으로써 엄격하게 할당이 이루어졌다는 의미다. 분석 대상 8개국 전체적으로, 교토목표량 충족을 위해 요구되는 배출권거래 부문의 감축요구량^(A)은 35 MtCO₂이고, 2005년 배출량^(a)과 II단계 연평균 할당량^(b)의 차이^(B)는 -55.3 MtCO₂으로 분석된다. 즉, 배출권거래부문에서 35MtCO₂를 추가 감축해야 하는 상황이지만, 2005년 배출량보다 오히려 많은 배출을 허용하고 있는 것으로 분석되었다. 따라서, 배출권거래부문에서 부담해야 할 감축량과 최소한 동일하게 배출허용량을 부과(Fair Share)해야 한다는 관점에서 과다 배출권이 할당되었음을 의미한다. 이와 같은 초과할당은 전반적으로 배출노력을 유도하지 못하여, II단계 EU 배출권시장은 시장으로서의 큰 역할을 기대하기 어려울 것으로 전망된다.

표2 교토의정서 감축목표 대비 EU ETS NAP II 할당량 분석

국가별	교토감축목표 대비 EU ETS 감축요구량 (MtCO ₂) ^(A)	'05년 배출량 ^(a) 대비 phase II 연평균 할당량 ^(b) (NER 포함) (MtCO ₂) ^(B1)	'05년 배출량 ^(a) 대비 phase II 연평균 할당량 ^(b) (NER 배제) (MtCO ₂) ^(B2)
Austria	8.3	0.6	1.0
France	-1.0	-29.9	-19.4
Germany	20.4	-8.0	4.0
Italy	37.1	29.6	37.6
Netherlands	6.0	-10.0	-3.3
Poland	-71.8	-88.2	-79.2
Spain	40.6	30.2	38.2
UK	-4.6	20.4	37.7
Total	35.0	-55.3	16.5

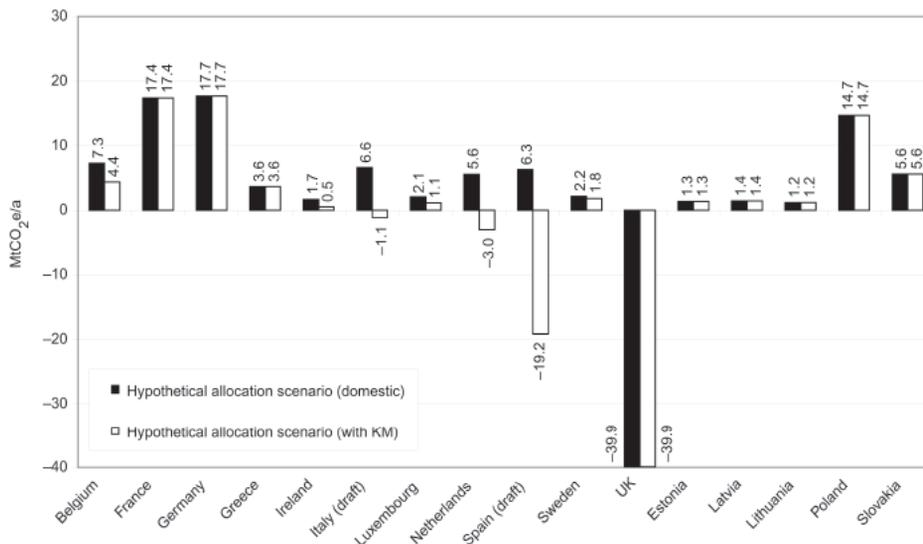
주: (B1), (B2)는 ['05년 배출량^(a) - phase II^(b)의 값임. NER(New Entrance Reserve)
자료: Entec (2006).

● 초과할당과 배출권거래제도의 비용효율성

EU 배출권거래제 NAP의 비용효율성 여부를 분석하기 위해 Regina(2006)는 'HAS (Hypothetical Allocation Scenario)'를 이용하였다. HAS는 회원국의 교토의정서상 감축 목표량과 2004/05년의 총 온실가스 배출량에서 배출권거래제 참여 부문의 CO₂ 배출량 비중을 고려하여 도출되었으며, 따라서 HAS는 에너지 및 산업부문의 비중이 반영된 배출권 거래제 참여 부문이 전체 국가에서 차지하는 감축기여량을 의미한다. 또한 동 분석에서는

CDM/JI 크레딧 구매 없이 HAS를 계산한 국내 시나리오(Domestic Scenario)와 교토 메커니즘을 활용한 두 가지 시나리오를 구분하였다.

그림1 배출권 할당의 비용효율성 분석(MtCO₂)



자료: Regina et al. (2006).

Regina(2006) 분석결과에 따르면, 영국을 제외한 대부분 회원국의 할당량은 HAS보다 높게 나타난다. 이는 배출권거래제 참여 부문에 초과할당, 결과적으로 미참여 부문에 상대적으로 높은 의무부담이 할당되고 있음을 의미한다. EU에서 추진 중인 배출권거래제가 국가 관점에서의 비용효율적인 정책수단임을 판단하려면 배출권거래제 참여 부문과 비참여 부문의 한계저감비용 차이를 파악해야 한다⁴⁾. 그런데 많은 선행 연구결과(Boeringer 등, 2005/2006, Criqui 등, 2003, Peterson, 2006)에 따르면, EU 배출권거래제 참여 부문의 한계저감비용은 비참여부문의 저감비용보다 낮은 것으로 분석되고 있다. 이와 같은 선행연구들의 결과를 전제할 경우, 비용효율성 관점에서 EU ETS 참여 부문은 보다 많은 감축의무를 부여받아야 하지만 현재 참여 부문의 배출할당량 수준은 대부분 국가에서 이를 충족하고 있지 못하다. 따라서 EU 배출권거래제는 참여 부문에 대한 초과할당으로 인해 비용효율적인 국가정책수단으로서 한계를 지니고 있는 것으로 평가될 수 있다.

4) EU ETS는 ETS 자체의 비용효율성과 정책믹스인 국가정책수단으로서의 비용효율성 두 가지 관점에서 평가되어야 할 것이다.

2. 형평적 할당 문헌분석

형평적 할당과 관련된 주요 연구의 주제 및 방향은 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(<표 3> 참조). 한편, 국내에서는 오진규(2002)의 연구가 있는데, 형평성을 고려한 감축방식에 대해 국가 간 예상 감축량을 비교분석하였다. 그리고 에너지경제연구원(2004)은 주요국 또는 연구기관에서 제기된 의무부담방식을 체계적으로 비교하면서 정치적, 환경적, 기술적 측면에서 분석하였다. 위와 같은 국내외 연구는 주로 국가 간 형평적 책임배분 중심의 분석이다.

표3 형평적 할당 관련 주요 연구주제

구분	주요 내용
형평성의 개념	기후변화대응 관점에서의 형평성 개념 연구 형평성 주요이슈 및 개념정립 연구 형평성과 경제적 이해관계 개념 정립 연구 형평성 개념의 정치적, 도덕적 접근 연구
형평성의 경제학적 접근	경제학 접근을 통한 배출권할당방안 연구 경제학 접근을 통한 국가간 감축할당방안 연구 의무부담배분(Burden Sharing)의 경제성 분석
형평성의 사회과학적 접근	사회학 관점에서의 할당 불평등 요인 연구 기후정책에 있어 공정성 고려방안 연구 개도국 관점에서의 형평성 연구
형평성의 정치·법학적 접근	국제법 차원에서의 온실가스 규제 정당성 연구 국제법상 형평성 연구

자료: Ferenc L (1999)에서 재정리.

형평성(Equity)의 개념과 관련하여 Ashton(2003)은 형평성과 경제적 이해관계(Interest)와의 구별을 강조하고 있다. 일반적으로 형평성의 개념은 철학, 도덕 관점에서의 포괄적 차원으로 인식되고 있다. 반면 경제적 이해관계는 실용적인 개념으로 자원의 사용 및 분배에 있어 경제적 효율성에 초점을 두는 개념이다. 그러나 근본적인 형평성이란 경제적 이해관계를 포괄하는 것이기 때문에 경제적 이해관계만을 강조하는 경우 근본적인 형평성 관점에서 취약하게 된다. 경제적 이해관계 개념뿐 아니라, 기타 형평적 요인을 동시에 고려한 '포괄적 형평적 온실가스 할당방안'을 마련하기 위해서는 할당과정 시 정부, 기업, 민간단체

등 관련 이해관계자들 간 충분한 의견수렴 및 조정과정이 매우 중요하다. 즉, Ashton은 형평성 개념과 관련해 정당성 확보의 중요성을 강조하고 있다. 이는 환경정책의 일반원칙 중의 하나인 상호 협력의 원칙이 온실가스 감축과 관련해 역시 중요하다는 점을 강조하고 있는 접근이다. 그리고 Ashton은 형평성 개념을 온실가스 감축할당기준에 적용하기 위한 요인으로서 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)을 제시하고 있다.

한편, Baer(2002)는 형평성의 개념을 정치적 측면(Political Science Problem)과 도덕적 차원(Ethical Problem)에서 접근하였다. 기후변화협약에 명시된 형평성 관련 내용들은 정치적 측면이 주로 강조되어 있다. 특정국가 및 부문이 갖는 정치적인 힘, 즉 국제협상력의 차이에 따라 기후변화 대응 및 온실가스 감축노력의 협상결과가 이루어질 수 있으며, 이러한 협상논리를 바탕으로 특정국가 및 부문이 유리한 결과가 초래될 수 있다. 또한 도덕적 차원에서 형평성은 협상결과에 대한 정당성(Justification) 및 국내외적 수용성에 관한 개념이다. 협상과정에서 경쟁국가 간 자국의 입장을 대변하고, 이 결과에 대해 각국의 입장에서 평가하게 되는데 이 평가과정에서 발생하는 형평성 개념에 관한 논쟁이 이른바 도덕적 차원의 형평성 접근이다. 즉, Baer는 사전적 관점의 정치적 형평성, 사후적 관점의 도덕적 형평성으로 구분하고 있다.

위의 연구들에 따르면 형평성 접근 시 경제적 측면(비용효율성)과 비경제적 측면(정당성 및 합리적 기타요인)의 조화가 중요하며, 형평성 추진과정(사전적) 및 책임배분 결정(사후적) 접근의 조화가 필요하다. 기후변화협약 과정에서 형평적 할당과 관련된 주요 쟁점들은 본질적으로 선진국과 개도국 간 배출추이, 감축능력, 지불능력, 경제구조 등의 차이에서 비롯된다. 이에 따라 선진국과 개도국 간 할당방식 및 결정요인 선호도에 차이가 발생된다. 이와 같은 요인별 선호도는 국가간 감축의무방식과 관련된 사항이지만 국가 내 부문별 할당에도 유사한 방식으로 쟁점화될 수 있기 때문에 많은 시사점을 제공할 수 있다.

표4 선진국과 개도국의 온실가스 감축의무기준 선호도 및 입장 비교

구분		선진국	개도국
감축의무 할당기준	감축잠재성(감축능력)	선호(추가감축의 어려움, 비용효율성)	
	배출량 (배출책임) ^a	상대적 선호 (예상 배출량)	선호(과거, 누적, 일인당배출량)
	소득(지불능력) ^b		선호(GDP/인) 상대적 비선호 (선발개도국)
	온실가스 집약도 ^c	선호	
선호도 비교*		c > b > a	a > b > c
감축의무 부과대상 선정		개도국의 향후 예상배출량의 확대 가능성 강조. 개도국의 적극적 참여 촉구	지구온난화로 인한 피해 발생의 원인으로 선진국의 추가적 책임성 강조

주: 선호도 비교는 관련 여러 가지 연구결과를 종합해 저자가 정성적으로 판단한 것임.

3. 감축의무 부여를 위한 주요 지표

지금까지 책임배분에 관한 연구는 주로 국가 간 비교를 위해 수행되었다. HWWA(2003)는 GI(Graduation Index)를 도입하여, GI 값에 따라 국가를 분류하고 이에 해당되는 감축 목표설정값을 제시하였다. 단, GI에 관계없이 EU, OECD, IEA 회원국은 감축의무국(부속서 B)에 포함되며, 최빈국, IDA(International Development Association), 식량원조대상국은 목표설정에서 제외된다. GI는 1인당 GDP와 1인당 CO2 배출량을 이용하였으며, 1인당 GDP 1만 달러 및 1인당 CO2 배출량 10톤을 기준으로 도출된다.⁵⁾ 한편, 이와 유사한 접근으로써 Criqui 등(2003)은 능력·책임지수(CR Index)를 이용하였다. 능력·책임지수(CRI)는 인당 GDP와 인당 배출량을 합산한 것으로 [CRI = 인당 GDP(, PPP)/1,000 + 인당 온실가스 배출량(tCO2)]와 같다.

퓨센터(1998)에서는 이미 오래전에 지불능력(standard of living), 배출책임(responsibility), 감축가능성(opportunity) 등의 기준을 이용하여 모든 국가를 3개 그룹으로 분류하였다. 먼저 지불능력은 1인당 GDP가 평균이상인 국가는 '고', 중간값(Median)과 평균 사이일 경우는 '중', 중간값 이하일 경우는 '하'로 분류하였다. 배출책임의 경우는 1950~1995년 기간중 CO2 누적배출량과 1995년 CO2 배출총량 및 1인당 CO2배출량을 이용하여 지불능력에서와 같이 분류하고, 배출증가율(1992~1995년 평균)을 상중하로 분류하

5) $GI = \frac{[\text{인당 GDP}(\$/10,000 + \text{인당 CO}_2/10(\text{톤}))]}{2}$

였다. 이와 같은 네 가지 지수값을 평균하여 배출책임을 상중하 3단계로 분류하였다. 한편, 감축가능성은 GDP당 에너지 사용량을 이용하여 지불능력에서와 마찬가지로 방식으로 분류하였다.

Sagar(2000)는 형평성, 책임, 능력의 원칙을 바탕으로 이들의 조합에 따른 국가의 배출할 당량 변화를 분석하였다. 본 연구에서는 형평성 지표로서 인구(Pop), 능력지표로서 인당 구매력(pcGNPppp), 책임지표로서 인당 누적배출량(pcCR)을 각각 이용하였다. 누적배출량 산정에는 다양한 온실가스의 누적배출량이 적용되어 정확한 산정이 어려우므로 이산화탄소만을 대상 온실가스로 하고, Pop, pcGNPppp는 1995년, pcCR은 1950~1995년까지의 누적배출량 자료를 이용하여 아래와 같은 지수로 분석하였다. 지수분석 시에는 능력 및 책임 지표의 상관관계를 분석하여 활용하였다.

$$F_i = \frac{Pop_i * f(pcGNPppp_i) / g(pcCR_i)}{\sum_{i=1}^n [Pop_i * f(pcGNPppp_i) / g(pcCR_i)]}$$

여기서,

F_i : i 국가의 배출 할당량

f, g : i 국가 pcGNPppp, pcCR 각각의 상관관계

한편, 포스트 교토체제하의 감축의무국 설정기준과 관련해 Hohne 등(2008)은 각 국가의 책임(responsibility)과 능력(capacity)을 기초로 책임능력지표(Responsibility Capacity Index: RCI)인, $RCI = R^a \cdot C^b$ (여기서 a, b 는 가중치)를 이용하였다. R(책임)은 화석연료 연소에 따른 1인당 누적 배출량이며, 1990년 이후의 값을 적용하였다. 또한 배출을 기본배출(survival emission)과 추가배출(luxury emission)로 구분하고 R값에는 기본배출만을 반영하였다⁶⁾. 한편, C(능력)는 일정수준(development threshold) 이상 소득계층의 총소득으로 정의되었다. 즉, 국가 내 소득 불평등을 고려하여 지니계수(Gini coefficient)를 통해 일정 수준 이상의 소득계층만이 감축의무부담에 기여하는 것으로 가정되었다. 감축요구량은 전 세계 배출량 전망과 세계 배출한도 목표량의 차이로서 각 국가별 RCI 값에 비례해 할당하는 방식을 취하였다.

6) 동 연구에서 기본배출(survival emission)은 일정 수준(development threshold)의 개발 혹은 소득을 넘지 않는 인구로부터 배출되는 것이고, 추가배출(luxury emission)은 이를 제외한 나머지 배출로 정의되었다.

표5 Hohne(2008) 책임능력지표에 따른 국가별 할당 방식

구분	단위	450ppmv	550ppmv	650ppmv
Development threshold	US\$(2000)/인당연평균	9,000	9,000	9,000
기준년도		1990	1990	1990
능력 가중치	%	60	60	60
책임 가중치	%	40	40	40
'50년 온실가스 배출수준	'90년 대비 (%)	-40	-10	+45

III. 분석방법론

감축목표 이행을 위한 부문별 책임할당마련을 위해 본 연구에서는 기후변화협약 및 교도 의정서에서 명시하고 있는 할당원칙⁷⁾, EU ETS NAP 시사점, 해외 관련 연구에서 제기되는 형평적 할당관련 주요 쟁점 및 고려지료 등을 기초로 우리나라 실정에 부합되는 형평성 개념을 정립하고, 이를 달성하기 위한 설정기준을 마련하였다. 구체적으로 설정기준을 제시 하기 이전에 책임할당 대상이 되는 부문결정 방안을 제시하였다.

1. 부문결정

일반적으로 감축할당 대상의 결정은 상류(Upstream)와 하류(Downstream) 부문으로 대 별된다⁸⁾. 현재 운영 중이거나 계획 중인 해외 온실가스 배출권거래제 운영방안을 보면 주 로 전력부문이나 에너지집약 산업을 대상으로 한 하류접근이 주류를 이루고 있다. 그러나 OECD Annex I 전문가회의 등 최근 국제 논의동향, 호주, 뉴질랜드, 미국의 여러 가지 법

7) 기후변화협약 3조 1항, The Parties should protect the climate system for the benefit of present and future generations of humankind, on the basis of equity and in accordance with their common but differentiated responsibilities and respective capabilities. Accordingly, the developed country Parties should take the lead in combating climate change and the adverse effects thereof.”

8) 하류(Downstream)식 접근은 오염자부담원칙에 입각해 직접 에너지를 소비하여 온실가스를 배출하는 부문을 대상으로 하며 일정량 이상의 배출을 하는 해당 부문이 이에 해당된다. 반면, 상류(Upstream)식 접근은 직접 온실가스를 배출하지 않지만 온실가스 배출의 원인이 되는 상품 및 원료를 생산, 수입, 판매하는 부문을 대상으로 한다. 일반적으로 화석연료 를 생산, 수입, 판매하는 부문이며, 하류 부문으로의 비용이전(Cost Shifting)을 유발하여 하류 부문의 감축노력을 유도할 수 있다.

안을 고려할 때 하류방식과 상류방식을 종합적으로 검토하고 있는 것으로 분석된다(OECD, 2007). 하류접근에 의한 부문결정은 일반적으로 배출비중이 상대적으로 높고 참여자 수가 많기 때문에 목표 달성을 위한 사회적 비용이 낮으며, 모니터링이 용이한 구조이며, 선택 가능한 온실가스 감축옵션이 다양하다는 등의 관점에서 장점으로 평가된다. 그러나 향후 온실가스 감축의무 부여 정도가 강화될 것이고, 이에 따라 보다 많은 의무부담 부문이 참여해야 한다는 관점에서 배출권거래제 참여부문 확대 필요성 논의가 전개 중이며, 이와 같은 연장선상에서 상류 접근이 접근되고 있는 것으로 분석된다.

상하류접근 관점에서 우리나라의 감축할당 부문을 결정하는 방식은 다음과 같이 크게 세 가지로 분류할 수 있다. 하류방식에서는 전력최종소비자(간접배출)와 전력회사(직접배출)에 대한 구분이 필요하다. 전력소비자에게 할당할 경우, 전력회사는 배제되어야 한다. 반대로 전력회사에게 할당할 경우, 전력소비자는 배제된다.

대안 1: 상류방식

대안 2: 전력최종소비, 에너지소비 부문을 대상으로 할당하는 하류방식

대안 3: 전력회사, 에너지소비 부문을 대상으로 할당하는 하류방식

상류방식인 대안 1의 경우, 화석연료 생산, 수입, 판매자가 대상이며, 전력 부문은 화력발전 전에 필요한 화석연료를 생산, 수입, 판매하는 기업만 해당된다. 단지, 나프타와 같이 제품 제조과정에서 사용되는 직접 원료(Feedstock)에 해당되는 화석연료 부문은 참여 대상에서 예외를 검토할 수 있을 것이다. 전력 최종 소비자를 고려한 하류방식으로서 대안 2는 화석연료나 전기를 소비하는 일정 규모 이상의 산업 부문을 대상으로 한다. 마지막으로 화석연료를 소비하는 대규모 직접 배출원인 산업, 전력회사를 대상으로 하는 대안 3이다. 이때 발전소에서 화석연료 연소를 통해 배출하는 전력회사는 감축의무를 부여받게 된다. 각각의 방식은 행정비용, 감축동기 부여, 감축범주 등에 따라 장단점이 존재한다.

표6 감축부문 선정방식 및 장단점 비교

	장점	단점
대안 1	<ul style="list-style-type: none"> - 연료연소에 따른 모든 CO2 배출 규제가능 - 할당 대상자에게 요구되는 할당량 취득 비용 및 감축비용이 에너지 최종소비자에게 가격메커니즘에 의해 전이되며 소비감소를 유도함. - 대규모 소수 참가자로 인해 행정비용이 낮음 	<ul style="list-style-type: none"> - 대규모 소수 참가자를 대상으로 하기 때문에, 하류부문 다수 참가자의 직접적인 감축유발 동기가 약할 수 있음. - 생산량 조절에 의한 감축량 조절 등 기타 감축수단이 제한된 수입업자의 경우, 교토 크레딧 구매 등에 의존할 수 있기 때문에 국내 감축노력을 기대하기 어려움. - 오염자부담원칙에 위배
대안 2	<ul style="list-style-type: none"> - 직접 화석연료를 사용하고 온실가스를 배출하는 배출원에게 할당하므로 참가자간 강한 감축동기 부여가 가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 소규모 최종에너지소비자가 포함되지 않을 경우, 상향식(대안 1)에 비해 참여범주가 낮음. - 전력은 간접 배출할당으로 접근되기 때문에 발전소의 감축동기가 낮음.
대안 3	<ul style="list-style-type: none"> - 모든 전력소비가 직접배출로서 할당되기 때문에 전력부문의 CO2 배출량이 모두 포함됨 - 화석연료를 소비하는 대규모 에너지소비자에게 직접 할당이 부여되므로 감축목표 달성에 적극적임. 	

한편, 감축목표 달성을 위한 감축부문 결정 시 고려되어야 하는 중요한 기준으로는 첫째, 국가 부문별 배출구조 및 산업구조, 둘째, 국가 온실가스 배출통계 체제와의 일관성, 셋째, 보고 및 검증(Measurable, Reportable and Verifiable: MRV) 등 의무부여와 관리의 가능성, 넷째, 감축수단 도입의 상대적 가능성 등이다. 우리나라 국가 배출통계는 에너지부문(부문별 연료 연료연소, 탈루성 배출), 산업공정, 솔벤트 및 기타 제품 소비, 농업, 토지이용 변경 및 임업, 폐기물 등 크게 6개 분야로 구성되어 있다. 우리나라 온실가스는 크게 에너지부문, 산업공정, 농축산, 폐기물, LULUCF 부문에서 배출되며, 2005년 기준으로 에너지부문 약 84.3%, 산업공정 약 11%, 기타 부문 약 15%의 배출비중을 지니고 있다. 가장 배출비중이 높은 에너지 부문에서는 발전(약 35%)과 산업(약 32%) 부문이 절대 다수를 점하고 있으며, 그 다음으로 수송(약 20%) 및 가정·상업·공공(약 12%) 부문이 배출비중이 높다. 그리고 2030년까지의 배출전망을 고려하면 특히 수송 및 발전 부문의 배출증가가 예상되고 있다.

표7 우리나라 주요 부문별 배출추이(백만톤CO2)

구분	2005	2010	2015	2020	2025	2030
전환	170.1	230.3	235.4	253.9	271.8	279.6
산업	156.9	168.3	180.7	192.4	202.0	197.9
수송	98.2	108.2	117.6	124.6	131.5	133.5
가정상업공공기타	72.4	76.5	80.0	84.0	87.4	89.0
폐기물	13.0	14.0	12.2	11.6	11.4	11.1
농축산	14.7	14.5	13.6	13.0	12.5	12.3

자료 : KEII·KEI (2008), 4% GDP 성장 및 고유가 반영 시나리오 추정값임.

위와 같은 종합적인 면을 고려할 때 우리나라에서는 발전사, 산업, 수송, 가정·상업·공공, 폐기물, 농·축산업 등 6개 하류부문이 감축할당의 우선 대상으로 적합하다고 고려하여 본 연구에서 할당부문으로 선정하였다. 이 대상 중 감축비용, 부문별 할당 이행방식, 배출통계 및 저감결과의 자료 신뢰성 등을 고려하여 향후 국내 배출권거래제 참여부문과 미참여 부문을 단계적으로 고려할 수 있을 것이다. 특히, 국가적 차원의 감축부문을 선정하고 부문별 감축량이 결정되면, 부문별 특성에 부합된 감축방식에 대한 정책대안을 마련할 필요가 있다. 예를 들어, 산업부문은 에너지 소비량, 부가가치, 생산량 등을 기준으로 한 경제적 할당방식(성과기준), 수송부문은 배출증가율, 배출원 특성 등을 고려한 수송원별 과세부과 방식, 조세수익을 산업 등 기타 부문에 지원하는 체제, 가정·상업·공공 및 농축산 부문은 온실가스 감축 프로그램과 같은 국내 정책 및 조치에 의한 방식 등을 고려할 수 있다.

2. 할당기준

할당기준 마련을 위해서는 우선 우리나라의 전반적인 경제 및 온실가스 배출 관련 일반 현황 및 전망이 반영된, 그리고 우리나라에 부합되는 국가간 의무부담 방식의 주요지표 등과 일관성 있도록 접근하는 것이 중요하다(<표 8> 참조).

표8 우리나라 경제 및 온실가스배출 관련 일반 현황 및 전망

구분	현황 및 전망
전반적 현황	<ul style="list-style-type: none"> - 일인당 GDP: 선진국 대비 매우 낮고, 동구권 대비 높고, 개도국중 상당히 높음 - 연간 배출규모: 모든 세계 그룹에서 중상위 - 누적배출량: 선진국 대비 연간배출에 비해 상대적 위치 다소 하향, 개도국 대비 상대적 변화 없음 - 일인당 배출량: 선진국 대비 비교적 낮고, 개도국 대비 중상위 수준 - 배출집약도(배출량/GDP): 선진국 대비 높으나, 기타 국가 대비 상당히 낮음 - 배출저감비용: 매우 높을 뿐 아니라, 상대적인 저감비용 규모(GDP 대비 %) 역시 매우 높음 - 배출증가율: 선진국보다 월등히 높음. 개도국 중에서도 높은 수준.
배출 전망	<ul style="list-style-type: none"> - 약 2020년까지 지속 증가하지만 이후 정체 가능성
GDP 및 산업구조	<ul style="list-style-type: none"> - 고유가, 세계경제여건 등 불확실하지만 선진국 진입으로 연평균 약 4% 이상 경제성장 어려움 - 제조업 대 서비스업 비중 변화 (산업연구원, 산업발전비전 2030) 32.4%·52.3% (05년) → 27.9%·63.1% (50년)
배출증가율 추이	<ul style="list-style-type: none"> - 연평균(90~05년) 증가율 (%) 에너지(4.8) 산업(3.9) 발전(10.5) 수송(5.7) 가정상업(-0.6) 공공(-2.3) - 연평균 증가율 전망(05~20년) 산업(급속한 감소) 발전(다소 감소) 수송(유지 또는 다소감소) 가정상업공공(증가)
저감잠재성 전망	<ul style="list-style-type: none"> - 산업(추가적 잠재성 낮음) - 수송 및 가정상업공공(추가적 잠재성 기대)

관련 선행연구에서 파악된 비용효율성과 사회적 수용성 원칙에 기초한 형평적 할당과 우리나라의 경제 및 배출구조를 종합적으로 고려하여 본 연구에서는 부문별 감축 가능성, 배출기여, 경제적 비용부담능력 등 세 가지 요인을 부문별 국가할당의 기준으로 설정하였다. 우선, 감축가능성은 저감잠재성을 의미하며, 주요 지표로서 부문별 저감잠재량을 고려하였다. 엄격한 의미에서 부문별 한계저감비용이 반영된 감축잠재량이 요구된다. 그러나 이와 같은 온실가스 감축에 직접 요구되는 비용효율성을 나타내는 저감잠재량뿐 아니라, 사회경제적 관점에서 요구되는 사회적 비용을 동시에 고려한 추가보완적인 할당기준이 요구된다. 이와 같은 관점에서 사회적 수용성을 반영할 수 있는 부문별 배출기여도와 경제적 비용부담 능력을 고려하였다. 배출책임과 관련된 배출기여도의 대표적 지표로서 과거배출량 또는 배출증가율이 고려될 수 있다.

우리나라의 경우, 향후 산업구조변화에 따른 온실가스 배출추이의 구조적 변화, 국내 산업부문의 해외시장 노출도 및 산업경쟁력 등을 고려할 때 배출증가율 지표가 누적배출량보다 사회적 수용성 관점에서 바람직하다고 판단하여 배출증가율 지표를 선정하였다. 한편,

경제적 비용부담 능력은 경제적으로 보다 우위에 있는 부문이 보다 많은 감축이행 비용분담을 담당한다는 의미로서 각 부문별 GDP 기여도를 사회적으로 수용 가능한 지표로서 선정하였다⁹⁾.

표9 우리나라 부문별 할당기준 및 고려 지표

설정원칙	설정 기준	고려 지표
비용효율성	감축 능력	경제, 기술, 환경이 반영된 저감잠재성
사회적 수용성 : 오염자부담원칙 : 공동협력원칙 : 비용효율성	배출 기여도	부문별 배출증가율을 고려한 배출책임
	경제적 비용부담능력	부문별 부가가치 비중을 고려한 감축비용 실질 지불 능력

한편, <표 9>와 같은 부문별 할당기준을 선정한 후 세 가지 요인의 가중치를 고려하였다. 가중치는 각 요인을 동일하게 또는 차등적으로 부여할 수 있으며, 이를 위해 각 요인별 증가추이, 각 요인의 신뢰할만한 자료취득 여부, 정책적 실현 가능성 등을 감안해 단계적으로 요인의 가중 정도를 결정할 수 있을 것이다¹⁰⁾. 본 연구에서는 위와 같은 할당기준 및 지표에 기초해 부문별 할당량을 결정하기 위한 부문별 할당지수를 아래와 같이 개발하고 이를 활용해 총 국가감축목표에서 부문별 담당해야 할 감축량을 산정하였다.

$$\text{할당지수}_{i,t} = \frac{\alpha_i \cdot (RP_{i,t} / TARGET_{N,t}) + \beta_i \cdot (EI_{i,t} / EI_{N,t}) + \gamma_i \cdot (GDP_{i,t} / GDP_{N,t})}{3}$$

i : 부문 t : 할당대상기간
 N : 국가 전체 $TARGET$: 국가감축목표량

9) 현재 본 연구에서 지불능력의 지표로 제시한 GDP 기여도는 부문별 특징이 반영되기 위한 여러 가지 적용상 한계를 지닐 수 있기 때문에 향후 보다 면밀한 지표선정이 요구된다.

10) 적정 부문별 가중치는 국가경제에 미치는 파급효과, 국가활동비용의 최소화 관점에서 결정될 수 있으며, 관련해서 향후 연구가 지속되어야 할 것이다. 한편, 가중치를 단계적으로 차등적용할 경우 다음 사항이 고려되어야 할 것이다. 우선, 감축의무 시행초기에 적용되는 가중치 부여기준이다. 감축가능성 지표는 감축의무 시행초기 현실적으로 적용하기 가장 불확실한 요인일 수 있다. 따라서 감축가능성은 시기별 차등화를 고려할 때 시행 초기보다는 궁극적인 감축목표 달성을 위한 기준으로 목표연도에 맞추어 가중치를 점차 높게 부여할 필요가 있다. 따라서 시행 초기에는 지불능력을 고려해 실질적인 감축비용 부담능력을 가진 부문과 배출증가율이 높은 부문에 상대적으로 높은 감축의무를 부여하도록 한다. 즉, 감축의무 시행초기 가중치 부여비율은 (지불능력)배출기여도)감축가능성 순으로 부여하고, 목표연도에 접근하면서 (감축가능성)배출기여도)감축능력 순으로 가중치를 차등적으로 부여하는 것을 검토할 수 있다.

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

RP : 저감잠재성 EI : 배출증가량

GDP : 부가가치

$$\text{할당량}_{i,t} = TARGET_{N,t} \cdot \frac{\text{할당지수}_{i,t}}{\sum_i \text{할당지수}_{i,t}}$$

할당지수는 국가감축목표량 대비 부문별 저감잠재성 비중, 총 국가 배출증가율 대비 부문별 배출증가율 비중, GDP에서 각 부문이 차지하는 비중, 그리고 각 요인별 가중치가 반영된 것이다. 따라서 본 연구에서는 할당지수 크기에 비례해 부문별 감축강도가 결정되고, 국가 총 감축목표량을 고려해 궁극적으로 부문별 할당량이 산정되도록 분석하였다. 본 연구에서 제시한 할당지수 형태는 세 가지 주요 고려요인이 독립적으로 할당요인으로 작용된다는 가정하에 제시된 것이다. 궁극적인 할당지수 형태는 고려요인의 적합성, 요인 간 상관관계 분석 등을 통해 향후 보다 구체화될 수 있을 것이다.

IV. 분석결과

1. 분석자료 및 할당 시나리오

본 연구에서는 III장에서 제시한 부문별 감축할당방안을 이용해 사례분석을 실시하였다¹¹⁾. 분석기간은 2005년~2010년이다. 감축가능성(RP) 및 배출기여도(EI) 자료는 KEEI · KEI(2008) 자료 중 일부 결과를 활용하였다. 동 연구에서는 기존의 확정된 국가계획(에너지원별수급계획, 폐기물관리종합계획, 산림기본계획 등), 경제성장률(고성장, 기준성장), 유가변동, 산업구조 변화(제조업 대 서비스업), 에너지수요 전망 등을 고려하여 배출량 전망(Business as Usual)을 하였다. 국가감축목표량(TARGET)은 상기 연구에서의 2010년 BAU 대비 감축시나리오에 따른 배출량과의 차이, 즉 해당 시기 최대 감축가능한 감축량을 가정하여 반영하였다. 감축시나리오에서는 수요관리 및 규제, 기술보급률, 원자력발전비중 등 총 3개의 감축옵션이 반영되었으며, 수요규제 지속강화, 기술보급률 정도, 원자력발전

11) 본 분석에서 사용되는 기초자료는 단지 사례분석을 위해 사용되는 것으로서 우리나라를 정확히 반영하는 자료는 아니며, 따라서 분석결과와 해석 및 인용 시 유의해야 한다.

비중 현존유지 등이 고려되었다. 한편, 배출기여도 분석을 위해서 2005년에서 2010년까지의 BAU 대비 연평균 배출증가율을 사용하였다. 그리고 지불능력(GDP)은 성장시나리오별 74개 산업별 전망치중 기준성장 및 고성장시 경상 부가가치 비중자료(KIET, 2005)를 사용하여 본 연구에서 고려한 감축 부문으로 재분류하였다.¹²⁾

국가감축목표량 대비 부문별 저감잠재량 현황 자료에 의하면, 산업 부문의 저감잠재량이 가장 높으며, 수송 및 전환 부문 역시 높은 저감잠재량이다. 이에 반해 가정·상업·공공 및 농·축산의 경우 저감잠재량이 타 부문에 비해 낮게 나타나고 있다(<표 10> 참조). 국가 총 배출증가율 대비 부문별 배출증가율은 전환 부문의 배출증가율이 가장 높고, 산업, 수송 그리고 가정·상업·공공 부문은 비슷한 배출증가율이 전망된다. 농축산의 경우 오히려 배출증가율이 감소할 것으로 예상된다(<표 11> 참조). 그리고 총부가가치 대비 부문별 기여도는 가정·상업·공공 부문의 비중이 가장 높으며, 산업 부문도 높은 수치가 전망된다. 수송 및 전환 그리고 농축산의 경우 상위 2개 부문에 비해 상당히 낮은 비중을 점유할 것으로 분석되고 있다(<표 12> 참조).

표10 기초자료: 국가 감축목표량 대비 부문별 저감잠재량(RP)

부문	고성장(MtCO2)	기준성장(MtCO2)
국가감축목표량	30.78 (4.36%)	29.01 (4.24%)
산업	12.37	11.9
수송	7.46	7.51
가정·상업·공공	0.92	3.22
전환	5.75	5.64
농축산	0.64	0.64

주: 괄호안의 %는 2010년 BAU 대비 감축비율을 나타냄. 감축목표량은 폐기물 부문을 포함한 값임.

주: 국가감축목표량은 수요관리 및 규제, 기술보급률, 원자력발전비중 등 총 3개의 감축옵션에서 수요규제강화, 기술보급률 55% 적용, 원자력발전 비중 현존 유지를 고려한 시나리오 분석 결과이다. 최근('09.8) 정부가 발표한 국가감축목표 설정 시나리오안은 2020년 온실가스 배출전망치(BAU) 대비 각각 ① 21% ② 27% ③ 30%를 감축하는 것이며, 이를 2005년 온실가스 배출량(694백만톤CO2) 대비 절대기준으로 환산하면, 각각 ① 8% 증가, ② 동결 ③ 4% 감소하는 것이다. 그러나, 본 연구에서 적용되는 BAU, RP, E 기본자료의 연관성을 위해 본 연구에서 도출된 감축목표량은 기존 선행연구(KEEI, KEI, 2008) 결과를 사용하였다.

12) 한편, 본 분석에서는 폐기물 분야의 부가가치 전망 자료 취득 및 지불능력 기준 적용의 어려움으로 동 분야는 분석대상에서 제외하였다. 한국은행(2008)의 환경보호지출계정(EPEA)에 의하면 폐기물부문의 총산출액은 약 7조원(2005년 기준)으로 추정된다. 이는 농축산 부문 총 산출액 약 39조 원(2003년 산업연관표 기준)의 약 20% 수준으로써 전체 부문 중 부가가치 비중이 가장 낮은 수준이며, 중장기 전망에 필요한 예측자료가 부재한 실정이다. 이와 같이 자료취득의 어려움과 지불능력의 취약성을 지닌 폐기물부문에 대해서는 향후 할당량 산정시 지불능력 기준 적용방식에 대해 재검토가 필요하다.

표11 기초자료: 국가 총 배출증가율 대비 부문별 배출기여도

부문	고성장 (%)	기준성장 (%)
국가 총 배출증가율	3.63	2.95
산업	2.03	1.41
수송	2.63	1.96
가정·산업·공공	2.27	1.1
전환	6.99	6.12
농축산	-0.27	-0.27

표12 기초자료: 총부가가치 대비 부문별 기여도

부문	고성장 (%)	기준성장 (%)
GDP	100	100
산업	33.11	32.93
수송	8.09	8.06
가정·산업·공공	54.44	54.62
전환	1.95	1.97
농축산	2.41	2.42

본 연구에서는 할당기준별 단계적 가중치 차등부여를 고려하기 위해 세 가지 시나리오를 분석하였다. 시나리오 1에서는 감축가능성, 배출증가율, 지불능력에 모두 동일한 가중치를 부여하였다. 시나리오 2에서는 감축가능성에 낮은 가중치를, 지불능력에 높은 가중치를 반영하였다. 시나리오 3에서는 시나리오 2와는 반대로 감축가능성에 높은 가중치를, 지불능력에 낮은 가중치를 고려하였다. 한편, 배출증가율은 감축의무이행 모든 단계에서 일정하게 강조되어야 한다는 관점에서 시나리오 1, 2, 3 모두 동일한 가중치를 설정하였다.

표13 시나리오별 부문별 가중치

구분	저감잠재량(RP)	배출증가율(EI)	부가가치비중(GDP)
시나리오 1	0.33	0.33	0.33
시나리오 2	0.22	0.33	0.44
시나리오 3	0.44	0.33	0.22

2. 분석결과

1) 할당지수

우선 저감잠재량 할당지수(RP)는 가중치가 가장 높게 부여된 시나리오 3에서 가장 크며, 가장 낮은 가중치를 부여받은 시나리오 1에서 비례하여 가장 낮게 추정되었다. 또한 고성장 시보다 기준성장 시 지수가 높게 나타나는데, 이는 경제성장에 따라 저감잠재량이 감소한 데에서 기인된다(<표 14> 참조). 배출증가율(EI) 할당지수는 동일한 가중치 부여로 인해 모든 시나리오에서 동일한 값으로 추정되었다. 또한 기준성장보다 고성장 시에 배출증가율 지수가 증가하는데 이는 고성장에 따른 온실가스 배출량 증가추이를 반영하고 있다(<표 15> 참조). 한편, 지불능력을 반영하는 부가가치 비중(GDP) 할당지수는 가중치가 가장 높게 부여된 시나리오 2에서 가장 크며, 가장 낮은 가중치를 부여받은 시나리오 3에서 가장 낮은 값으로 추정되었다. 수송, 전환, 농축산 부문의 부가가치 비중 할당지수가 가정·상업·공공 및 산업부문에 비해 작은 이유는 총부가가치 대비 기여도가 기타부문에 비해 상대적으로 낮기 때문이다(<표 16> 참조).

표14 시나리오별 저감잠재량(RP) 할당지수

부문	시나리오 1		시나리오 2		시나리오 3	
	고성장	기준성장	고성장	기준성장	고성장	기준성장
산업	0.0442	0.0451	0.0295	0.0301	0.0589	0.0602
수송	0.0267	0.0285	0.0178	0.0190	0.0355	0.0380
가정·상업·공공	0.0033	0.0122	0.0022	0.0081	0.0044	0.0163
전환	0.0205	0.0214	0.0137	0.0143	0.0274	0.0285
농축산	0.0023	0.0024	0.0015	0.0016	0.0030	0.0032
합계	0.0970	0.1096	0.0647	0.0731	0.1293	0.1462

주: 시나리오 1(감축가능성, 배출증가율, 지불부담능력 동일한 가중치), 시나리오 2(감축가능성에 낮은 가중치, 지불부담능력에 높은 가중치, 배출증가율 시나리오 1과 동일), 시나리오 3(감축가능성에 높은 가중치, 지불부담능력에 낮은 가중치, 배출증가율 시나리오 1과 동일)

표15 시나리오별 배출증가율(EI) 할당지수

부문	시나리오 1		시나리오 2		시나리오 3	
	고성장	기준성장	고성장	기준성장	고성장	기준성장
산업	0.0614	0.0526	0.0614	0.0526	0.0614	0.0526
수송	0.0796	0.0731	0.0796	0.0731	0.0796	0.0731
가정·상업·공공	0.0687	0.0410	0.0687	0.0410	0.0687	0.0410
전환	0.2116	0.2281	0.2116	0.2281	0.2116	0.2281
농축산	-0.0082	-0.0101	-0.0082	-0.0101	-0.0082	-0.0101
합계	0.4132	0.3847	0.4132	0.3847	0.4132	0.3847

표16 시나리오별 부가가치비중(GDP) 할당지수

부문	시나리오 1		시나리오 2		시나리오 3	
	고성장	기준성장	고성장	기준성장	고성장	기준성장
산업	0.0364	0.0362	0.0486	0.0483	0.0243	0.0241
수송	0.0089	0.0089	0.0119	0.0118	0.0059	0.0059
가정·상업·공공	0.0599	0.0601	0.0798	0.0801	0.0399	0.0401
전환	0.0021	0.0022	0.0029	0.0029	0.0014	0.0014
농축산	0.0027	0.0027	0.0035	0.0035	0.0018	0.0018
합계	0.1100	0.1100	0.1467	0.1467	0.0733	0.0733

저감잠재량, 배출증가율, 지불능력 각각의 부문별 할당지수를 종합적으로 고려한 부문별 할당지수는 <표 17>과 같다. 전체적으로 고성장일 때 기준성장 시에 비해 할당지수가 상승하였다. 개별지수별로 살펴보면, 저감잠재량 지수에서는 오히려 고성장일 경우 할당지수가 낮으며, 배출증가율 지수에서는 고성장일 때 기준성장보다 높은 값으로 추정되었으며, 지불능력 지수에서는 고성장 및 기준성장에서 유사한 할당지수가 추정되었다. 즉, 감축할당량 산정시 저감잠재량 지수만을 고려할 경우, 고성장일 때 감축 부문에게 상대적으로 적은 감축의무량을 부여할 수 있다는 의미의 결과다. 시나리오별 총 할당지수 크기를 비교해보면 시나리오 2, 1, 3 순으로 총 할당지수가 높게 산출되었다. 저감잠재량(RP), 배출증가율(EI), 부가가치비중(GDP)에 동일한 가중치를 부여한 시나리오 1을 기준으로 할 경우, 부가가치비중에 높은 가중치를 부여한 시나리오 2에서 부문별 총 감축기여도가 증가한다. 반면, 저감잠재량에 높은 가중치를 부여한 시나리오 3에서는 부문별 감축기여도가 감소하였다. 이는 할당지수별 가중치 부여정도에 따라 국가 총 감축량 목표이행을 위한 강도에서 차이가 발생할 수 있음을 의미한다.

표17 시나리오별 총 할당지수

부문	시나리오 1		시나리오 2		시나리오 3	
	고성장	기준성장	고성장	기준성장	고성장	기준성장
산업	0.1421	0.1339	0.1395	0.1309	0.1447	0.1369
수송	0.1152	0.1104	0.1092	0.1039	0.1211	0.1169
가정·상업·공공	0.1319	0.1133	0.1507	0.1293	0.1130	0.0973
전환	0.2343	0.2517	0.2281	0.2453	0.2404	0.2581
농축산	-0.0032	-0.0050	-0.0031	-0.0049	-0.0034	-0.0051
합계	0.6201	0.6043	0.6245	0.6045	0.6158	0.6042

2) 부문별 감축할당량

일반적으로 저감잠재성에 기초한 비용효율적 할당은 부문별 할당결정 시 기준 시나리오의 성격을 지닌다. 이와 같은 기준 시나리오를 기초로 사회적으로 수용 가능한 할당방안을 추가 검토하여 형평적 국가 할당방안이 최종 마련될 수 있다. 이와 같은 관점에서 본 연구에서는 저감잠재성만을 고려한 방식과 본 연구에서 제시한 할당 시나리오 결과를 비교분석하였다. 저감잠재량만을 단일기준을 적용하여 감축의무를 부여할 경우 산업부문에 집중적으로 감축의무가 부여되는 특징을 보인다.

표18 부문별 할당량 비교

부문		저감잠재량만을 고려할 경우		저감잠재량, 배출증가율, 지불능력 고려 시 할당량					
				시나리오 2		시나리오 1		시나리오 3	
		MtCO2	%	MtCO2	%	MtCO2	%	MtCO2	%
산업	최대	14.03	45.58	6.87	22.33	7.05	22.91	7.23	23.49
	최소	11.94	41.16	6.28	21.66	6.43	22.16	6.57	22.65
수송	최대	8.46	27.49	5.38	17.49	5.72	18.57	6.05	19.66
	최소	7.54	25.98	4.99	17.18	5.30	18.27	5.61	19.36
가정상업공공	최대	3.23	11.14	7.43	24.14	6.55	21.27	5.65	18.35
	최소	1.04	3.39	6.20	21.38	5.44	18.75	4.67	16.11
전환	최대	6.52	21.19	11.77	40.58	12.08	41.65	12.39	42.72
	최소	5.66	19.51	11.24	36.53	11.63	37.78	12.02	39.04
농축산	최대	0.73	2.36	-0.15	-0.50	-0.16	-0.52	-0.17	-0.54
	최소	0.64	2.21	-0.24	-0.81	-0.24	-0.82	-0.24	-0.84

주 1) 할당지표별 단계적 차등 가중치 관점에서, 1단계(시나리오 2), 2단계(시나리오 1), 3단계(시나리오 3) 순으로 정리되었음.

2) 여기서, 최소는 기준성장, 최대는 고성장일 경우임.

우선, 저감잠재량, 배출증가율, 지불능력 모두를 고려한 시나리오 1 대비 시나리오별 부문별 증감현황의 분석결과는 다음과 같다. 부가가치 비중, 즉 지불능력에 높은 가중치를 부여하고, 저감잠재량에 낮은 가중치를 부여한 시나리오 2에서는 산업, 수송, 전환 부문의 감축할당량이 시나리오 1보다 낮으며, 가정·상업·공공 부문의 경우 반대로 감축할당량이 많은 것으로 추정되었다. 그러나 저감잠재량에 높은 가중치를 부여하고, 부가가치 비중에 낮은 가중치를 고려한 시나리오 3에서는 산업, 수송, 전환부문의 감축할당량이 시나리오 1보다 증가하며, 가정·상업·공공 부문의 감축할당량은 시나리오 1 대비 감소하였다.

한편 저감잠재량만을 고려할 경우 산업 부문에 가장 많은 감축할당량이 부여되지만, 본 연구에서 제시한 할당기준에 따르면 전환 부문에 가장 많은 감축할당량이 부여되는 것으로 분석된다. 또한 가정·상업·공공부문 역시 감축할당량이 증가된다. 그리고 산업, 수송, 농축산 부문은 할당량이 감소한다. 이는 산업, 수송, 농축산 부문은 배출증가율 및 부가가치 비중 기준보다 저감잠재량 기준에서 감축여건이 높으며, 반대로 전환 및 가정·상업·공공 부문은 저감잠재량보다 부가가치 비중 기준에서 감축여건이 우수한 것에서 기인된다. 이와 같은 결과는 감축잠재량만을 고려한 산업, 수송, 농축산 부문의 감축할당량이 전환 및 가정·상업·공공 부문으로 일부 이전되는 것이 이른바 형평적 할당기준 관점에서 고려될 수 있음을 의미한다. 이와 같은 분석결과는 우리나라 산업 부문의 국가경쟁력 유지 및 강화, 감축잠재량의 개선 여건 등을 고려할 때, 국내 사회적으로 수용 가능한 접근으로 분석된다. 또한, 전환 및 가정·상업·공공 부문의 감축책임 증가는 동 부문에서의 정책 및 프로그램에 의한 감축노력 증진이 우리나라에서 추진할 수 있는 방향이 될 수 있음을 시사한다.

또한, 저감잠재량만을 고려한 경우와 달리 경제성장 변수에 따른 부문별 할당의 편차가 감소되고 있다. 감축잠재량만을 고려한 경우 특히, 가정·상업·공공은 경제성장 정도에 따라 할당비중의 큰 차이(3~11%)가 나타나며, 산업 부문 역시 편차(41~46%)가 발생된다. 그러나 본 연구에서 제시한 할당기준에 따른 할당량 분석 결과는 경제성장 정도에 의해 할당량이 크게 영향을 받지 않고 있다. 이는 부가가치 관점의 지불능력을 이미 할당기준에 고려하였기 때문이며, 에너지가격, 국제경제 동향 등 경제적 대외의존도에 따라 경제성장 변화폭이 큰 우리나라를 고려할 때 합리적인 할당기준으로 평가될 수 있다.

한편, 감축목표의 단계적 이행관점에서 감축할당 시나리오 분석결과는 부문별로 상이한 특징을 지닌다. 가정·상업·공공 부문은 점차 감소하는, 그리고 산업, 수송, 전환 부문은 점차 증가하는 감축의무비율로 각각 추정되고 있다. 이와 같은 결과는, 예를 들어 2030년 국가감축목표를 2010년부터 5년 단위로 단계적으로 접근할 경우, 가정·상업·공공부문은

이행 초기에 상대적으로 높은 감축할당이 국가 전체의 관점에서 검토될 수 있음을 의미한다. 반면, 산업, 수송, 전환부문은 이행초기보다는 단계적으로 점차 감축의무를 강화할 필요가 있다는 것을 시사한다.

V. 결론 및 향후 과제

본 연구에서는 우리나라 할당방안을 위한 고려요인을 제시하고 할당지수를 이용해 부문별 할당방안을 사례분석하였다. 할당기준을 마련하기 위해 우선 EU ETS의 국가할당방안의 시사점과 관련 국내외 연구결과를 분석하고 우리나라에 부합되는 할당원칙과 개념을 도출하고자 하였다. 부문 간 책임할당을 위해 비용효율성을 위한 지표로서 부문별 저감잠재량, 그리고 사회적 수용성에 관한 지표로서 부문별 배출증가율과 부가가치 비중을 각각 이용하였다. 그리고 할당지수 산정시 요구되는 요인별 가중치를 단계적으로 접근한다는 관점에서 세 가지 형평적 할당 시나리오 분석을 실시하였다.

분석 결과, 일반적으로 감축잠재성만을 고려한 할당방식 결과와 상이한 부문별 감축할당량이 도출되었다. 저감잠재성만을 고려할 경우 산업 부문에 할당결과가 집중될 수 있지만, 이른바 형평적 할당기준을 고려하면 전환 부문에 가장 높은 감축의무가 주어지는 것으로 나타났다. 부문별로 살펴보면 산업, 수송, 농축산 부문의 감축할당량이 이전되어 전환 및 가정·상업·공공 부문의 감축의무가 상대적으로 높게 부여되는 결과가 도출되었다. 단계적 감축할당 관점에서는 산업, 수송, 전환부문은 단계적으로 점차 강화, 가정·상업·공공 부문은 이행초기에 강화되어야 한다는 결과가 분석되었다. 또한, 경제성장 수준에 따라 할당량의 큰 편차가 발생될 수 있지만 형평적 기준을 적용하면 상이한 경제성장 여건에도 부문별 할당량이 안정적으로 결정되었다. 이는 예측 가능한 부문별 대응방안에도 기여할 수 있을 것으로 해석된다.

본 연구는 향후 국가과제가 될 국내 온실가스 감축에 대한 부문별 책임부여방식을 접근했다는 관점에서 의의가 있다. 특히, 기존 국내에서는 기후변화협약 협상에 대비한 국가 간 의무부담 방식 연구에 초점을 둔 반면, 본 연구에서는 국내 선행연구에서 우리나라 입장을 대변할 수 있는 의무부담 방식의 주요 결정요인을 최대한 고려해 국내 선행연구 결과와 일관성을 유지하면서 국내 책임할당 시 반영될 수 있도록 하였다. 한편, 사회적으로 수용 가능한 형평성있는 할당방식을 제시하여 향후 국내 이해관계자간 발생될 수 있는 사회적 논

의에 사전 대비하는 이론적 논거를 마련하였다는 데 의의가 있다.

국가할당방안 연구는 부문별 할당, 부문 내 할당으로 대별된다. 그리고 이와 관련해 국가감축목표를 효율적으로 이행하기 위한 방안으로 국내배출권거래제 참가부문의 할당방안 연구가 있다. 본 연구에서는 이 중 부문별 할당방안 연구에 국한된 것이며 이를 기초로 향후 관련 연구가 진행되어야 할 것이다. 본 연구에서 제시한 할당방안과 관련해서는 할당기준별로 여러 가지 할당량이 가능한데 이를 실증적으로 분석하여 국민경제 파급효과를 파악하는 과정이 요구된다. 이와 같은 분석을 통해 궁극적으로 최적의 부문별 할당방안이 마련될 수 있을 것이다. 또한, 본 사례분석에서 이용한 기초자료는 현재 우리나라 상황을 대변하는 경제성장, 배출전망, 저감잠재성이 아니기 때문에 보다 신뢰성 있는 자료에 근거해 분석이 진행되어야 할 것이다. 한편, 의무부여관리의 가능성 및 신뢰성 관점에서 자료구축 기반은 중요하다. 예를 들어, 폐기물 부문의 부가가치는 환경보호지출계정(EPEA)에서 추정될 수 있지만, 현재 2006년까지만 분석되어 있는 상태다. 가정 부문의 경우 부가가치를 대변할 수 있는 대표변수 역시 추가 검토되어야 할 사항이다. 그리고 부문별 감축이행성과에 따른 인센티브 부여방안 등 할당지수에 대한 세부적인 검토 역시 향후 연구에서 추가 분석될 수 있을 것이다.

본 연구에서 접근하고 있는 부문별 할당연구의 핵심적인 사항은 첫째, 할당기준 및 할당지표 선정의 타당성, 둘째, 할당기준별 가중치를 고려한 부문별 배분의 적정성, 셋째, 객관적인 정책효과 분석 등 세 가지로 대별된다. 이 중 둘째와 세 번째 문제는 적절한 분석 방법론 선정 및 이를 이용한 분석과정에서 최적의 가중치가 도출될 수 있을 것으로 기대된다. 즉, 국민경제 파급효과가 분석 가능한 모형을 이용해 기준 시나리오로서 저감잠재량 기준에 의한 할당결과를 분석하고, 이에 추가적으로 형평성 할당기준에 의한 할당량을 비교분석하여 국민경제 파급효과가 가장 적은 최적의 형평적 할당기준별 고려 수준을 도출할 수 있다. 그러나 할당기준 및 할당지표 선정 문제는 본질적으로 가치관과 관련된 주관적 개념이기 때문에 이에 관한 지속적인 검토분석과 논의가 전개되어야 할 것이다. 따라서 본 연구에서 제시된 할당기준 및 지표선정을 향후 과제에서 추가적으로 보완 검토하여 실증분석에 적용해야 할 것이다.

참고문헌

- 산업연구원. 2005. 『한국산업의 발전비전 2020 (I)』
- 에너지경제연구원. 2004. 『기후변화협약 의무부담 관련 대응전략 분석』, 에너지경제연구원 기본연구보고서.
- _____. 2004. 『온실가스 배출저감 정책수단이 제조업의 생산성에 미치는 영향』.
- _____. 2005. 『산업부문 온실가스 감축 및 에너지절약 잠재량 추정』.
- _____. 한국환경정책평가연구원. 2008. 『국가 온실가스 감축방안 연구』.
- 에너지관리공단. 2005. 『유럽의 국가배출권할당계획(NAP) 비교 연구』. 아주대학교.
- 오진규. 2002. 『형평성을 고려한 국가간 온실가스 감축분담에 대한 연구』. 에너지경제연구원 기본연구보고서.
- 한국은행. 2007. “2003년 산업연관표”.
- 한국은행. 2008. “환경보호지출계정(EPEA) 개발결과”. 한국은행 경제통계국.
- 환경관리공단. 2007. 『국가 배출권할당방안 및 배출권거래소 구축방안 마련을 위한 조사연구』. 한국품질재단 · 한국환경정책 · 평가연구원.
- AMBUJ D. SAGAR. 2000. “Wealth, Responsibility, and Equity: Exploring an Allocation Framework for Global GHG Emissions” *Climatic Change* 45: pp.511-527.
- Benito Muller. 2002. “Equity in Climate Change: The Great Divide. Oxford Institute for Energy Studies”.
- Boeringer, C., Hoffmann, T., Lange, A., Loechel, A., Moslener, U. 2005, “Assessing Emission Regulation in Europe: An Interactive Simulation Approach”, *Energy Journal* (26), pp.1-22.
- Boeringer, C., Hoffmann, T., Manrique de Lara-Penante 2006, “The efficiency costs of separating carbon markets under the EU emissions trading scheme: A quantitative assessment for Germany”, *Energy Economics* 28(1), pp.44-61.
- Claudia K. et al., 2008, “Stringency and Distribution in the EU Emissions Trading Scheme: First Evidence”, *Climate Policy*, 8: pp.41-64.
- Criqui et al, 2003, “Greenhouse gas reduction pathways in the UNFCCC process up to 2025”, LEPII-EPE, RIVM-MNP, ICCS-NTUA, CES-KUL: GHGs Reduction Pathways study for DG ENV
- Criqui, P., Kitous, A. 2003. “Kyoto Protocol Implementation (KPI)”. *Technical Report*:

Impacts of Linking JI and CDM Credits to the European Emissions Allowance Trading Scheme.

ECOFYS. 2004. "Analysis of the National Allocation Plans for the EU Emissions Trading Scheme".

_____. 2006. "Initial Assessment of National Allocation Plans for Phase II of the EU Emission Trading Scheme Summary".

Ellis, Jane, and Dennis Tirpak. 2006. "Linking GHG Emission Trading Schemes and Markets", *OECD and IEA Information Paper*, Paris, October.

Entec. 2006. "EU ETS News Flow for an Investor Audience: Analysis of Available Phase II NAP Data".

EUROPEAN COMMISSION. 2003. "The EU Emissions Trading Scheme: How to develop a National Allocation Plan".

Ferenc L. Toth (ed). 1999. "Fair Weather? Equity Concerns in Climate Change", London; Earthscan.

Hohne, Niclas and Dara Moltman. 2008. "Distribution of emission allowances under the Greenhouse Development Rights and other effort sharing approaches", EcoFys.

HWWA. 2003. "Graduation and deepening - an ambitious post-2012 climate policy scenario"

Hermann E. Ott., Wolfgang Sachs. 2000. "Ethical Aspects of Emissions Trading. Contribution to the World Council of Churches Consultation on Equity and Emission Trading - Ethical and Theological Dimensions", *Wuppertal Institut fur Klima, Umwelt, Energie.*

John Ashton, Xueman W. 2003. "Equity and Climate : In Principle and Practice". *Working Draft July 2003.*

Karsten N. et al. 2006. "Emission Projections 2008-2012 versus National Allocation Plans II." *Climate Policy*, 6: pp.395-410.

NERA/IETA. 2007. "Complexities of Allocation Choices in a Greenhouse Gas Emissions Trading Program".

Paul Baer. 2002. "Climate Change Policy: A Survey, Part V, Chapter 15. Equity, Greenhouse Gas Emissions, and Global Common Resources". *ISLAND PRESS.*

Peterson, S. 2006. "Efficient Abatement in Separated Carbon Markets: A Theoretical

and Quantitative Analysis of the EU Emissions Trading Scheme”. Kiel Working Paper 1271, Kiel.

PEW Center. 1998. “Building An Effective International Agreement”

Regina B., Wolfgang E., Joachim S., 2004. “Designing National Allocation Plans for EU Emissions Trading - A First Analysis of the Outcome.”, *Energy & Environment*, 15(3): pp.375-425.

_____, Karoline, R., Joachim, S., 2006. “EU Emissions Trading: An Early Analysis of National Allocation Plans for 2008-2012”, *Climate Policy*. 6: pp.361-394.

Sagar, Ambuj D., 2000. “Wealth, Responsibility, and Equity: Exploring an Allocation Framework for Global GHG Emissions”. Belger Center.