



배출권거래제의 경제적 효과와 대응과제

녹색성장위원회, 한국경제학회
‘새로운 경제전략 녹색성장’ 심포지움 발표

박호정

고 려 대 학 교

2011. 6

목차

- 배출권거래제의 목적
- 온실가스 감축기술에의 파급효과
 - 직접규제
 - 환경세(탄소세)
- 거시경제에의 파급효과
- 종합분석

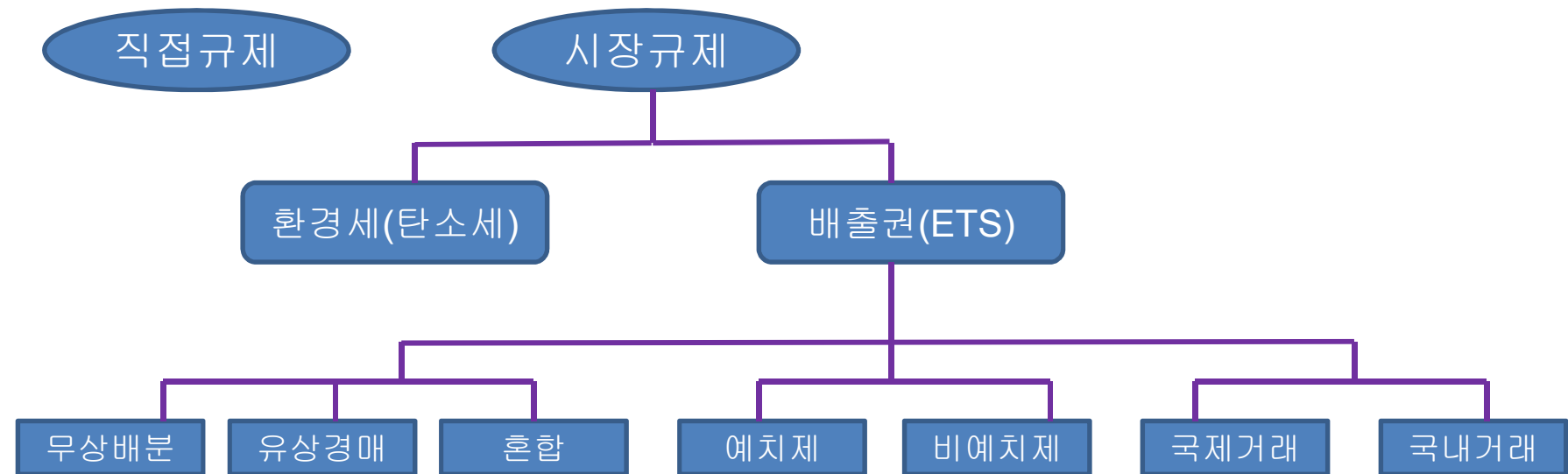
배출권거래제(ETS)의 개념 및 특성

- 개념: 오염물질배출에 대한 권리를 설정하고 이에 대한 거래를 허용함으로써, 최소비용으로 오염물질의 감축을 기하고자 하는 제도
- 기본취지: 환경기준이나 행정명령과 같은 직접규제 방식에 의존하지 않고, 시장유인제도(market-incentive mechanism)를 통해 오염물질 배출을 규제
- 배출권거래제의 성과기준
 - : 정태적 효율성
 - : 동태적 효율성
 - : 거시경제적 파급효과

- 정태적 효율성 → 최소비용의 온실가스 감축
 - : 기업들 간의 한계저감비용이 모두 일치하는 수준까지 오염물질이 감축되고 이 때 거래되는 배출권의 수요 및 공급에 의해 그 가격이 결정
 - : 거래에 의한 비용절감(cost savings from trading)
- 동태적 효율성 → 온실가스 감축투자의 활성화
 - : 장기적인 시각에서 오염물질의 감축을 위한 환경투자를 고려
 - : 투자편익의 현재가치와 투자비용의 현재가치를 비교
 - : 기술개발에 대한 유인을 제공하여 미래세대를 포함한 사회전체의 후생을 증가시킬 수 있다는 점에서 중요함
- 거시경제파급효과: 환경정책수단의 경제성장에 대한 영향으로서 흔히 BAU대비 GDP 변화율 추정으로 평가

성과기준의 평가에 대한 접근방법

- 정태적, 동태적 효율성 → 미시경제모형
 - 완전경쟁시장 모형
 - 불완전정보, 비대칭정보 모형
 - 기술 불확실성, 투자의 비가역성 모형
- 거시경제파급효과 → 거시경제모형
 - 거시계량모형
 - CGE모형
 - DSGE모형
 - RBC모형



온실가스감축기술에의 파급효과

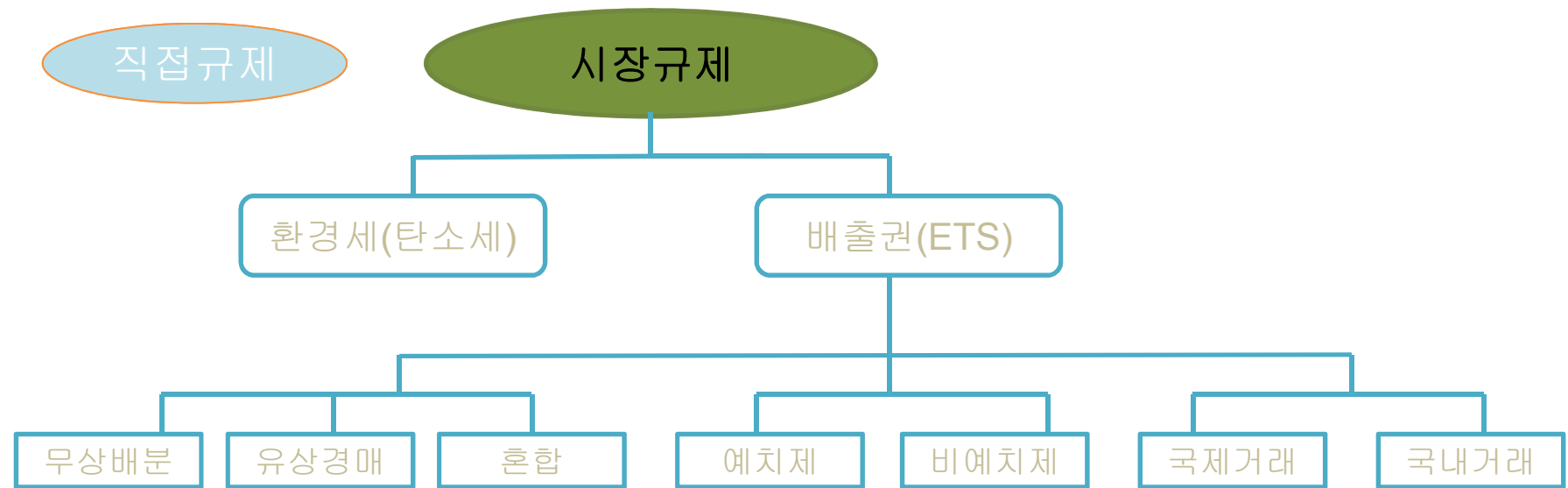
- 직접규제와의 비교
- 직접규제방식:
 - 배출기준 내지 배출목표의 설정
 - 초과배출 시 배출부과금 또는 벌과금 부과
 - 배출량에 대한 직접 모니터링 필요
- 거래에 의한 비용절감이 이론적, 실증적으로 달성
- SO₂배출권거래제
 - Pew Center: (i) 대기오염물질 배출을 가장 비용효과적으로 줄일 수 있으며, (ii) 부문별 (sector-by-sector) 접근방법 보다는 시장을 통한 경제 전반적인 프로그램이 우수하며, (iii) 장기적으로 경제의 경쟁력을 제고할 수 있으며, (iv) 할당을 통해 경제취약 부문에 대한 지원이 가능하며, (v) 배출권의 예치를 통해 일반 상품시장과는 달리 가격의 변동폭이 크지 않은 안정성을 보인다는 점 등에서 배출권거래제의 우수성을 제시하였음

- Carlson et al. (2000)
 - : 산성비프로그램에서의 SO₂배출권거래제의 초기 성과를 실증적으로 분석
 - : 시장제도를 활용하는 배출권거래제와 대별되는 제도로써 직접규제 정책을 고려하여, 양 제도 하에서의 SO₂ 배출의 감축비용을 추산한 후, 배출권거래제로 인한 잠재적 비용절감 규모를 추정하였음
 - : 이에 의하면, 1995년과 1996년의 초기에는 배출권거래로 인한 비용절감이 현실화되지는 않았지만, 이후 배출권거래제가 곧 정착되면서 Phase1의 3차년도인 1997년부터 연간 7억~8억 달러의 비용절감의 성과가 있었던 것으로 추정되었음
 - : 산성비프로그램에서의 이와 같은 성과는 엄격한 배출모니터링, 할당 추적, 이해하기 쉬운 제도, 효과적인 패널티 시스템의 운영 등에 기인하는 것으로 평가됨
- 미국 환경청(EPA)
 - : 2010년에는 산성비프로그램의 연간 편익은 1,200억 달러(2000년 기준)이 상회하는 반면, 이행비용은 30억 달러로서 BC비율이 40에 이르는 것으로 추정
 - : EPA가 인용한 Chestnut and Mills (2005)의 연구에서는 SO₂ 감축의 부수적 효과로 수은, 미세먼지, 오존배출의 감소로 인한 건강편익도 고려하였음
- 김현,이광훈(2010)
 - : EU ETS의 경우, 배출권거래제의 시행은 연 6% 전후의 온실가스 감축효과가 있는 것으로 나타남

최소비용방식 대비 직접규제(CAC) 비용

규제오염물질	연구논문	지역	직접규제유형 (CAC)	CAC비용/ 시장규제비용
Hydrocarbons	Maloney & Yandle (1984)	Domestic Dupont Plants	Uniform Percent- age Reduction	4.15 ^a
Nitrogen Dioxide (NO ₂)	Seskin et al. (1983)	Chicago	Proposed RACT Regulations	14.4
Particulates (TSP)	Atkinson & Lewis(1974)	St. Louis	SIP Regulations	6.00
TSP	McGartland (1984)	Baltimore	SIP Regulations	4.18
TSP	Spofford (1984)	Lower Delaware Valley	Uniform Percent- age Reduction	22.0
TSP	Oates et al. (1989)	Baltimore	Equal Proportional Treatment	4.0 at 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Sulfur Dioxide	Roach et al. (1981)	Four Corners Area	SIP Regulation	4.25
Sulfur Dioxide	Atkinson(1983)	Cleveland		About 1.5
Sulfur Dioxide	Spofford (1984)	Lower Delaware Valley	Uniform Percent- age Reduction	1.78
Sulfur Dioxide	ICF Resources (1989)	United States	Uniform Emission Limit	5.0

자료: 중앙대(2009)에서 재정리



ETS와 환경세와의 비교

논문	정책순위
Jung et al (1996)	경매배출권 > 환경세 > 무상배분배출권 > 환경기준
Kennedy and Laplante (1999)	충분한 수의 기업이 존재할 시 배출권과 환경세 동일
Denicolo (1999)	환경피해 큼: 배출권 > 환경세 환경피해 작음: 환경세 > 배출권
Millman and Prince (1989)	경매배출권 > 환경세 > 무상배분배출권 > 환경기준
Requate and Unold (2003)	배출권 > 환경세 > 환경기준
Zhao (2003), 박호정(2005)	이월허용배출권 > 이월불허배출권 > 탄소세
Van Soest (2005)	정책순위 불확정적
Perrino (2008)	탄소세와 배출권의 정책믹스
Coria (2009)	배출권 > 탄소세 : 배출권의 전략적 효과
Krysiak (2011)	배출권 > 탄소세

R&D 투자효과의 종합 비교

구분	환경세(탄소세)	배출권거래제
완전경쟁		
환경피해비용금		
환경피해비용작음		
단기기술		
장기기술(기술믹스)		
저감비용불확실성		
End-of-pipe감축기술		
감축목표달성		
탄소가격 신축성		

- 추가 고려사항
 - 배출계수에 준하는 탄소세의 end-of-pipe 감축기술에 대한 투자효과를 고려할 때 환경세의 효과보다 더 감소될 수 있음

감축기술방식별 영향

- 감축기술의 유형

에너지투입

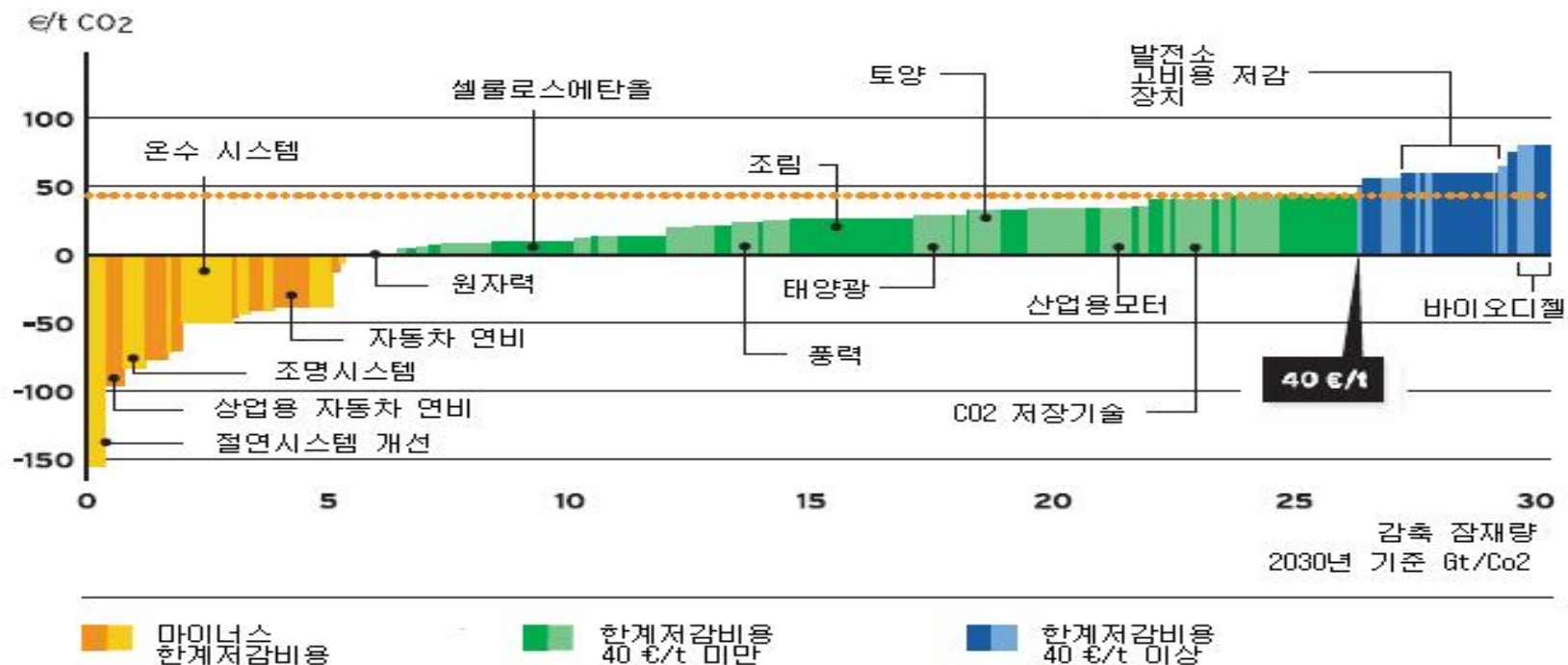
공정

산출물생산

연료전환
(fuel switching)

중간배출감축
(embedded tech)

사후감축
(end-of-pipe tech)



자료: Vattenfall

Simple model of ETS and CT

$$E = e(f) - \theta e(f) = e(f)(1 - \theta)$$

- energy saving technology: investment cost I for reducing f_0 to f_1
- ex-post CO2 reducing technology: investment cost K for increasing θ

$$\text{Permit cost or carbon tax} = p(E - \bar{E})$$

$$\text{Initial state of emission} = E_0 = e(f_0)$$

Under ETS,

$$I \rightarrow E_0 = e(f_0) \rightarrow E_1 = e(f_1)$$

$$K \rightarrow E_0 = e(f_0) \rightarrow E_2 = e(f_0)(1 - \theta_1)$$

$$I \& K \rightarrow E_0 = e(f_0) \rightarrow E_3 = e(f_1)(1 - \theta_1)$$

Under CT,

$$I \rightarrow E_0 = e(f_0) \rightarrow E_1 = e(f_1)$$

Cost savings for firm

$$\Delta_1 = p[e(f_0) - e(f_1)] \text{ for I under ETS}$$

$$\Delta_2 = p[e(f_0) - e(f_0)(1 - \theta_1)] \text{ for K under ETS}$$

$$\Delta_3 = p[e(f_0) - e(f_1)(1 - \theta_1)] \text{ for I \& K under ETS}$$

$$\tilde{\Delta}_1 = p[e(f_0) - e(f_1)] \text{ for I under CT}$$

Hence,

Under CT, $\tilde{\Delta}_1 = \Delta_1 \rightarrow$ same investment effect for I

Under ETS, $\Delta^* = \Delta_3 < \Delta_0$ for I and K or $\Delta^* = \Delta_2 < \Delta_0$ for K

거시경제적 파급효과 분석모형

- 관련 연구 현황의 특성
 - 국내 모형의 대부분은 CGE 모형
 - GAMS 기반 내지 GTAP 기반 모형으로 구분
 - 다양한 종류의 정책변수와 경제행위를 가정할 수 있으며, 이로 인한 경제적 파급효과의 분석이 가능
- 대체탄력성 등 입력파라미터에 대한 가정, 정책변수 시나리오에 대한 가정 등에 따라 정량적으로 상이한 결과
 - 정성적 측면에서 정책결과의 일관성을 검증할 필요
 - 정책 시나리오를 가능한 한 통일시키는 방향에서 검증

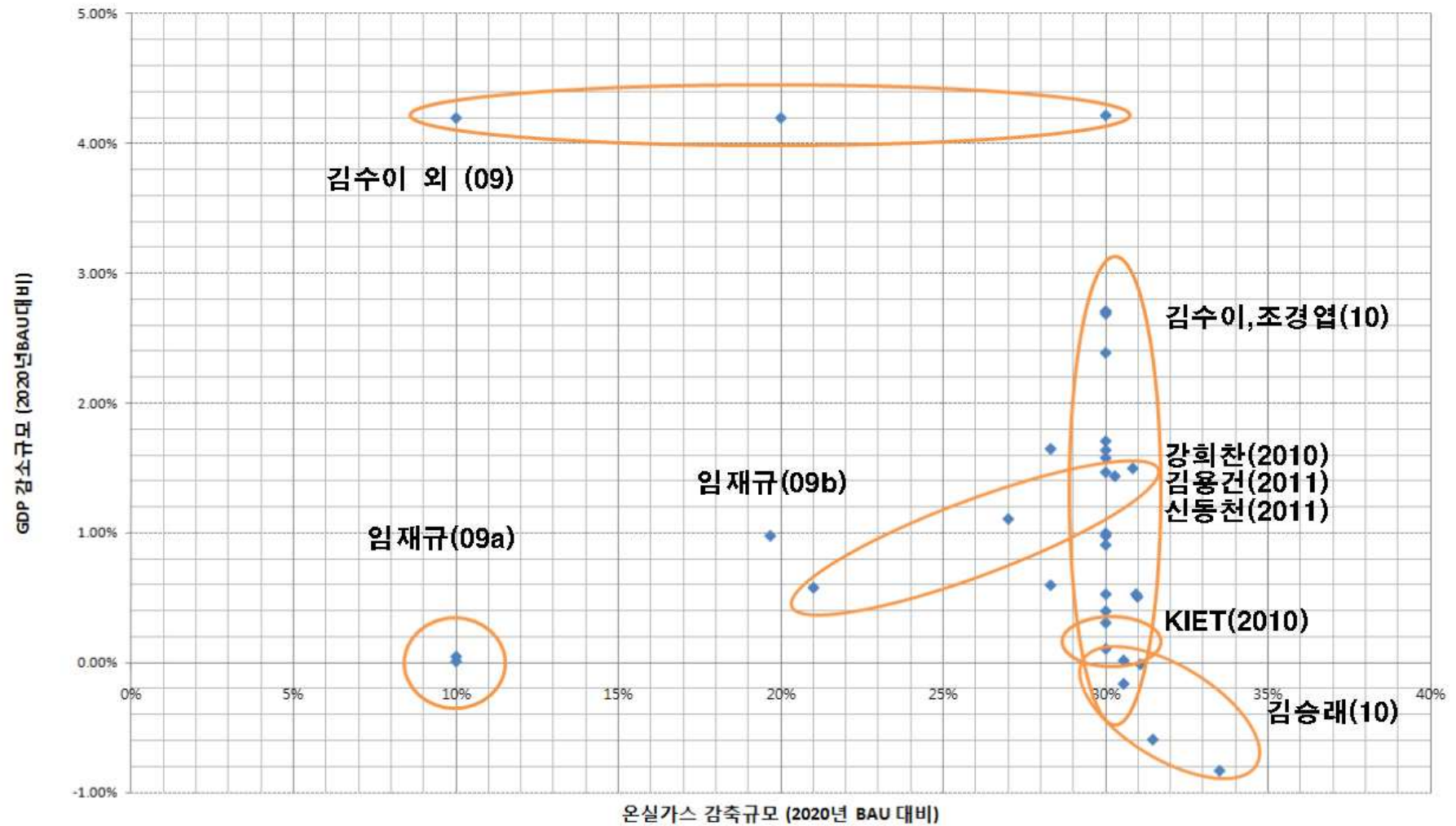
국외 연구결과의 메타분석

- 온실가스 감축에 따르는 경제적 비용 추정결과의 편차를 인식하고, IPCC 제3차보고서 (2001)는 경제성장, 기술개발, 정책의 유연성 등에 대한 주요 가정들에 대한 일관된 분석구조와 형식을 개발할 것을 촉구한 바 있음
 - IPCC 제3차보고서 상에서 'further development of a consistent analytical structure and a format for reporting the main assumptions that underlie costing results, including ... economic growth ... technological development ... flexibility of policies ... and other factors'의 필요성을 언급
- WRI의 Repetto and Ausin (1997)
 - top-down 계량모형에 대한 광범위한 조사를 수행하였으며, 16개의 모형에서 162개의 상이한 전망치를 평가
 - worst 시나리오는 2020년까지 베이스라인 대비 30% 감축에 GDP의 3% 비용이 소요되는 것으로 나타난 반면, best 시나리오에서는 오히려 2.5%의 GDP 증가 편익이 발생하였음
 - WRI는 이와 같은 5.5%의 차이를 아래의 제반 요인으로 분해해서 설명
 - 탄소세의 세수환원 가정 (1.2%p)
 - CGE모형은 거시계량모형보다 상대적으로 낮은 비용이 소요되는 것으로 추정 (1.7%p)
 - 대기오염효과와 같은 기후변화 피해외의 환경피해 감소 고려 (1.1%p)
 - 국제적 배출권거래제의 포함여부 (0.7%p)
 - 비용절감 기술(backstop technology)의 가용성 여부 (0.5%p)
 - 기후변화 피해의 감소 포함 (0.2%p)
 - 생산물 대체의 포함여부 (0.1%p)
 - 연료간 대체를 위한 모형에서의 연료종류 (0.0%p)

국외 연구결과의 메타분석

- Barker et al. (2002)는 메타분석을 수행하였으며, 여기에 포함된 분석대상 모형에는 AIM, ASF, MESSAGE-MACRO, MARIA, MiniCAM, PETRO와 WorldScan이 있음
 - 이들 모형에서는 동일한 유형의 시나리오를 전제로 하였기 때문에 비교가 용이.
 - 메타분석 결과, WRI의 연구결과와 유사하게 거시계량 모형이 CGE에 비해 CO2감축정책의 GDP 비용이 더 높게 나타났음
 - 즉, CO2 30% 감축목표 달성 시 글로벌 GDP의 비용이 CGE모형보다 거시계량모형에서 1.5%p 더 높게 나타났는데, 이는 WRI의 1.7%p와 상당히 유사함.
- 미국의 에너지, 환경정책 연구소인 Resources for the Future의 Fisher and Morgenstern (2005)는 온실가스 감축의 비용추계에 있어서 차이를 유발하는 요인으로 다음을 크게 주목
 - 베이스 배출량의 전망: 베이스 배출량에 따라 교토의정서 상의 감축수준이 달라짐
 - 모형의 구조적 특성: 부문별 기술별 세부특성, 에너지원별간의 대체관계, 국제적 배출권 거래로의 연계여부, 모형에서의 최적화 과정
 - 기후변화정책의 유형: 배출권거래제나 탄소세 등 정책유형
 - 온실가스 감축의 간접편익 포함여부: 감축정책에 의해 회피할 수 있는 간접적 편익 (ancillary benefits)의 포함에 따라 감축의 경제적 비용이 감소될 수 있음

'온실가스 감축규모'와 'GDP감소규모'의 그래프 (2020BAU대비)



EU case

Alexceva-Talebi, Anger and Loschel, 2009

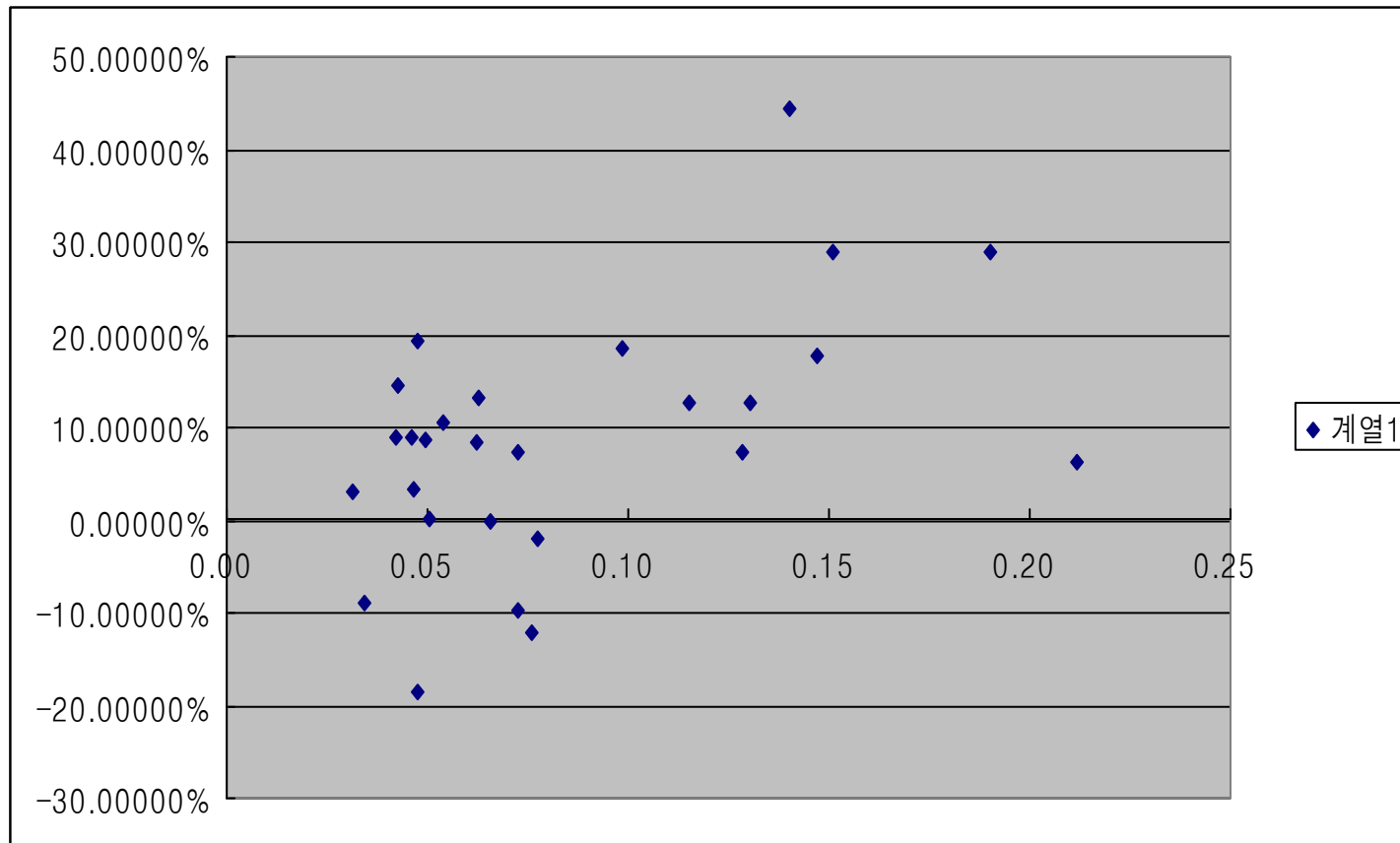
- Emission Reduction Target (BAU %)

	ETS		NETs		Total	
	2005	2020	2005	2020	2005	2020
EU15	21.0	27.8	13.8	16.1	17.3	22.0
EU12	21.0	26.8	13.2	11.0	8.4	20.4
EU27	21.0	27.6	10.2	15.3	15.7	21.7

- Output Change by Scenario (2020 BAU)

	ETS	BTA	ETS CDM10	ETS CDM41
EU15	-0.4%	-0.51%	-0.43%	-0.42%
EU12	-0.15%	-0.22%	-0.14%	-0.14%
EU27	-0.38%	-0.49%	-0.40%	-0.40%

EU ETS(2005-2007)에서의 초과달성비율과 평균GDP성장을 관계

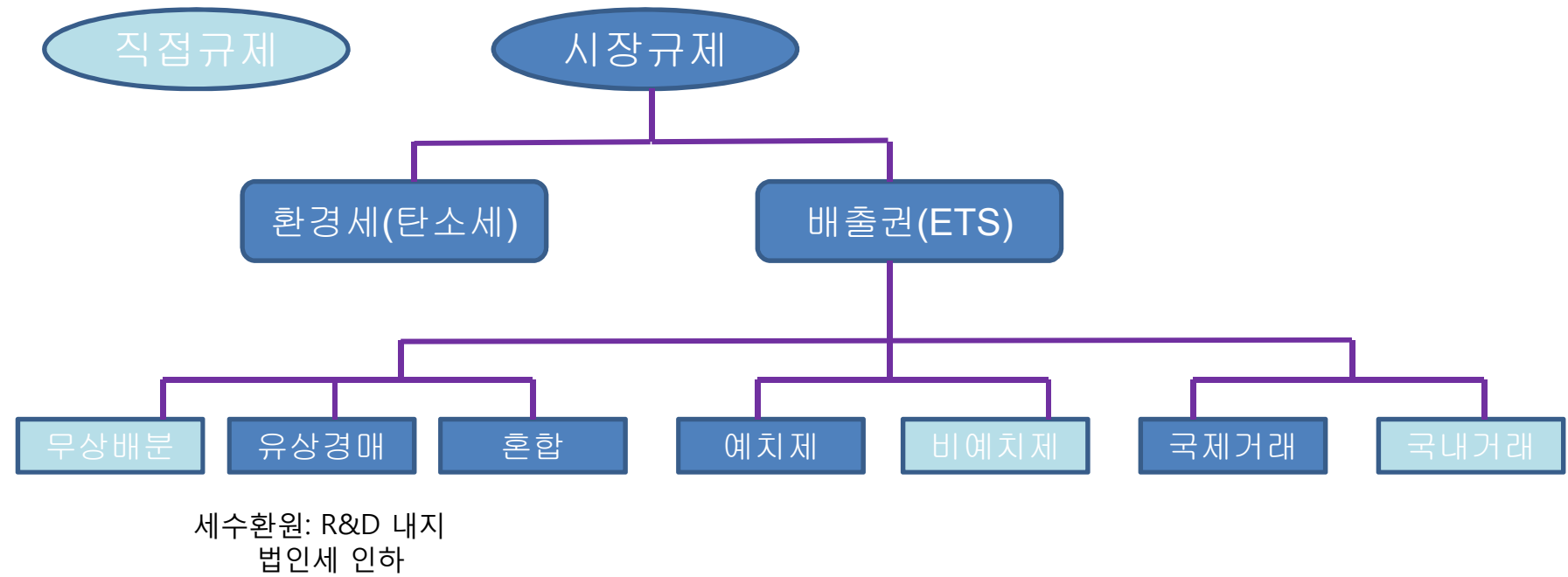


자료: Ellerman et al., Pricing Carbon, 2010

국내 연구의 메타분석

변수명	온실가스 감축규모	정책수단혼합	세수 환원	국제적거래
추정값	0.042513	-0.00897	-0.00118	0.01723
표준오차	0.0353	0.00235	0.00452	0.00516

- 메타회귀분석 결과, 온실가스 감축규모가 크면 클수록 GDP감소규모 역시 증가하는 것으로 추정되었으나 통계적 유의성은 확보되지 않았음
 - 또한 세수환원 정책이 포함되거나 국제적 배출권거래제와의 연계 시에도 배출권거래제나 탄소세를 통한 온실가스 감축정책의 GDP 파급효과가 상당히 줄어들 수 있음을 알 수 있으나 이 역시 본 연구에서는 유의성이 확보되지 않음
 - 또한 정책수단이 목표관리제와 같은 직접규제수단에서 탄소세에서 배출권거래제, 또는 탄소세와 배출권거래제의 혼합정책으로 이행될 경우에는 GDP 감소규모가 감소하는 것으로 나타남
- 정책수단의 적절한 혼합은 이론적으로 바람직함
 - 가정부문이나 상업 등 에너지 소비절감 외에는 온실가스 감축의 기술옵션이 상당히 제한되어 있으며, 배출권의 거래비용과 MRV 비용도 상대적으로 비효율적이기 때문에 이들의 경우는 배출권거래제보다는 탄소세가 적합할 수 있음
 - 반면, 에너지 다소비 업종과 대규모 사업장의 경우 배출권거래제와 같은 시장친화적인 온실가스 저감정책 수단이 도입될 수 있음



대응과제

- 1) 배출권거래제는 직접규제 수단(목표관리제 등) 보다는 비용효과적인 온실가스 감축정책수단임
- 2) 배출권거래제와 탄소세의 정책혼합은 바람직하지만, 적용부문에 대한 선별적인 지혜가 필요함
 - 가정부문이나 상업 등 에너지 소비절감 외에는 온실가스 감축의 기술옵션이 상당히 제한되어 있으며, 배출권의 거래비용과 MRV 비용도 상대적으로 비효율적이기 때문에 이들의 경우는 배출권거래제보다는 탄소세가 적합할 수 있음
 - 반면, 에너지 다소비 업종과 대규모 사업장의 경우 배출권거래제와 같은 시장친화적인 온실가스 저감정책 수단이 도입될 수 있음
 - 발전부문 배출권거래제의 참여 시 전력가격 인상: 유연탄(10.2%)>중유(2.1%)>LNG(1.3%) (Park and Lim, 2009)

* *Burtraw (2008): 경매수입의 가정부문에 대한 세수환원*

EU study	Auction	Grandfathering	Load-based
% change in elec. price	7.0	2.7	0.6
CO2 price in 2020 (2004 basis)	14.1	15.3	15.8

대응과제

3) 배출권거래제의 도입에는 유상경매 비중을 점진적으로 확대하는 한편, 세수환원 메커니즘으로는 R&D사업에 대한 지원, 법인세 인하의 효과가 상대적으로 긍정적인 것으로 평가됨

: EU ETS의 재원활용에 관한 설문조사 유럽지역 국가를 대상으로 설문조사 결과에 의하면, 40%는 감축대상 산업을 대상으로 재분배, 37%는 온실가스 저감사업에 대한 지원, 단 4%만이 일반재원으로 활용할 것을 제안 (European Commission, 2005)

4) 추가 고려사항

- 정책적 불확실성과 복잡성에 따르는 사회적 비용의 고려: 목표관리제, 배출권, 탄소세, RPS의 거의 동시적 진행과정에 따라 민간부문의 합리적 장기적 전략수립에 어려움 발생
- 정책 commitment가 필요

- *J.H. Dales 1968*

If it is feasible to establish a market to implement a policy, no policy-maker can afford to do without one.

- *R. Stavins 1998*

One risks designing a fast train to the wrong station.

배출권거래의 성공적 운영을 위한 기본 원칙

- 단순성 (simplicity): 배출권거래제의 성공적인 시범사업 운영을 위해서는 참여자들의 이해도를 높일 수 있도록 단순성이 확보
- 투명성 (transparency): 온실가스 MRV, 배출권의 거래이전 등과 관련된 규칙과 경제적 활동이 명료하게 이해될 수 있도록 제도가 설계
- 호환성 (fungibility): 온실가스 시장은 강제적 시장, 자발적 시장, 국내시장, 국제시장 등 다양하게 분류되는 바, 제도의 충돌이 없는 한 이들 시장간 배출권이 가능한 한 호환성을 갖도록 설계
- 일관성 (consistency): 배출권거래의 제도설계는 정치적 산물로서가 아닌, 합리적인 규제설계자의 관점에서 이루어져야 하며, 제도의 본연의 목적에 충실한 형태로 일관되게 운용



감사합니다