

이슈페이퍼

KEEI ISSUE PAPER

정책 이슈페이퍼 19-07

배출권거래시장 활성화를 위한
위탁경매 활용가능성 연구

KOREA
ENERGY
ECONOMICS
INSTITUTE

안영환



정책 이슈페이퍼 19-07

배출권거래시장 활성화를 위한 위탁경매 활용가능성 연구

안영환

목 차

- I. 배경 및 문제점 / 1
- II. 사례 및 설문 조사 결과 / 3
- III. 배출권거래에 대한 인지적 편향 분석 / 14
- IV. 위탁경매 효과에 대한 게임이론적 분석 / 22
- V. 종합 및 결론 / 32
- 〈참고자료〉 / 35

I 배경 및 문제점

- 온실가스배출권거래제는 2015년부터 2017년까지 제1차 배출권 거래제 계획기간을 거쳐, 2018년 제2차 계획기간에 접어들었고, 1차 계획기간 동안 배출권거래제는 안착한 것으로 보임
 - 정부와 기업이 거래제 경험을 축적하였고, 온실가스 배출량 측정, 보고, 검증(Measurement, Reporting and Verification: MRV), 배출권거래와 관련된 인프라를 안정화 한 것으로 평가할 수 있음
- 반면, 제1차 계획기간 동안 배출권 거래 부진과 매도물량 부족에 대한 일부 기업들이 문제 제기가 매년 정산시기인 6월 전에 발생
 - 정부는 배출권 공급의 유연성 확대를 위해 2016년 제1차 계획기간 내 이행연도간 차입한도를 10%에서 20%로 증대하여 배출권 물량을 증대함¹⁾
 - 2017년 4월에는 이월량 제한과 차입한도 조정 등을 포함하는 시장 안정화 방안 발표(관계부처 합동, 2017)
 - 일시적인 물량 부족 현상은 완화 되었으나, 이후에도 시장에는 공급 물량 부족 및 거래 부진에 대한 우려가 잠재하는 상황임
- 배출권거래시장에서 거래 부진의 이유는 시장 참여자의 합리적 의사결정을 가정하는 관점, 시장 참여자의 인지적 편향(cognitive bias), 배출권거래시장의 특성 관점으로 설명할 수 있음(김길환·심성희 2017)
 - 미래 정책이나 배출권 가격에 대한 불확실성이 존재하는 경우, 기업들이 보수적으로 배출권을 보유하고자 하는 성향이 강해질 수 있고, 이는 배출권 거래를 저해하는 요인이 될 수 있음

1) 디지털타임즈 2016; 배출권거래법 시행령 제36조 제2항

- 배출권거래와 관련된 인지적 편향으로 보유효과(endowment effect), 현상유지 편향(status quo), 초과보유 선호 등이 있으며, 배출권거래 조직 및 개인에게 인지적 편향이 존재할 경우 배출권거래 비효율적화 가능
 - 현재 국내 배출권거래시장은 협소(thin)하고, 가격이 꾸준히 상승하는 특성을 보이고 있어서 기업들은 배출권 가격이 충분히 높지 않은 이상 가능한 많은 양의 배출권을 이월하려고 함
- 본 이슈페이퍼에서는 국내 배출권거래시장의 활성화를 위해 미국 캘리포니아 배출권거래제도에서 도입되어 운용되고 있는 위탁경매(consignment auction)의 활용가능성을 검토함
- 위탁경매란 배출권을 무상 할당받은 기업이 제3자(경매 전문기관)에게 배출권의 일부 또는 전부를 위탁하고, 위탁기관이 배출권 경매를 통해 배출권이 필요한 기업에게 판매할 수 있도록 하는 제도임
 - 기업들은 경매를 통해 배출권을 필요한 만큼 구입하고 경매 수익금은 배출권을 위탁한 기업들에게 다시 환류되는 수입중립(revenue neutral) 경매임
 - 이러한 과정은 배출권 거래가 본격적으로 시행되기 전에 수행되므로, 기업들은 경매 낙찰가를 통해 배출권의 적정 시장가격을 사전적으로 알 수 있고, 배출권 거래의 불확실성을 줄이는 효과가 있음.
- 다양한 접근을 통해 위탁경매의 특성 및 장단점을 심층 분석하고 국내 적용 가능성 및 적용 조건을 제시하고자 함.
- 사례조사, 설문조사, 실험경제학적 실험, 게임이론적 분석 등을 통해 배출권거래 시장 현황과 위탁경매의 특성을 분석하고, 활용가능성 탐색

II 사례 및 설문 조사 결과

1. 캘리포니아 배출권거래제 위탁경매 사례

□ 캘리포니아는 2012년 하반기 배출권거래제 도입시기부터 위탁경매를 성공적으로 실시하고 있는 해외 사례

- 도입 초기부터 위탁경매를 성공적으로 실시하고 있어서 본 이슈페이퍼에서 사례 조사 대상으로 선정
- 배출권은 배출권 가격안정화 비축분(Allowance Price Containment Reserve), 사전경매(Advance Auction), 자발적 재생에너지 발전(Voluntary Renewable Electricity Program), 산업·전력·천연가스공급업 등에 대한 무상할당, 기타 부문 무상할당 등을 통해 할당됨. 할당되고 남은 배출권은 추가적인 경매를 통하여 판매됨

□ 전력 및 천연가스 공급업을 대상으로 적용되는 위탁경매는 소득재분배 효과의 목적을 가지고 있음

- 전력부문의 배출권은 온실가스 배출원인 발전소가 아니라 송배전업체에 무상 할당되고, 송배전업체는 무상할당 받은 배출권을 경매에 위탁해야 함.
 - 송배전업체는 배출권을 위탁경매로 발생한 수익금을 소비자의 전력가격 상승 부담 완화를 위해서만 사용하도록 규정됨
- 배출권 제출의무가 있는 발전소들은 필요한 배출권을 위탁경매 또는 시장에서 구입해야하기 때문에 탄소비용이 발생하고, 이러한 탄소비용은 전력 생산비용에 반영됨
 - 하지만, 경매 수입금이 송배전업체를 통해 소비자를 위해 사용되기 때문에 소비자의 부담을 완화하는 효과가 있음

- 천연가스 공급 부문 역시 천연가스 공급업자들에게 배출권을 무상 할당하지만, 할당받은 배출권 중 최소비중 이상을 경매에 위탁하도록 함
 - 천연가스 공급업자들 역시 위탁경매 수입금을 천연가스 소비자들의 부담 완화를 위해서만 사용하도록 제한됨

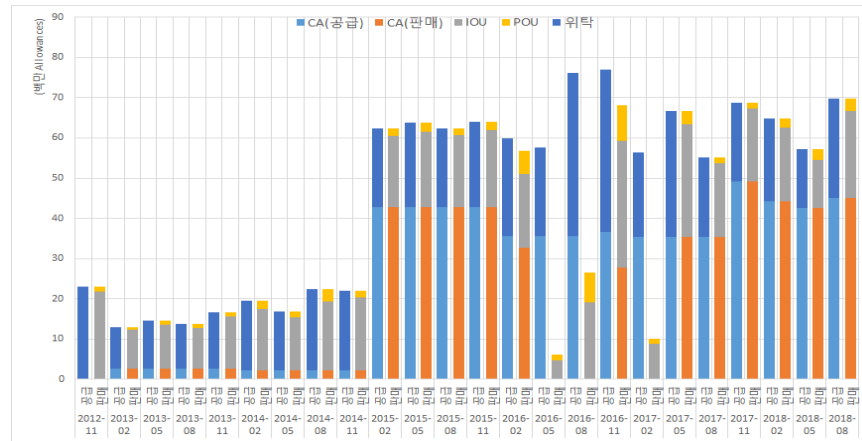
□ 캘리포니아 배출권거래제 위탁경매의 첫 번째 목적은 경매 물량을 확보하는 것으로, 위탁경매가 경매 물량 확보에 상당한 기여를 하고 있음

- [그림 1]은 2012년 11월부터 2018년 8월까지의 캘리포니아 배출권 경매에 공급된 물량과 판매된 물량을 보여줌
- 1기(2012~2013년)에는 총 9번의 경매가 시행되었고, 9번의 경매에 공급 및 판매된 총 물량의 88.0%는 IOU와 POU²⁾의 위탁물량이었고, 12.0%만이 캘리포니아 주 소유의 배출권임
- 2015년부터 2018년 8월까지 총 15번의 경매가 시행됨(CARB, 2018c). 2015년부터 연료공급업체들까지 규제가 확대되었고, 연료공급업체들에 대해서는 무상할당이 이루어지지 않았음³⁾
 - 따라서 총배출권 중 주 소유의 배출권의 비중이 늘었기 때문에, 경매에 공급되는 물량에서 위탁물량이 차지하는 비중은 1기에 비하여 줄었지만 여전히 상당한 비중을 차지하고 있음

2) 캘리포니아 전력송배전업체들은 소유형태에 따라 크게 IOU(Investor-Owned Utilities)와 POU(Publicly Owned Utilities)로 구분됨. IOU는 전력, 가스, 수도, 통신 등의 서비스를 제공하는 민간기업을 지칭하고, 무상할당 받은 배출권을 전량 경매에 위탁해야 함. POU는 지자체 소유의 전력 서비스를 제공하는 시설 또는 업체를 지칭하고, 무상할당 받은 배출권 중 일부를 스스로 결정하여 경매에 위탁해야 함.

3) 2015년부터 수송용 연료연소와 소규모 산업시설, 모든 주거 및 상업 시설에서의 연료연소를 포함할 수 있도록 연료공급업체들까지 규제가 확대됨

[그림 1] CA 배출권 경매에서 공급·판매된 배출권의 공급원별 구성

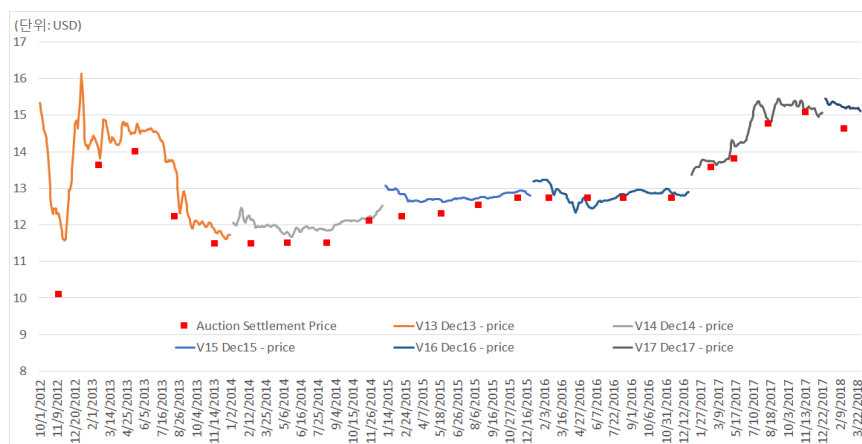


자료: CARB(2018c)의 자료를 활용하여 저자 작성

□ 배출권 경매의 낙찰가격과 시장가격과의 관계를 통해 경매의 시장발견 기능을 확인할 수 있음

○ [그림 2]는 2012년 11월부터 2018년 2월까지의 캘리포니아 배출권 경매 낙찰가격과 캘리포니아 배출권 매년도 12월물 선물가격을 보여줌

[그림 2] CA 배출권 경매 낙찰가격 및 CA 배출권 선물가격 추이



자료: California Carbon Dashboard(2018), CARB(2018c)의 자료를 활용하여 저자 작성

2. 국내 배출권 거래 현황

- 한국은 2015년 1월 동아시아 처음으로 국가 단위의 배출권거래제 도입
 - 배출권거래제 시행기간은 현재 3차 계획기간까지 확정: 1차(2015~17년), 2차(2018~20년) 계획기간은 각각 3년 단위이고, 제3차(2021~25년)는 5년임
 - 배출권거래제 대상 주체는 계획기간 4년 전부터 3년간 온실가스 연평균 배출량이 125,000 CO₂톤 이상인 업체나 25,000 CO₂톤 이상인 사업장 - 배출량 기준에 관계없이 자발적 참여를 신청한 업체도 포함 가능
 - 배출권거래제에 포함되는 온실가스 종류는 교토의정서에 명시된 6가지 온실가스(CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆)이며, 연료연소로 인한 직접배출뿐만 아니라 전기나 열을 사용함으로써 간접적으로 배출하게 되는 간접배출도 포함
- 배출권 할당방법은 무상할당과 유상할당 혼용
 - 1차 계획기간에는 100% 무상할당이며, 2차 계획기간에는 배출집약적이고 무역노출(Emission Intensive and Trade Exposed: EITE)이 큰 업종은 100% 무상할당이지만 다른 업종은 할당량의 3%를 경매를 통해 구입
 - 3차 계획기간에는 유상할당 비중이 10% 이상으로 확대될 예정
 - 무상할당 방법은 주로 과거배출량 기준 할당(Grandfathering)인데, 1차 계획기간에는 3개 업종(시멘트, 항공, 정유), 2차 계획기간에는 6개 업종(기존 3개 업종 + 발전, 지역난방, 폐기물)으로 확대하여 벤치마크(Benchmark) 기준 할당을 실시함
- 국내 배출권은 할당배출권(Korean Allowance Unit: KAU), 상쇄배출권(Korean Credit Unit: KCU), 상쇄감축실적(Korean Offset Credit: KOC)

- 할당배출권은 정부가 할당계획에 따라 대상업체에 할당한 배출권이며, 상쇄배출권은 정부의 승인을 거쳐 상쇄감축실적에서 전환된 배출권이고, 상쇄감축실적은 외부사업 또는 CDM 사업을 통해 획득한 크레딧으로 언제든지 상쇄배출권으로 전환될 수 있음.

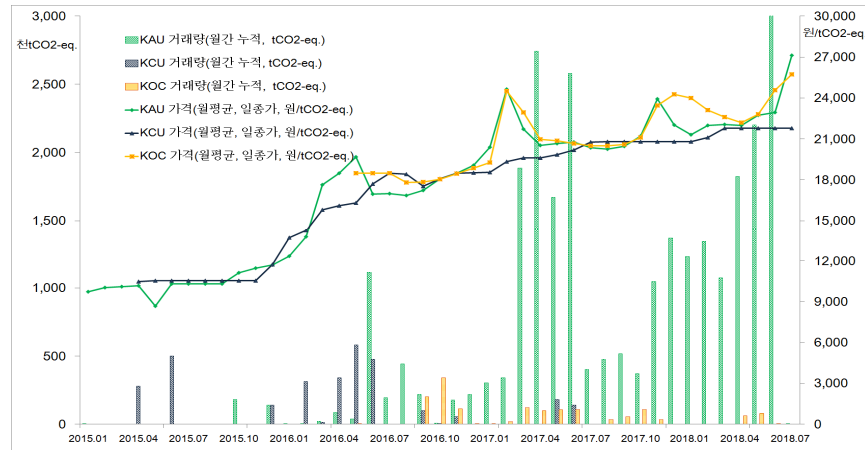
□ 이월, 차입, 상쇄 등의 유연성 기제 제한적 허용

- 이월(Banking)은 계획기간 내, 계획기간 간 아무 제한 없이 허용되다가 2017년 4월 시장안정화 조치 시 1차 계획기간에서 2차 계획기간으로의 이월을 일부 제한함
- 차입은 계획기간 내에서만 제한적으로 허용: 1차 계획기간 20%, 2차 계획기간 15%
- 상쇄(offset)제도를 통해 획득한 배출권은 배출량 한도의 10%까지 사용
- 거래 촉진과 유동성 증대를 위해 2차 계획기간부터 공적금융기관을 포함한 시장조성자 허용

□ 제1차 계획기간의 배출권거래 가격 및 거래량의 추이를 보면, KAU, KCU, KOC는 전체적으로 비슷한 가격을 형성하며, KOC가 시기별로 약간 높은 가격을 보임(그림 3) 참조)

- 배출권거래는 2015년 동안 124만 톤가량이 1만원 근처의 가격으로 거래됨. 2016년에는 전년도 배출권 정산시기인 6월 말까지 가격이 2만원 수준까지 빠르게 상승함
- 이 기간 동안 시장 공급 물량은 충분치 않았고 가격은 지속적으로 상승
- 정부는 2016년 5월 시행령 개정을 통해 1차 계획기간에 한해 차입의 한도를 10%에서 20%로 증대함(디지털타임즈 2016; 배출권거래법 시행령 제36조 제2항).

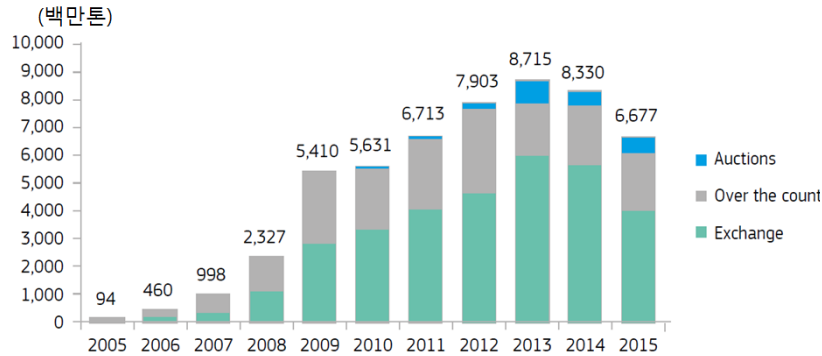
[그림 3] 배출권 가격 및 거래량



자료: 한국거래소의 장내거래 자료, 온실가스종합정보센터의 장외거래 자료를 주기적으로 수집한 한국기후변화연구원의 자료협조를 통해 저자 작성

- 2017년 2월 배출권가격이 한 때 26,500원까지 치솟고 공급물량은 충분치 않은 상황이 발생하여 2017년 4월 정부가 시장안정화 조치를 발표함
- 정부의 시장안정화 조치 이후 거래물량은 이전에 비해 크게 증가하고, 가격도 2만원 초반대로 안정화됨
- 국내 배출권거래량은 EU배출권거래제와 비교했을 때, 할당량 대비 거래 비율이 10배 이상 차이가 나는 것으로, 적절한 거래량으로 보기 어려움
 - [그림 4]는 EU배출권거래제의 연도별 거래량을 보여줌. 1차 계획기간인 2005년부터 2007년까지 3년 동안 약 15억5천만 톤가량이 거래됨
 - 연평균 할당량 20억 톤임을 고려하면, 연평균으로는 할당량의 약 25% 이상이 거래됨(European Commission 2016)
 - 국내에서는 1차 계획기간에 대해 2015년 1월부터 2017년 6월말까지 약 3천7백만 톤이 거래됨
 - 1차 계획기간 3년 사전할당량이 연평균 약 5억3만 톤인 것을 고려하면, 연평균 거래비율은 약 2.3% 정도

[그림 4] EU배출권거래제 연도별 배출권 거래량



자료: European Commission (2016), page 5

□ 배출권 부족업체 및 잉여업체 현황

- 2015년 최종할당량은 약 5억3,980만 톤이었고 2016년은 약 5억6,050만 톤임. 실제 인증된 배출량은 2015년 5억4,270만 톤, 2016년 5억5,430만 톤이므로, 2015년에는 전체적으로 290만 톤의 부족량이 발생하였함. 2016년에는 610만 톤의 여유분이 발생
- 업체 기준으로는 2015년에 240개의 업체가 배출권이 부족했는데, 그 총량은 1,820만 톤가량. 잉여업체 개수는 282개이고, 잉여량 총합은 1,530만 톤

〈표 1〉 배출권 할당량 및 과부족량

연도	최종 할당량	배출 인증량	과부족				
			부족 업체 개수	배출권 부족량 (A)	잉여 업체 개수	배출권 잉여량 (B)	과부족량 (A+B)
2015	539.8	542.7	240	-18.2	282	15.3	-2.9
2016	560.5	554.3	186	-25.3	374	31.4	6.1
합계	1,100.20	1,097.00		-43.4		46.7	3.2

자료: 환경부 온실가스종합정보센터(2018)

□ 전체적으로 배출권 거래에 소극적인 경향을 보임

- 배출권 전환 및 거래 결과에 따르면, 2015년 배출권 중 KAU는 190만 톤, KCU는 290만 톤이 거래됨. 부족량이나 잉여량에 비해 상당히 적은 양
- KCU 전환은 950만 톤인데, 이 물량도 부족량에 못 미치는 양임

〈표 2〉 배출권 전환 및 거래 결과

연도	KCU전환	거래			
		KAU 매도량	KAU 매수량	KCU 매도량	KCU매수량
2015	9.5	-1.9	1.9	-2.9	2.9
2016	2.6	-13.6	13.6	-0.5	0.5
합계	12.1	-15.5	15.5	-3.4	3.4

자료: 환경부 온실가스종합정보센터(2018)

□ 배출권 부족업체 및 잉여업체는 부족량 및 잉여량을 KCU 전환과 차입을 통해서 주로 충당하는 것으로 분석됨

- 배출권 제출내용에 따르면, 2015년 배출량에 대해서 980만 차입하였고, 1,670만 톤을 이월함
- KCU 전환 950만 톤과 차입 980만 톤을 합하면 1,930만 톤인데, 이는 배출권 부족업체의 부족량 1,820만 톤 보다 약간 많은 양임
- 거래량은 480만 톤 수준이라는 것을 고려하면, 부족량은 KCU 전환과 차입을 통해서 주로 충당한 것으로 분석됨
- 잉여업체의 잉여량이 1,530만 톤인데, 이월량이 1,670만 톤인 것을 보면, 잉여량의 대부분이 이월되었을 것으로 추정됨
- 2016년에는 전체적으로는 잉여량이 610만 톤이 발생함. 업체 기준에서 부족량은 2,530만 톤, 잉여량은 3,140만 톤임
- 2016년 KAU 1,360만 톤, KCU 50만 톤이 거래됨. 차입은 1,480만 톤으로 증가하였음. 거래량과 차입량을 합하면 2,840만 톤으로 배출권 부족량 2,530만 톤을 약간 상회하는 수준임

- 이에 비해 KCU 전환은 260만 톤에 불과함. 이월량은 3,050만 톤으로, 잉여량 3,140만 톤과 비슷한 수준임(환경부 온실가스종합정보센터, 2018)
- 이를 통해 2016년에는 배출권 부족량을 거래와 차입을 통해서 충당하였고, 잉여량은 대부분이 이월되었음을 추정할 수 있음
- 기업들은 차입 및 계획기간 내 이월과 같은 다른 종류의 유연성 기제를 선호함

〈표 3〉 배출권 제출 및 이월 내용

연도	최종제출				이월
	제출량 (D+E+F)	KAU·KCU 제출량(D)	차입 제출량(E)	과미제출량 (F)	이월량
2015	542.6	532.8	9.8	-0.002	16.7
2016	554.3	539.5	14.8		30.5
합계	1,097.00	1,072.30	24.7	-0.002	47.2

자료: 환경부 온실가스종합정보센터(2018)

3. 배출권거래제 대응 및 거래 실태 조사

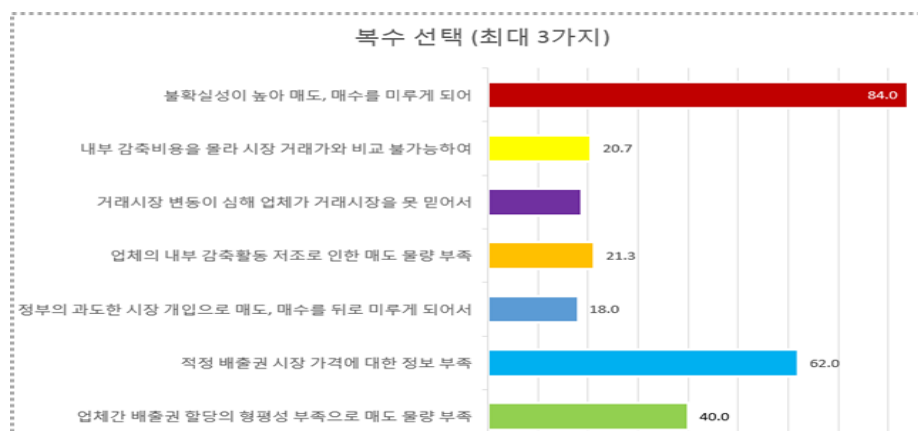
□ 배출권거래제 및 거래에 대한 기업의 인식 파악 위해 설문조사 시행

- 배출권거래제 1차 계획기간 종료 후, 실제 제도를 경험한 거래제 참여 대상 업체의 인식, 대응 활동, 애로사항과 제도 개선에 대한 기대 사항 등을 조사·분석함
- 설문조사와 방문 면담 조사를 포함한 실태 조사를 수행하여 국내 배출권 거래제에 대한 인식과 대응 현황을 파악
- 조사 대상 업체는 총 556개로 민간기업 445개, 지방자치단체나 대학, 병원 등 공공기관이 111개
 - 2018년 7월 30일부터 3주간 설문 조사를 수행하여 총 150개 업체 응답

- 배출권거래제 인식 분석 결과, 배출권거래제 필요성에 대해서는 일반적으로 인정하지만 배출권거래제 시행에는 전반적으로 부정적인 인식을 나타냄
 - 매우 부정(1점)~보통(4점)~매우 긍정(7점) 7점 척도 조사에서 배출권거래제 필요성은 평균 이상(4.3)의 인식을 보임
 - 반면 배출권거래제 시행 시기에 대해서 연기했어야 한다는 의견이 높았고 (평균 4.8), 시행을 늦춰야 했다는 응답자 비율(57%)이 그렇지 않은 응답자(17%)에 월등히 높아 거래제 시행에 대해서는 부정 인식이 높음
- 배출권거래제는 전사 차원의 전략적 대응(26.7%)보다는 담당부서 단위에서 대응(58.0%)이 많았고 주된 관리부서는 환경·에너지 부서(64.7%)로서 배출권거래제를 환경규제의 일환으로 인식하는 경향이 있음
 - 조직에서 배출권거래제에 대응하는 수준을 전사 수준(entire organization), 사업장 수준(site), 담당 부서(department), 대외 홍보 부서(public relation department 등)로 구분
 - 전사 수준에서 대응할수록 배출권거래제에 대해 업체에서 중요하게 생각하고 상위 경영층의 관심이 높으며 대응을 위해 여러 부서 협력이 높다고 해석 가능하지만, 전사 수준의 대응이라는 응답은 26.7%에 그침
- 배출권거래제 주된 대응 활동은 내부 온실가스 잠재 감축원 분석, 배출권 거래제 활용이 가장 많았음
 - 반면, 전사 조직 정비, 사내 교육 활동은 낮은 활동 빈도를 보여 배출권 거래제가 일부 부서의 국한된 대응 업무로 수행되고 있음
- 배출권거래제 대응의 주된 장애 요인은 제한적인 온실가스 감축 수단
 - 현실적으로 현 상황에서 획기적인 감축 수단을 찾기 어렵거나 돌파형 개선책을 찾는데 주저하고 있음

- 2015~2017년 제1차 계획기간 3년간 업체의 배출권 거래 참여 현황 분석 결과, 배출권 부족분에 대해서는 감축활동보다 시장 구매를 통해 해결하는 경향이 있었고, 잉여분은 시장 판매보다 이월을 우선하였음
 - 배출권이 부족한 경우 배출권 시장에서 구매하는 방법이 가장 선호됨(71.7%)
 - 현실적 감축 수단의 한계 때문에 내부 감축을 통한 배출권 확보보다는 외부에서 배출권을 구매하는 방식을 선택한 것으로 보임
 - 할당이 충분하여 배출권이 남을 경우에 배출권을 시장에 판매하기보다 이월을 선호하는 ‘초과보유 선호’ 현상을 확인함
 - 초과보유 선호 현상이 거래 활성화 제약 요인으로 파악됨
- 위탁경매에 대한 인지는 매우 낮은 편(32%)이고 위탁경매가 배출권거래제 활성화에 도움이 되지 못할 것이라는 인식이 높은 것으로 파악됨
 - 위탁경매에 대해 ‘들어본 적 없다’는 응답이 68%에 달했고 ‘잘 안다’는 응답은 극소수(1.3%)에 불과함
- 배출권 거래 활성화 장애 요인 분석을 통해, 시장 불확실성을 줄이고 가격 정보가 더 투명하게 노출되어야 하며 시장에서 구매할 수 있는 배출량 물량이 더 많아져야 한다는 시사점을 도출

[그림 5] 배출권 거래 활성화 장애 요인



III

배출권거래에 대한 인지적 편향 분석

- 행동경제학적 관점에서 거래와 관련된 인지적 편향이 배출권거래 상황에서
서도 존재하는지를 실험하고, 그 실험결과를 해석
 - 배출권거래 시 인지적 편향이 존재한다면 거래 저해 요인으로 작용함
 - 위탁경매가 인지적 편향을 감소시킬 수 있는지에 관한 실험을 실시함

1. 가설 설정 및 실험 설계

- 보유효과(Endowment Effect 또는 WTP-WTA Disparity)
 - 보유효과는 물건을 구매할 때 지불의사가격(WTP) 대비 물건을 판매할
때 요구가격(WTA)이 일관되게 높게 나타남을 의미(Horowitz and
McConnell 2002)하는 대표적인 인지적 편향 현상
 - 배출권거래에서 보유효과가 발생하면 배출권 보유 기업들은 높은
가격에만 판매를 원하며, 배출권 필요 기업들은 상대적으로 낮은
가격에 거래를 희망해 배출권 거래를 위축시키는 원인이 될 수 있음

가설 1-1 : 배출권 거래 상황에서 배출권을 팔고자 할 때 받고자 하는
금액(WTA)은 배출권을 추가로 필요로 하여 구매하고자 하는
기업의 담당자가 지불하고자 하는 금액(WTP)보다 높게 나타남

- 배출권은 조직에 의해 실행되므로 개인 수준의 인지적 편향이 발생하지
않을 수 있고(Kreutzer(2006, p.145-146)), 거래경험이 누적될 경우
(List(2003)), 피실험자들이 반복실험을 통해 실험환경을 이해하고, 이해
관계를 파악하면 보유효과가 제거될 수 있음(Plott and Zeiler(2005, 2011))

가설 1-2 : 대학생들과 같은 일반인들 대비 배출권을 실제 거래하고 있는 실무자들의 경우 WTA가 WTP보다 높은 정도가 작을 것임

- 위탁경매에서는 할당된 배출권에 대한 실질적 보유 전에 위탁하여 경매를 시행함. 때문에 실제 배출권을 보유하고 있다는 인식이 낮아질 수 있음

가설 1-3 : 위탁경매 상황에서는 위탁경매가 도입되지 않은 상황 대비 WTA가 WTP보다 높은 정도가 작을 것임

□ 현상유지 편향

- 전망이론의 손실회피 성향으로 인해 사람들은 현재 상태에 머무르려는 현상유지 편향을 나타냄(Kahneman, Knetsch, and Thaler, 1991)
- 배출권거래에서 이런 편향의 발생 여부를 실증적으로 검증한 바 없기에, 배출권거래 상황에서도 현상유지 편향이 발생하는지에 대해 검증

가설 2-1 : 배출권 초과상황에서 거래결과 배출권을 배출량보다 더 많이 보유하는 상황을 선택하는 비율이 배출권 미달상황에서보다 더 클 것임

- 보유효과와 현상유지 편향이 손실회피라는 맥락이 같아 보유효과관련 가설 1-2, 1-3과 유사한 가설이 현상유지 편향에도 발생할 것이 예상됨

가설 2-2 : 대학생들과 같은 일반인들 대비 배출권을 실제 거래하고 있는 실무자들의 경우 현재상태를 유지하려는 경향이 적을 것임

가설 2-3 : 위탁경매 상황에서는 위탁경매가 도입되지 않은 상황 대비 현재상태를 유지하려는 경향이 적을 것임

□ 초과보유 선호

- 추가적으로 심적회계 관점에서 동일 상황을 평가함

- 심적회계란 기업의 회계 장부처럼 사람들이 마치 마음속으로 자신의 지출, 예산 설정 등과 관련해 심리적 계정을 만들어 관리하는 것임
본 연구는 추가적으로 심적회계 관점에서도 동일 상황을 평가함
- 거래 의사결정 결과 예상되는 배출량보다 배출권이 초과하는 경우 잉여 배출권이 발생할 가능성이 높아지며, 미래의 이득감이 발생할 수 있음 반대로 거래 의사결정 결과 예상되는 배출량 대비 배출권이 작은 경우 미래에 계정을 손실로 마감하게 될 가능성이 높아, 그로 인해 손실감을 예측하게 됨
- 심적회계 관점에서는 배출권 초과보유의 경우 거래를 하지 않음으로써 배출권 초과 상황을 유지하려고 하며, 배출량 초과 상황에서는 배출권을 구매하여 배출권 초과 상황을 추구할 것임 이에 근거해 다음 가설을 제시함

가설 3-1 : 배출권이 예상 배출량보다 더 많은 초과보유 상황을 배출권이 예상 배출량보다 더 작은 미달보유 상황 대비 선호할 것임

- 초과보유 선호에서도 배출권거래 담당 실무자들과 일반인들에서 차이가 있을지에 대한 검증을 함

가설 3-2 : 대학생들과 같은 일반인들의 경우 대비 배출권을 실제 거래하고 있는 실무자들의 경우 초과보유 선호 경향이 감소할 것임

- 실험을 위한 설문은 1) 위탁경매가 아닌 상황에서 보유효과, 현상유지 편향, 초과보유효과를 조사하기 위한 설문, 2) 위탁경매 상황에서 보유효과, 현상유지 편향, 초과보유효과를 조사하기 위한 설문의 두 가지 유형이 만들어짐
- WTP 또는 WTA의 질문과 동일한 시나리오에 거래 여부까지를 명시하여 그 결과 현재 및 미래의 지불 또는 수취 금액을 질문에 틀린 답변을 제시한 피설문자들의 답변서는 이후 분석에 포함하지 않음

- 첫 번째 질문지에는 테스트 질문, WTP을 묻는 질문, 배출권 미달상황에서 거래여부를 묻는 질문을 포함함 두 번째 질문지에는 테스트 질문, WTA를 묻는 질문, 배출권 초과상황에서 거래여부를 묻는 질문이 포함됨

2 실험에 대한 분석 결과

□ 보유효과 검증

- 대학생 대상 설문 총 213부 중 미답변, 검증관련 답변 누락으로 보유효과 검증에는 198부, 현상유지 편향과 초과보유 선호 검증에는 212부가 사용됨

〈표 4〉 보유효과 검증에 사용된 표본들의 특성

	No_위탁경매 (일반인)		위탁경매 (일반인)		No_위탁경매 (실무자)*	
	WTA	WTP	WTA	WTP	WTA	WTP
답변수	33 (남 19, 여 14)	32 (남 18, 여 14)	25 (남 12, 여 13)	35 (남 20, 여 15)	32 (na)	41 (na)
평균 연령	233 (Min 21, Max 27)	234 (Min 20, Max 28)	234 (Min 20, Max 30)	235 (Min 20, Max 26)	na	na
WTA/W TP 평균값 (표준편차)	23,90606 (3,002701)	19,50000 (3,121207)	24,03600 (3,361408)	20,91429 (2,993831)	25,76563 (1,818296)	19,39195 (2,102238)

*실무자들에 대한 설문에서는 성별 및 연령이 조사되지 않음

- 가설 1-1의 보유효과 검증을 위해 일반인을 대상으로 한 설문에서 위탁경매가 아닌 상황을 대상으로 독립표본 t검증을 실행한 결과 지지됨
- 가설 1-2의 검증 결과, 예상과 달리 실무자들에게서 실무자들에서 WTA_WTP의 차이가 더 크게 나타나 가설 1-2는 기각됨 (〈표 5〉 참조)

〈표 5〉 학생과 실무자에서 보유효과 차이 발생 여부에 대한 분석

소스	제 III 유형 제곱합	자유도	평균제곱	F	유의 확률
수정된 모형	1,052,437,384	3	350,812,461.447	540.46	0.00**
절편	66,928,053,857.599	1	66,928,053,857.599	10,310.981	0.00**
WTA_WTP	991,547,289.999	1	991,547,289.999	152.758	0.00**
학생_실무자	26,177,329.416	1	26,177,329.416	4.033	0.047*
WTA_WTP * 학생_실무자	33,035,185.939	1	33,035,185.939	5.089	0.026*
오차	869,787,219.281	134	6,490,949.398		
전체	68,558,994,900.000	138			
수정된 합계	1,922,224,603.623	137			

*p<5%, **p<1% 이하 동일

- 가설 1-3과 관련하여 WTA/WTP와 위탁경매 여부의 상호작용효과가 유의하지 않게 나타남에 따라 가설 1-3은 기각되었으며, 위탁경매는 보유효과를 유의하게 감소시키지 않는 것으로 평가됨

〈표 6〉 위탁경매 여부가 보유효과에 미치는 영향에 대한 분석

소스	제 III 유형 제곱합	자유도	평균제곱	F	유의 확률
수정된 모형	46463963.4978	3	15487987.8326	160.66	0.00**
절편	59995207685.074	1	59995207685.074	62235.73	0.00**
WTA_WTP	435486113.152	1	435486113.152	451.75	0.00**
NoCon_Con	18325772.153	1	18325772.153	1.901	0.171
WTA_WTP * NoCon_Con	12676674.968	1	12676674.968	13.15	0.00254
오차	1166439245.022	121	9639993.761		
전체	61946420000.000	125			
수정된 합계	1631078880.000	124			

□ 현상유지 편향과 초과보유 선호의 검증

- 총 131부 중 미답변을 제외, 130부 사용함 표본 특성은 〈표 7〉에 정리함
- 가설 2-1은 기본적으로 현재 상태(배출권 초과상황 vs 미달상황)가 미래 상황에 대한 선택을 다르게 만듦을 의미하는 것임

- <표 7>에서 초과보유 선택 비율을 살펴보면 위탁경매가 아닌 일반인 실험과 실무자 실험에서는 초과보유 선택 비율이 배출권 초과상황에서 더 높게 나타남. 반면 일반인 위탁경매 실험에서 초과보유 선택 비율은 배출권 초과상황에서 도리어 더 낮게 나타남(59.3% vs 60.0%)

<표 7> 현상유지 편향과 초과보유 선호 검증 표본의 특성

	No_위탁경매 (일반인)		위탁경매 (일반인)		No_위탁경매 (실무자)	
	배출권 초과	배출권 미달	배출권 초과	배출권 미달	배출권 초과	배출권 미달
답변수	35 (남 20, 여 15)	33 (남 19, 여 14)	27 (남 13, 여 14)	35 (남 20, 여 15)	37 (na)	45 (na)
평균 연령	233 (Min 21, Max 27)	234 (Min 20, Max 28)	234 (Min 20, Max 30)	235 (Min 20, Max 26)	na	na

- 독립성검증(χ^2)으로 검증한 결과 위탁경매가 도입되지 않은 일반인 실험에서는 유의하지 않았고(Pearson $\chi^2=1427$, $p=232$), 실무자 실험에서는 유의하게 나타남(Pearson $\chi^2=40982$, $p=000$)

<표 8> 현상유지 편향 관련 통계적 검증

	No_위탁경매 (일반인)		위탁경매 (일반인)		No_위탁경매 (실무자)	
	배출권 초과	배출권 미달	배출권 초과	배출권 미달	배출권 초과	배출권 미달
초과보유 선택 수 (선택 비율)	25 (714%)	19 (576%)	16 (593%)	21 (600%)	37 (1000%)	14 (311%)
현상유지 독립성검성	Pearson $\chi^2=1427$, $p=232$		Pearson $\chi^2=003$, $p=953$		Pearson $\chi^2=40982$, $p=000^{**}$	

- 가설 2-2는 실무자들의 경우에서 현상유지 편향이 감소할 것을 예측함
 - 위 분석 결과에 따르면 실무자들에서만 현상유지 편향이 나타나 가설 2-2와 관련하여 추가적인 검증을 생략하고 기각된 것으로 판단됨

- 가설 2-3은 위탁경매가 현상유지 편향을 감소시킬 수 있을 것으로 예측함
 - 위탁경매 여부에 따른 차이는 일반인 상황에서만 비교 가능한데, 두 상황 모두 현상유지 편향이 나타나지 않아, 가설 2-3도 지지되지 않았음

□ 가설 3-1은 초과보유 선호 현상을 다룸

- 실무자 실험에서 배출권 미달상황을 제외하고는 모든 상황에서 배출권 초과를 선호하는 것으로 나타남(〈표 9〉 참조)
 - 앞서 현상유지 편향에 대한 분석 결과, 실무자 실험에서 현상유지 편향이 강하게 나타났음이 확인되었는데, 실무자 실험의 배출권 미달 상황에서 초과 보유 선택 비율이 50% 미만인 것은 현상유지 편향의 영향이 반영된 것으로 해석할 수 있음

〈표 9〉 초과보유 선호 관련 통계적 검증

	No_위탁경매 (일반인)		위탁경매 (일반인)		No_위탁경매 (실무자)	
	배출권 초과	배출권 미달	배출권 초과	배출권 미달	배출권 초과	배출권 미달
초과보유 선택 수 (선택 비율)	25 (714%)	19 (576%)	16 (593%)	21 (600%)	37 (1000%)	14 (311%)
	44 (647%)		37 (597%)		51 (622%)	
초과보유 이항검정	p=021*		p=162		p=035*	
초과보유 독립성검정	No_위탁경매 : 일반인 vs 실무자 $\chi^2=101$, p=751 일반인 : No_위탁경매 vs 위탁경매 $\chi^2=349$, p=555					

- 따라서 초과보유 선호 여부를 검증하기 위해서는 현재 상태(배출권 초과상황 vs 미달상황)의 영향을 배제할 필요가 있어 배출권의 현재 상황을 구분하지 않고 합산하여 초과보유를 선택한 비율이 50%를 초과하는지를 검증하는 방식으로 가설 3-1을 검증함

- 일반인의 경우 위탁경매가 도입되지 않은 상황에서는 유의했으며 (관측비율=647, $p=0.21$), 도입된 상황에서는 유의하지 않았음 (관측비율=597, $p=0.162$)
- 실무자실험에서는 유의하게 초과보유 선택비율이 50%를 초과하는 것으로 나타남(관측비율=622, $p=0.35$) 결과적으로 초과보유 선호 현상은 위탁경매가 없는 일반인 실험과 실무자 실험에서 유의하게 나타나 지지됨
- 가설 3-2에서는 일반인들의 경우 대비 배출권을 실제 거래하고 있는 실무자들에서 초과보유 선호 경향이 감소할 것이라고 추론함
 - 이를 검증하기 위해 위탁경매가 아닌 상황의 일반인 설문 결과와 실무자들의 설문결과를 이용하여 독립성검정(χ^2)을 수행한 결과, 일반인과 실무자들 사이에서 초과보유를 선호하는 비율이 다르며 유의하게 나타나지 않음(Pearson $\chi^2=101$, $p=0.751$) 따라서 가설 3-2는 기각된 것으로 판단
 - 한편 위탁경매가 도입되지 않은 상황 대비 위탁경매 도입 상황에서 초과보유 선호현상이 감소하는지 보기위해 일반인 실험에서 두 상황을 독립성검정(χ^2)을 통해 비교한 결과 역시 유의하지 않음(Pearson $\chi^2=349$, $p=0.555$)

□ 본 연구는 차익거래와 관련된 기업들의 행태에 집중함

- 위탁경매에서 기업들의 주된 유인은 할당 이후의 2차 시장(Secondary Market)에서의 가격과 위탁경매의 가격 간 차이를 이용하여 총비용을 최소화 하려는 차익거래의 추구에 있기 때문임
- 합리적 의사결정자를 가정하고 게임모형을 통해 위탁경매 상황에서의 균형을 도출하여 위탁경매가 의도된 기능들을 수행할 수 있을지를 분석함

1. 모형의 가정

□ 한계감축비용(Marginal Abatement Cost)

- 위탁경매 도입 여부와 무관하게 본 연구는 상이한 한계감축비용을 가지는 두 가지 유형의 기업들이 동수 존재하며, 전체 기업 수는 충분히 많아 개별 기업들은 시장 가격(P)에 영향을 미치지 못하는 경쟁적인 상황을 가정
- 각 기업의 한계감축비용은 다음과 같음

$$MAC(e_i) = 1 - \frac{1}{e_i^0} e_i \quad (1)$$

e_i^0 : 기업 i 의 배출량 규제가 존재하지 않던 상황에서의 초기 배출량

e_i : 기업 i 의 최종 배출량(=배출권 보유량)

초기배출량이 e_D^0 또는 e_S^0 ($e_D^0 > e_S^0$)

- 개별 기업이 배출량을 e_i^0 로 유지하면 한계감축비용이 0이 되며, 기말 배출량 e_i 를 그 이하로 줄이고자 하면 한계감축비용이 양의 값이 됨
- 각 기업들에게는 동일한 배출권량 ω ($\omega < (e_D^0 + e_S^0)/2$)이 할당되었다고 가정하며, 개별 기업들은 기말에 확보한 배출권에 해당하는 만큼 오

염물질을 배출함을 가정함

- 이 때 $w < (e_D^0 + e_S^0)/2$ 의 가정은 정책입안자는 배출권 거래 도입 이후 총 배출량이 감소하는 상황을 의도함을 반영한 것임

2 모형의 분석: 완전정보 모형

□ 위탁경매 없는 완전정보 모형

- 앞서의 가정 하에서 위탁경매 없이 기업들이 서로의 한계감축비용 정보를 가지고 있는 상황에서 거래할 경우 균형가격 및 균형 거래량을 도출
- 각 기업들은 배출과 관련하여 배출권 구매 비용(판매 매출)과 자체 감축에 따른 비용의 합을 최소화 하고자 하며, 각 기업의 비용함수와 정의된 총비용 하에서 비용 최소화 조건은 아래와 같이 정의됨

$$TC_i = P(e_i - \omega) + \int_{e_i}^{e_i^0} 1 - \frac{1}{e_i^0} e \, de \quad (2)$$

$$\frac{\partial TC_i}{\partial e_i} = P - 1 + \frac{e_i}{e_i^0} = 0 \rightarrow e_i = e_i^0(1 - P) \quad (3)$$

- 이제 두 유형 기업들의 수요의 합이 전체 할당량과 동일해지는 가격을 시장청산가격(균형가격)으로 정의하면 가격균형의 조건은 다음과 같음

$$(e_D^0 + e_S^0)(1 - P^*) = 2\omega \quad (4)$$

이로부터 균형가격 및 균형 배출량은 다음과 같음

$$P^* = 1 - \frac{2\omega}{(e_D^0 + e_S^0)}, \quad e_D^* = \frac{2\omega e_D^0}{(e_D^0 + e_S^0)} > \omega, \quad e_S^* = \frac{2\omega e_S^0}{(e_D^0 + e_S^0)} < \omega \quad (5)$$

- 결과적으로, 균형에서 초기 배출량이 높은(e_D^0) 기업은 배출권을 구매하며, 초기 배출량이 낮은(e_S^0) 기업은 배출권을 판매하게 됨 또한 할당량 ω 가 증가할수록 균형가격 P^* 가 감소하며, 각 기업들의 배출량이 증가함

- 또한 이 균형에서 개별 기업의 한계감축비용은 시장가격과 동일하며, 결과적으로 총배출량($\omega \times$ 기업수)이 주어진 상황에서 사회적 비용을 최소화 하는 배출권 배분이 달성됨

□ 완전정보 상황에서 위탁경매의 도입

- 1기를 위탁경매를 통한 거래로 정의하고 2기를 위탁경매 이후 최종 배출권 확보량을 결정하기 위한 시장거래로 정의하여 2기간 균형분석을 진행함

- 이를 위해 다음과 같이 변수들을 정의함

e_i^1 : 1기(위탁경매)에서 배출권 보유량

e_i^2 : 2기에서 배출권 보유량

= 실제 해당 연도의 최종 배출권 보유량 및 배출량

P^2 : 2기 가격

P^1 : 1기 가격

- 이상의 변수들에 기초하여 각 기업들의 비용함수를 정의하고, 2기 균형의 조건을 살펴보면 다음과 같음

$$TC_i = P^1(e_i^1 - \omega) + P^2(e_i^2 - e_i^1) + \int_{e_i^2}^{e_i^0} 1 - \frac{1}{e_i^0} e \, de, \quad (6)$$

$$\frac{\partial TC_i}{\partial e_i^2} = P^2 + \left[-1 + \frac{1}{e_i^0} e_i^2 \right] \rightarrow e_i^2 = (1 - P^2) e_i^0 \quad (7)$$

- 이 균형조건 하에서 추가로 두 유형 기업들의 수요의 합이 전체 할당량과 동일해지는 가격을 시장청산가격(균형가격)으로 정의하고 이를 가격균형조건($(e_D^0 + e_S^0)(1 - P^{2*}) = 2\omega$)으로 삼으면 다음의 2기 균형가격과 균형 배출량을 정의할 수 있음

$$P^{2*} = 1 - \frac{2\omega}{(e_D^0 + e_S^0)}, \quad e_D^{2*} = \frac{2\omega e_D^0}{(e_D^0 + e_S^0)} > \omega, \quad e_S^{2*} = \frac{2\omega e_S^0}{(e_D^0 + e_S^0)} < \omega \quad (8)$$

- 2기의 균형가격과 균형배출량을 살펴보면 위탁경매가 도입되지 않은 상황과 동일한 균형이 발생함을 알 수 있음
- 이제 2기의 균형가격과 균형 배출량을 식 (6)에서 정의된 비용함수에 대입하여 1기의 균형조건을 도출하면 다음과 같음

$$TC_i = P^1(e_i^1 - \omega) + P^{2*}(e_i^{2*} - e_i^1) + \int_{e_i^{2*}}^{e_i^0} 1 - \frac{1}{e_i^0} e \, de \quad (9)$$

$$\frac{\partial TC_i}{\partial e_i^1} = -P^1 + P^{2*} \quad (10)$$

- 참고로 식 (9)에서 e_i^{2*} 는 e_i^1 과 무관함. 정의된 균형식 (10)에 따르면 기업들은 P^1 이 2기에 예상되는 균형가격보다 작은 경우 모든 기업들이 e_i^1 를 가능한 증가시키려고 하며, 반대로 P^1 이 2기에 예상되는 균형가격보다 높은 경우 모든 기업들이 e_i^1 을 감소시키려고 할 것임 따라서 $P^1 \neq P^{2*}$ 에서는 균형이 발생할 수 없음 결국 1기의 균형가격은 P^{2*} 와 동일함
 - 한편 기업들은 $P^{1*} = P^{2*}$ 의 1기 균형가격 하에서 거래량을 조정하여도 총비용에 변화가 없음 따라서 모든 기업들의 수요량의 합계는 $\Sigma\omega$ 를 만족하는 어떤 수요량도 균형이 될 수 있음 그러나 현실적으로 기업들의 수요량 합계를 $\Sigma\omega$ 로 만족시키는 메커니즘을 별도로 상정하기 어려움
- 이상의 분석 결과를 살펴보면 1기의 위탁경매 상황에서 기업들의 거래 여부의 선택은 한계감축비용 함수에 근거한 최적 배출량의 선택과는 무관함
- 기업들은 P^1 와 P^{2*} 의 관계를 이용한 차익거래의 가능성만을 고려함
 - 위 분석은 완전정보를 가정하여 위탁경매의 가격발견 기능에 대해 논할 수 없음 현실적인 시사점 제공을 위해서는 불완전정보 모형을 분석해야함

3 모형의 분석: 불완전정보 모형

□ 위탁경매가 없는 불완전정보 상황

- 불완전정보 상황에서는 균형가격을 알지 못하기 때문에 기업들이 자신의 거래량을 가격의 함수로 제시한다고 가정함
 - 만약 가격이 주어진 경우 개별 기업은 한계감축 비용이 가격보다 높은 경우 배출권을 구매함으로써, 반대로 한계감축비용이 가격보다 낮은 경우 배출권을 판매함으로써 총비용을 낮출 수 있음
 - 따라서 개별 기업들은 한계감축비용이 가격과 같아지는 수준에서 배출량(배출권량)을 결정함 수요량 $e_i - \omega$ 를 x_i 라고 정의하면 식 (1)에서 정의된 한계감축비용을 이용하여 다음과 같은 개별 기업의 수요함수가 정의됨

$$e_i = e_i^0(1 - P), \quad (11)$$

$$x_i(P) = e_i^0(1 - P) - \omega \quad (12)$$

- 기업들이 위와 같은 수요함수를 제출할 경우 균형가격은 $x_D = -x_S$ 의 조건에 의해 구해지며, 시장청산가격과 거래량은 식 (8)과 동일해짐 이제 개별 기업들이 자신의 전략을 식 (12)와 달리 변화시킬 유인이 없음 따라서 불완전정보 상황에서 식 (8)의 가격과 거래량은 균형의 조건을 만족시킴

□ 위탁경매가 도입된 불완전정보 상황

- 위탁경매가 가격발견 기능을 수행할 수 있는지 평가하기 위해 1기에서는 2기의 균형가격을 알 수 없으며, 개별 기업들은 2기의 가격에 대한 예측을 분포의 형태로 가지는 상황을 고려함

- 불완전정보 상황에서도 2기에서 개별 기업들이 제출하는 수요함수는 앞서 위탁경매가 없는 상황에서 정의된 것과 같으며, 1기의 거래가격 및 거래량에 무관하게 결정됨
- 이런 상황에서 개별 기업들의 1기의 전략을 정의하기 위해 x_i^1 을 기업의 1기 수요량이라 정의하며 다음을 가정함

R_i : 개별 기업들의 위험추구성향(Risk-seeking propensity)으로 $0 \leq R_i$ 의 값을 갖는 확률분포함수 $f(R_i)$ 를 따른다 $f(R_i)$ 의 평균은 $\bar{R}$ 은 충분히 큰 값을 갖는다

$\hat{P}_i^2$: 개별 기업들의 P^{2*} 예측치로 $\hat{P}_i^2$ 는 P^{2*} 를 평균으로 하는 확률분포함수 $g(\hat{P}_i^2)$ 를 따른다 또한 $f(R_i)$ 와 $g(\hat{P}_i^2)$ 는 독립이다

- 기업들은 1기에 예측치 $\hat{P}_i^2$ 만 알고 있음 P^1 이 $\hat{P}_i^2$ 보다 높은 경우 기업들은 일정 수준을 구매할 유인이 있고, 낮은 경우에는 판매할 유인이 있음
- 기업의 위험추구성향을 반영한 구매량에 따른 전략(제출 수요함수)을 아래와 같이 정의함

$$x_i^1(P_1) = \omega + R_i(\hat{P}_i^2 - P_1) \quad (13)$$

- 이 수요함수는 $\hat{P}_i^2$ 가 P_1 보다 클수록(작을수록) 더 많이 구매(판매)하며, 역시 위험추구성향 R_i 가 클 때 더 많이 거래함을 의미함
- 위에서 정의된 수요함수에 따르면 1기의 시장청산가격은

$$\sum x_i^1(P_1) = \sum \omega \quad (14)$$

을 만족해야 하며, $E[x_i^1(P_1)]$ 는 아래와 같이 정리됨

$$E[x_i^1(P_1)] = E[\omega + R_i(\hat{P}_i^2 - P_1)] = \omega + E(R_i)[E(\hat{P}_i^2) - P_1] \quad (15)$$

- P_1 이 $E(\widehat{P}_i^2)$ 즉, P^{2*} 가 되면 시장이 청산됨
 - 기업 수가 충분히 많은 경쟁적이며, R 가 충분히 큰 상황의 가정은 개별 기업들이 자신의 수요함수를 조정하여 시장청산가격을 변화시킬 수 없음을 의미한 것임
 - 따라서 시장청산가격의 예측치가 P^{2*} 가 된다면 개별 기업들은 1기의 전략(제출 수요함수)을 추가로 변경시켜 위탁경매의 시장청산가격 P_1 과 P^{2*} 의 차이를 이용해 총비용을 감소시킬 유인을 갖지 않음
 - 따라서 식 (13)으로 정의된 수요함수는 균형의 조건을 만족시키며, 1기의 균형가격은 P^{2*} 와 같음 또한 개별 기업들은 평균적으로 ω 를 낙찰 받지만 자신의 위험추구성향과 $\widehat{P}_i^2$ 에 따라 ω 와는 다른 배출권량을 낙찰 받게 됨
- 결과적으로 위탁경매는 불완전정보 상황에서 가격발견 기능을 수행하며, 일정 정도 거래를 유발하여 거래 활성화에 기여함
- 그런데 만약 개별 기업들이 2기 가격을 적절히 예측할 수 없다면 위탁경매의 균형가격은 2기의 균형가격과 달라짐 실제 2기의 균형가격에 영향을 미치는 요인은 매우 다양함
 - 영향요인들로는 첫 번째, 경제 전반에 영향을 미치는 변수들로 경기 변동에 따른 경제 전반의 산출량 증감, 연료가격의 변동, 정부정책의 변경(잔여 배출권의 이월 가능성 등), 전력가격 변동, 기후 등(홍이슬, 2014)
 - 두 번째, 개별 기업들의 특수한 요인들로 개별 기업/산업의 산출량 변동, 생산기술, 오염물질 감축기술 등이 있음
 - 위탁경매의 가격은 개별 기업들의 2기 균형가격 예측의 집산에 의해 결정되며, 경제 전반에 영향을 미치는 변수들에 대한 개별 기업 차원의 예측 오류 및 개별 기업들의 특수한 요인들의 경우 집산 과정에서 상쇄되어 위탁경매의 균형가격에 체계적인 오류를 발생시키지 않을 것임

- 그러나 위탁경매 이후 경제에 영향을 미치는 변수들에 예측치 못한 변화가 생기면, 위탁경매의 균형가격과 2기 균형가격 간에 괴리 발생할 수 있음
- 따라서 본 연구의 분석은 위탁경매의 결과는 배출권 거래시장의 모든 참여자들의 2기 균형가격에 대한 예측을 집산한 결과를 보여주는 것으로써, 가격 예측에 대한 정보(기대치의 평균값) 전달 기능을 수행함을 의미하는 것으로 해석되어야 함
- 불완전정보 하의 위탁경매 균형분석에서는 개별 기업들의 위험추구성향 R_i 를 가정함
 - 기업들의 위험추구성향이 높으면 많은 기업들은 위탁경매에서 본래 할당받은 배출권과 다른 물량을 낙찰 받는 거래를 할 것임 따라서 기업들의 위험추구성향이 높을수록 위탁경매가 거래 활성화 기능에 기여하는 정도가 커질 것이라 예측함
 - 그런데 이런 위탁경매의 거래 활성화 기능은 가격발견 기능과 밀접한 관련성이 있음 가격발견 기능은 시장의 모든 기업들의 P^{2*} 의 예측치 $\widehat{P}_i^2$ 이 위탁경매의 시장청산가격에 반영될 때 의미가 있음
 - R_i 의 평균 $\overline{R}$ 가 상당히 낮아 많은 기업들이 P_1 에 민감하지 않게 반응한다면 많은 기업들의 2기 균형가격의 예측 $\widehat{P}_i^2$ 가 시장청산 P_1 에 큰 영향을 미치지 않게 될 것이며 가격발견기능이 효과적으로 작동하지 않을 것임

□ 부분 위탁경매가 도입된 불완전정보 상황

- 기업들이 할당받는 동일한 배출권량 ω' 은 이전의 배출권량 ω 보다 작아 지고($\omega = \omega' + q$, $\omega > q > 0$) 위탁경매를 통해 할당되는 총량은 기존 위탁경매와 동일하다고($\Sigma \omega$) 가정

- 이런 가정 하에서 모든 기업들의 비용함수와 2기의 배출권 수요함수는 앞서 식 (6) 및 (7)과 동일한 형태이되 w 가 w^l 로 대체

$$TC_i = P^1(e_i^1 - w^l) + P^2(e_i^2 - e_i^1) + \int_{e_i^2}^{e_i^0} 1 - \frac{1}{e_i^0} e \, de, \quad (16)$$

$$\frac{\partial TC_i}{\partial e_i^2} = P^2 + \left[-1 + \frac{1}{e_i^0} e_i^2 \right] \rightarrow e_i^2 = e_i^0(1 - P^2) \quad (17)$$

$$\text{- 또한 시장청산 조건은 } (e_D^0 + e_S^0)(1 - P^{2*}) = 2\omega \quad (18)$$

으로 이전의 위탁경매 상황과 동일하게 주어짐

- 결과적으로 부분 위탁경매 상황에서 2기 균형가격은 앞서 식 (8)과 동일하게 아래와 같이 결정되어, 부분 위탁경매 하에서도 효율적인 배출권 배분이 실현됨

$$P^{2*} = 1 - \frac{2\omega}{(e_D^0 + e_S^0)}, \quad e_D^{2*} = \frac{2\omega e_D^0}{(e_D^0 + e_S^0)} > \omega, \quad e_S^{2*} = \frac{2\omega e_S^0}{(e_D^0 + e_S^0)} < \omega \quad (19)$$

- 1기 부분 위탁경매에서 개별 기업들의 최적 행동도 위탁경매 상황과 동일하게 1기에서 P_1 이 2기의 예측 균형가격 $\widehat{P}_i^2$ 보다 낮으면 기존 할당량보다 더 많은 구매를 시도하고, $\widehat{P}_i^2$ 보다 높으면 할당량보다 적게 구매 시도

- 따라서 1기 부분 위탁경매의 균형에서도 각 기업들의 전략(제출 수요함수)을 식 (13)과 유사하게 $x_i^1(P_1) = \omega^l + R_i(\widehat{P}_i^2 - P_1)$ (20)

로 정해 보면 $E[x_i^1(P_1)]$ 은 식 (15)의 전개와 유사하게 아래와 같이 나타남

$$E[x_i^1(P_1)] = E[\omega^l + R_i(\widehat{P}_i^2 - P_1)] = \omega^l + E(R_i)[E(\widehat{P}_i^2) - P_1] \quad (21)$$

- 만약 P_1 이 $E(\widehat{P}_i^2) = P^{2*}$ 라면 시장의 총수요는 $\Sigma x_i^1(P_1) = \Sigma \omega^l < \Sigma \omega$ 가 되며 초과 공급이 나타나게 됨

- 모든 기업들이 식 (20)의 수요함수를 제출한다면 시장청산 P^1 는 P^{2*} 보다 낮게 나타나며, 기업들은 수요량을 증가시킴으로써 총비용을 감소시킬 수 있음 결국 식 (20)으로 정의되는 수요함수는 균형조건을 만족시킬 수 없음
- 기업들의 전략 즉, 수요함수를 불확실한 상황에서의 위탁경매의 식 (13)과 동일하게 아래와 같이 조정

$$x_i^1(P_1) = \omega_i + q + R_i(\widehat{P}_i^2 - P_1) = \omega_i + R_i(\widehat{P}_i^2 - P_1) \quad (22)$$

- 이 수요함수는 모든 기업들이 식 (19)와 같이 제출할 경우 1기의 시장청산 가격이 P^{2*} 보다 낮게 나타남을 고려하여 수요량을 증가시키는 상향조정을 반영한 것 이 경우 $E[x_i^1(P_1)]$ 는 식 (15)와 동일하게

$$E[x_i^1(P_1)] = E[\omega_i + R_i(\widehat{P}_i^2 - P_1)] = \omega_i + E(R_i)[E(\widehat{P}_i^2) - P_1] \quad (23)$$

로 나타나 1기의 시장청산조건이 $P^1 = E(\widehat{P}_i^2) = P^{2*}$ 로 나타남

- 정리하자면, 부분 위탁경매에서 초기 할당 배출권량이 총 배출권량보다 작음으로 인해 개별 기업들이 위탁경매 상황 대비 $q = w - w^1$ 만큼의 물량에 대해 추가 지출을 할 뿐 균형의 기본적인 속성에는 차이가 없음

□ 살펴본 모형분석에 대한 내용정리는 다음과 같음

- 정리 1 완전정보 상황에서 2기의 균형가격과 균형 배출량은 위탁경매의 도입 여부와 무관하게 결정됨
- 정리 2 완전정보 상황에서 1기(위탁경매)의 균형가격은 2기와 동일함
- 정리 3 위탁경매가 없는 불완전정보 상황에서 균형가격과 균형 거래량은 완전정보 상황과 동일함

- 정리 4 불완전정보 상황에서 1기 부분 위탁경매 균형가격은 2기의 균형가격의 기댓값이 됨 균형에서 기업들의 낙찰 배출권량의 평균은 초기 할당량(w^1) 대비 증가하며(w), 개별 기업의 낙찰 배출권량은 위험추구성향과 2기 균형가격 예측에 따라 달라짐

V 종합 및 결론

1. 종합 및 정책적 시사점

- 적절한 배출권거래 수준을 특정하기는 어렵지만, 배출권거래제도 본연의 기능을 위해서는 현재보다는 거래가 활성화되어야 함
 - 적절한 배출권거래 수준에 대한 명확한 기준은 없지만, 제2기 및 제3기에서의 실질적이며 효율적인 온실가스 감축을 위해서는 현재보다 배출권 거래는 활성화되어야 함
 - 배출권거래시장에서 유동성 공급과 가격 발견이라는 두 가지 기능을 제공할 수 있어야 하지만, 국내 배출권거래시장은 아직 충분한 유동성을 제공하지 못하고 있고 가격 발견 기능도 제한적임
- 국내 현황 및 정책적 시사점
 - 배출권 참여기업들에 대한 설문조사 결과, 아직까지는 기업들이 배출권 거래제의 필요성은 인정하지만 거래량 제한이라는 규제를 부정적으로 인식함
 - 본 연구는 국내의 상황에 비추어 본 위탁경매 도입 시 효용을 세 가지로 정리해봄

- 첫째, 가격발견 기능이 존재하지만 단발적이라는 한계가 있음
 - 현재 국내 제도상 제2차 계획기간부터 3% 이내로 경매가 도입될 예정이고, 정부보유분도 경매로 시장에 공급 예정임. 이러한 경매는 초기 위탁경매에 비해 참여자가 다소 적을 수는 있지만, 여러 번에 나누어 시행되면 유효기간이 존재하는 위탁경매의 한계를 극복할 수 있는 장점도 존재함
 - 위탁경매와 현재 도입 예정인 경매를 결합하여 적용하는 것도 고려될 수는 있으나, 위탁경매의 가격발견 기능에 대한 효용은 경매 제도가 일부라도 존재할 경우에는 다소 약화될 수 있을 것임
- 둘째, 최소한 본 연구의 행동경제학적 실험 결과는 인지적 편향을 감소시킨다는 근거는 없는 것으로 나타남
 - 하지만, 위탁경매를 도입한다면 Burtraw and McCormack(2017)이 언급한 것처럼 경매 및 배출권거래에 대한 기업의 관심이 증대되고, 배출권거래와 관련된 기업의 의사결정이 조금 더 합리적으로 개선될 가능성은 있음
- 셋째, 온실가스 감축비용 전가로 인해 부정적 영향을 받게 되는 소비자 보호기능을 위탁경매 수익을 활용하여 기대할 수 있을 것인가에 대해서는 부정적임
 - 아직까지 국내 전력가격은 규제를 받고 있어서 온실가스 감축비용이 소비자에게 단기적·직접적으로 전가되지는 않음. 전력가격이 배출권가격이나 온실가스 감축비용을 반영하게 될 때에는 고려해 볼만한 사항임

□ 결론적으로 현재 국내 배출권거래제의 여러 구성 요소들을 잘 활용하면 위탁경매가 가진 장점의 일부를 대체할 수 있을 것으로 사료됨

- 가격발견 기능은 제2차 계획기간부터 도입되는 경매제도나 정부 보유량 경매를 통해 주기적으로 실현할 수 있을 것으로 사료됨

- 위탁경매의 수익을 취약 부문 지원에 활용한다는 측면에서 위탁경매를 고려할 수도 있지만, 이는 앞으로 국내에서 도입될 경매제도의 수익을 어떻게 활용할 것인지에 대한 고민을 통해 해결할 수 있는 문제임
- 즉, 배출권거래나 경매에 대한 관심을 획기적으로 증대할 필요성이 있지 않는 한 위탁경매의 도입은 당분간 유보하는 것이 적절함

2. 결론 및 향후 연구방향

- 국내 배출권거래제의 현재 확정된 요소들을 잘 활용하면 위탁경매 효용의 일부를 대체할 수 있기에 도입을 당분간 유보하는 것이 적절함
 - 본 연구는 국내 배출권거래 관련해서 인지적 편향이 존재한다는 점, 기업의 인지적 편향이 일반인보다 크다는 점, 위탁경매의 가격발견 기능은 유효기간이 존재한다는 점 등을 발견함
- 세 가지 측면에서의 향후 연구방향 제시
 - 제1차 계획기간에 배출권거래제도를 통해 실제로 온실가스 감축이 발생하였는지와 효율적으로 감축하였는지에 대한 연구가 필요함
 - 기업 인터뷰, 설문조사, 행동경제학적 실험을 통해 배출권거래와 관련된 인지적 편향이 있음을 확인함 이러한 인지적 편향을 완화할 수 있는 방안에 대한 연구가 꾸준히 필요함
 - 경매 수입의 활용처에 대한 연구가 필요함

〈 참고자료 〉

1 참고문헌

- 관계부처 합동, 『배출권 거래시장 안정화 방안, 경제관계장관회의』 17-6, 2017
- 기획재정부, 『배출권거래제 기본계획(안)』, 2014
- 김길환·심성희, 『우리나라 온실가스 배출권거래제 진단과 개선방안』, 에너지경제연구원 수시연구보고서, 1-96, 2017
- 온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률 시행령(약칭: 배출권거래법 시행령) 제36조 제2항
- 한국거래소, 『KRX 배출권 거래 시장 현황』, 2016
- 환경부, 『온실가스 배출권거래제 제2차 계획기간 국가 배출권 할당계획』, 2018
- 환경부 온실가스종합정보센터, 『제1·2차 이행연도 배출권거래제 이행결과보고서』, 2018
- 디지털타임즈, 『정부 “온실가스 차입한도 확대”...업계 “임시방편”』, 20160502, 접속일: 2018년 10월 30일
- http://www.dtcokr/contentshtml?article_no=2016052002109932814003
- Assembly Bill No 32, the California Global Warming Solutions Act of 2006, 접속일: 2018년 10월 26일
- http://www.leginfo.ca.gov/pub/05-06/bill/asm/ab_0001-0050/ab_32_bill_20060927_chaptered.pdf
- California Carbon Dashboard, 2018, 접속일: 2018년 10월 31일
- California Code of Regulations, Title 17 Subchapter 10 Article 5, California Cap on Greenhouse Gas Emissions and Market-Based Compliance Mechanisms, 접속일: 2018년 10월 26일
- <http://ccroal.ca.gov/linked/slice/default.asp?SP=CCR-1000&Action=Welcome>
- CARB, 『Archived Auction Information and Results』, 2018c, 접속일: 2018년 10월 31일
- https://www.arb.ca.gov/cc/capandtrade/auction/auction_archive.htm
- European Commission, 『The EU Emissions Trading System』, 2016, 접속일: 2018년 10월 31일
- https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/factsheet_ets_en.pdf
- Horowitz, John K and McConnell, Kenneth E (2002) A Review of WTA/WTP

Studies Journal of Environmental Economics and Management, 44(3), 426-47

Kahneman, D, JL Knetsch, and RH Thaler (1991) Anomalies: The Endowment Effect, Loss Aversion, and Status Quo Bias Journal of Economic Perspectives, 5(1), 193-206

Kreutzer, J (2006) Cap and trade: a behavioral analysis of the sulfur dioxide emissions market NYU Ann Surv Am L, 62, 125

List, John A (2003) Does market experience eliminate market anomalies? The Quarterly Journal of Economics, 118(1), 41-71

Plott, Charles R, and Kathryn Zeiler (2005) The willingness to pay-willingness to accept gap, the “Endowment Effect,” subject misconceptions and experimental procedures for eliciting valuations, American Economic Review, 95(3), 530-545

(2011) The Willingness to Pay—Willingness to Accept Gap, the “Endowment Effect,” Subject Misconceptions, and Experimental Procedures for Eliciting Valuations: Reply, American Economic Review, 101(2), 1012-1028

정책 이슈페이퍼 19-07

배출권거래시장 활성화를 위한 위탁경매 활용가능성 연구

2019년 4월 29일 인쇄

2019년 4월 30일 발행

저 자 안 영 환

발행인 조 용 성

발행처 에너지경제연구원

44543 울산광역시 중가로 405-11

전화: (052)714-2114(代) 팩시밀리: (052)-714-2028

등 록 1992년 12월 7일 제7호

인 쇄 디자인 범신 (042)226-8737

KEEI ISSUE PAPER



에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute

울산광역시 중구 중가로 405-11 | TEL: 052) 714-2114 | <http://www.keei.re.kr>