

# 환경경제학

Lecture - 7

Seungho Jeon

# Chapter 8

## 배출권거래제

排放权交易制度



# **Section 1. 배출권거래제의 실행원리와 효율성**



## :: 배출권거래제

### 배출권거래제

- 정부가 오염원 전체의 목표배출량을 정하고, 각 오염원들에게 배출할 수 있는 상한(배출권)을 결정해준다. 각 오염원은 배출권시장을 통해 자신이 소유한 배출권을 서로 사고 팔 수 있다.
  - ✓ 배출할 수 있는 기간, 배출량, 오염물질의 종류는 명시되어 있다. 다만 그 배출권의 가격은 배출권시장에서 결정된다.
  - ✓ 개별 오염원은 자신이 원하는 만큼의 오염물질을 배출하려면, 그 배출량만큼의 배출권을 소유하고 있어야 한다.
    - 현재 소유한 배출권리가 현재 원하는 배출량보다 적으면 배출권을 구매해야 한다.
    - 현재 소유한 배출권리가 현재 원하는 배출량보다 많으면 배출권을 매도할 수 있다.

### 배출권거래제 vs. 직접규제(배출기준)

- 정부가 오염원들에게 목표배출량을 정해준다는 측면에서 Ch.6에서 배운 배출 기준을 활용한 직접규제와 동일하다. 하지만 근본적인 차이는 각 오염원이 자신이 소유한 배출권리를 서로 사고 팔 수 있다는 점에 있다.

### 배출권거래제 vs. 배출부과금제

- Ch.7에서 배운 배출부과금제는 조세라는 가격변수를 변화시켜 배출량을 조절하는데 반해, 배출권거래제는 배출량을 직접 조절하는 정책이다.



## : (동질적 오염) 배출량기준 거래제

### 동질적 오염물질 vs. 이질적 오염물질

- Ch.7에서 배출부과금의 비용효과성을 달성하기 위해서는 오염물질이 동질적인지 혹은 이질적인지에 따라 배출부과금제도의 시행방식이 달라져야 한다는 것을 배웠다. 마찬가지로 배출권거래제에서도 동질적, 이질적 오염물질을 구분하여 정책을 시행하는 것이 필요하다.

### 배출권기준 거래제: 동질적 오염에 대한 적용

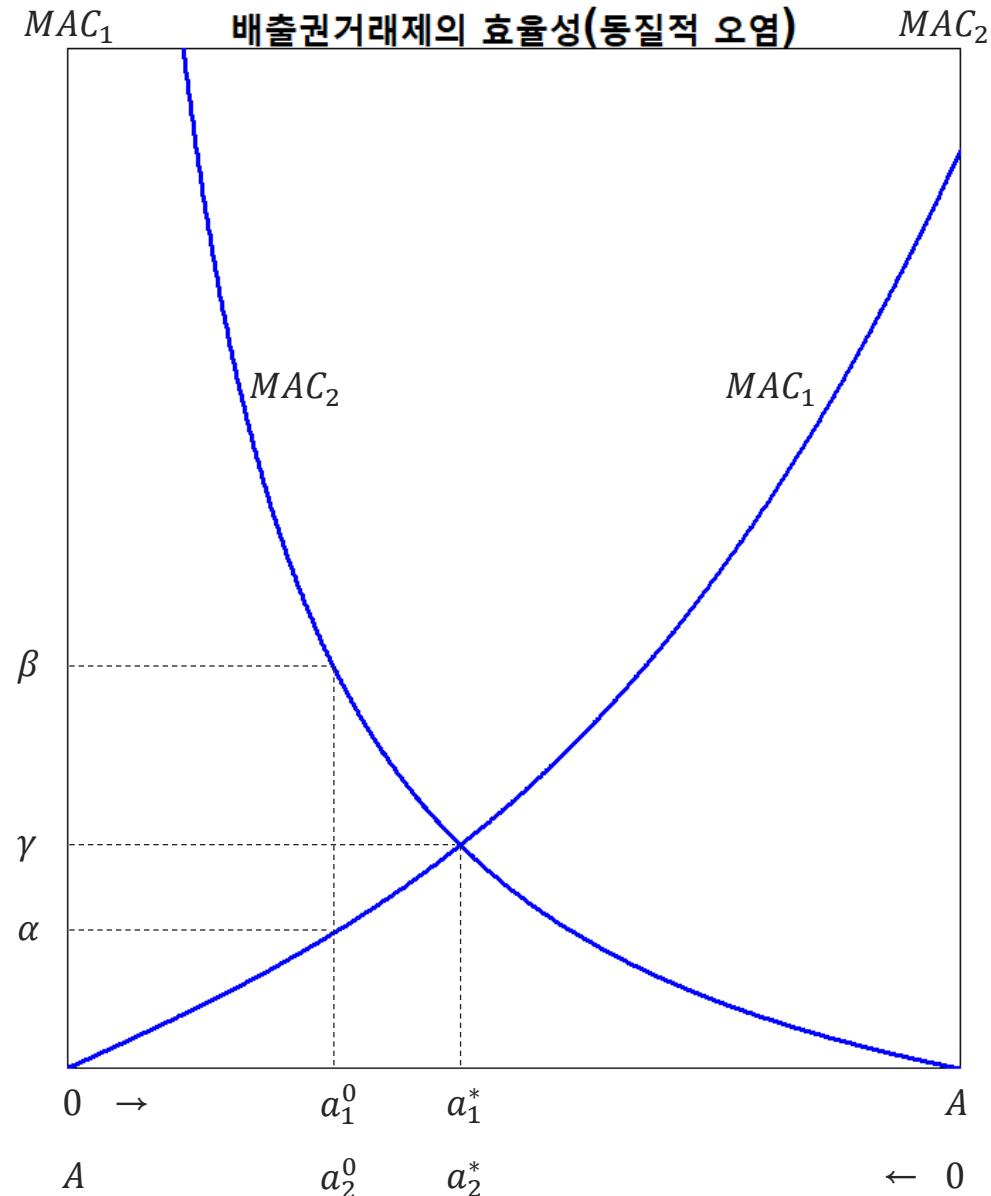
- 오염원이 참여하는 시장이 단 하나 존재하고, 오염원이 갖고 있는 모든 배출권은 동일한 가격으로 1:1로 거래가 된다.
  - ✓ 예를 들어 A라는 오염원이 B라는 오염원이 가지고 있는 이산화탄소 10톤에 대한 배출권을 구입하였다면, A는 10톤의 이산화탄소를 추가로 더 배출할 수 있고, B는 반대로 10톤의 배출을 줄여야 한다.
  - ✓ A와 B사이의 거래가격인 20만원/10톤은 배출권시장에 참여하는 다른 모든 거래에서도 동일하게 형성될 것이다. 왜냐하면 B보다 더 낮은 가격을 제시하는 오염원이 있으면, A는 그 오염원으로부터 구입할 것이기 때문이다.
- 정부는 이 제도를 시행하기 위해서 개별 오염원에 관한 많은 정보를 필요로 하지 않는다.
  - ✓ 정부의 목표 저감량이 있으면, 정부는 현재의 전체 배출량에서 목표 저감량을 빼준 만큼의 배출권을 오염원에게 무상이나 경매 등을 통해 분배하면 된다.
  - ✓ 배출권의 시장가격은 오염원 간의 거래에 의해 결정되고, 이는 비용효과성을 총족시킨다.

# : (동질적 오염) 배출량기준 거래제

## 배출권기준 거래제: 동질적 오염에 대한 적용

- 오른쪽은 오염원1과 오염원2의 한계저감비용 곡선을 나타내고 있다
  - ✓ (오염원1) 좌하단을 원점으로 하고, 저감량이 오른쪽으로 증가하고, 한계저감비용곡선은  $MAC_1$ 이고,  $MAC_1$ 의 값은 왼쪽 y축에 대응한다
  - ✓ (오염원2) 우하단을 원점으로 하고, 저감량이 왼쪽으로 증가하고, 한계저감비용곡선은  $MAC_2$ 이고,  $MAC_2$ 의 값은 오른쪽 y축에 대응한다
- 환경정책이 도입되기 전의 오염원1과 2의 배출이 각각  $e_1^0, e_2^0$ 라 하자.
- 정부는 이 지역에서  $A$ 만큼의 오염물질을 저감하고자 한다.
  - ✓ 즉 정부는  $e_1^0 + e_2^0 - A$ 만큼의 오염물질이 이 지역에서 배출되어야 한다고 생각한다.
  - ✓ 정부가 나름의 기준을 토대로 오염원 1과 2에게 각각  $r_1^0, r_2^0$  만큼의 배출권을 분배했다고 하자. 즉  $r_1^0 + r_2^0 = e_1^0 + e_2^0 - A$

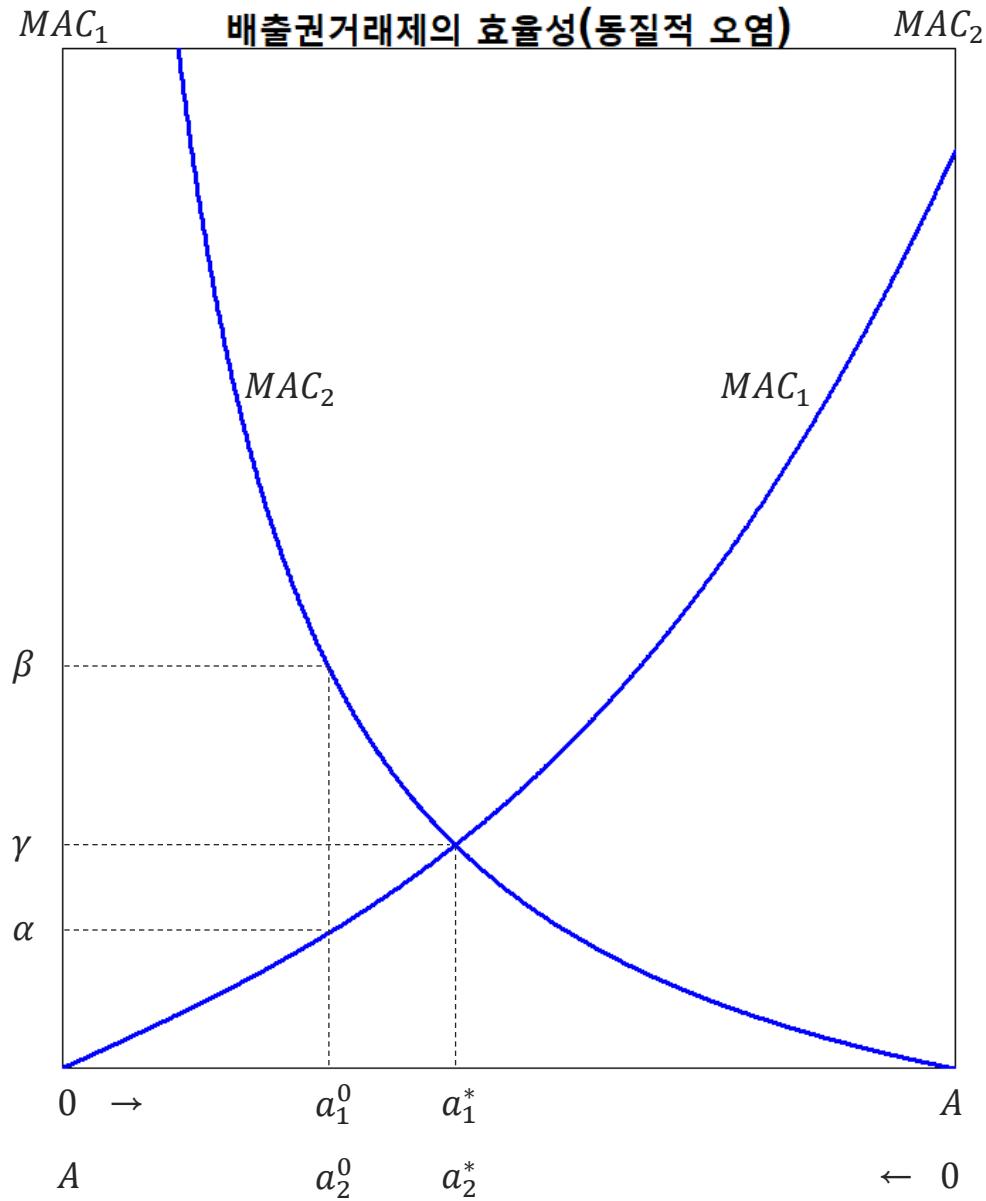
뒷장에 이어 계속



# : (동질적 오염) 배출량기준 거래제

## 배출권기준 거래제: 동질적 오염에 대한 적용

- 그러면 두 오염원의 거래제 시행 시점의 저감량은 각각  $a_1^0 (= e_1^0 - r_1^0)$ 와  $a_2^0 (= e_2^0 - r_2^0)$ 이다.
  - ✓ 이 때  $MAC_1(a_1^0) = \alpha < MAC_2(a_2^0) = \beta$ 가 되어, 오염원2의 한계저감비용이 오염원1의 한계저감비용보다 크다는 것을 알 수 있다.
- 이 상태에서 배출권 시장이 형성되고, 오염원2가  $\beta$ 와  $\alpha$  사이의 가격으로 오염원1로부터 배출권을 구입할 것을 제안했다고 해보자.
  - ✓ 오염원2은 배출권 구입을 위해 제시한 가격이 자신의 한계저감비용인  $\beta$ 보다 작기 때문에 오염원2는 이득을 본다.
    - 배출권을 구입해서 배출을 더 늘려 이득을 본다.
  - ✓ 오염원1은 오염원2가 제시한 배출권 가격이 자신의 한계저감비용인  $\alpha$ 보다 높기 때문에 오염원1도 이득을 본다.
    - 배출권을 판매하고, 배출을 직접 줄여 이득을 본다.
- 위 거래는 두 오염원의 한계저감비용이 일치하는  $a_1^*$ 과  $a_2^*$  ( $= A - a_1^*$ )가 될 때까지 거래가 이루어진다.
  - ✓ 결국 두 오염원의 한계저감비용은 배출권의 시장가격  $\gamma$ 과 같아진다





## : [0] 질적 오염] 오염도기준 거래제

### 오염도기준 거래제: 이질적 오염에 대한 적용

- Ch.7에서는 오염원들이 배출하는 오염물질이 이질적이라면 효율적인 배출부과금은 오염원별로 달라야 하고, 각 오염원의 배출량이 피해지역에 유발하는 오염도를 반영해야함을 배웠다.
- 이는 배출권거래제에서도 마찬가지로, 각 오염원이 보유한 배출권의 1:1 거래를 허용하면 배출권거래제는 비용효과성을 충족할 수 없다.
  - ✓ 두 오염원이 피해지역 오염도에 영향을 미치고 있다. 오염원1은 오염원2에 비해 멀리 떨어져 있어 같은 양의 오염물을 배출하여도 오염원2에 비해 피해를 유발하는 정도가 작다고 하자.
  - ✓ 이 상황에서 정부가 목표 오염도를 정한 뒤, 이를 달성하는 전체 배출량을 산정해 오염원별로 나누어 주고 배출량기준 거래제를 시행한다고 해보자.
  - ✓ 만약 오염원2가 오염원1로부터 배출권을 구입하게 되면, 전체 배출량은 여전히 정부가 배포한 양과 같겠지만, 그 가운데 오염원 2가 차지하는 비중이 더 커진다.
  - ✓ 따라서 피해지역의 오염도는 정부가 당초 목표했던 오염도를 넘어서게 되어 정책목표를 달성할 수 없다

## : [01] 질적 오염] 오염도기준 거래제

### 오염도기준 거래제: 이질적 오염에 대한 적용

- 따라서 오염물질이 이질적일 때에도 목표 오염도를 최소 비용으로 달성하기 위해서는 정책구조가 달라져야 하고, 이때 적용될 수 있는 정책이 오염도기준 거래제이다.
- 오염도 기준 거래제는 각 오염원의 배출권을 배출량이 아닌 각 오염원이 유발하는 오염도에 기초하여 부여 한다.
  - ✓ 배출권은 오염물질의 배출량 자체가 아니라 각 오염원이 피해지역에 축적할 수 있는 오염물질의 양을 기준으로 설정된다.
  - ✓ 배출권이 오염도를 기준으로 설정되면 피해지역에 축적되는 오염물질의 양이 일정하게 고정되므로 배출량기준 거래제에서 처럼 오염도가 배출권이 거래될 때마다 달라지는 문제가 발생하지 않는다.
- 예를 들어, 오염원 1의 전이계수는 0.5이고 (배출량의 절반만이 피해지역에 축적), 오염원 2의 전이계수는 1 (배출량 전체가 피해지역에 축적)이라고 하자.
  - ✓ 오염원2가 오염원1로부터 배출권을 한 단위 구입하면, 오염원2는 자신의 배출량을 한 단위 늘릴 수 있다.
  - ✓ 반대로 오염원 1이 오염원2의 배출권을 한 단위 구입하면, 오염원1은 배출량을 두 단위 늘릴 수 있다.
- 이런 식으로, 오염도를 기준으로 배출권을 부여하면 오염도를 기준으로 한 배출권의 가격은 모든 오염원에게 동일하지만 배출량 측면에서 볼 때는 한 단위의 배출량을 늘리기 위해 지불해야 되는 비용이 각 오염원의 전이계수와 비례하게 되고, 따라서 효율성조건이 충족되게 된다.



## : [01] 질적 오염] 오염도기준 거래제

### 오염도기준 거래제: 이질적 오염에 대한 적용

- 앞선 예에서와 같이 오염도기준 거래제도 비용효과성을 달성할 수 있지만, 현실에서는 완전한 의미의 오염도기준 거래제를 실행하는 것은 불가능하다. 실제로도 모든 배출권거래제는 배출량기준 거래제 형식을 취하고 있다.
  - ✓ 오염도기준 거래제를 실행하기 위해서는 각 오염원의 전이계수를 알고 있어야 하나 매우 어려운 일이다.
  - ✓ 또 오염원들이 여러 지역에 오염피해를 주는 경우 문제가 복잡해진다.
- 아래 표와 같이 두 오염원이 있고, 피해가 발생하는 지역도 두 군데일 경우의 문제를 살펴보자.
  - ✓ 피해지역 1을 기준으로, 두 오염원의 전이계수 비율은 0.5:1 이지만 피해지역 2 기준으로는 0.1:0.5가 되므로, 정부는 피해지역별로 개별적으로 독립된 오염도기준 배출권시장을 설립하여야 한다.
    - 오염원 2가 배출량을 한 단위 늘리려고 하면, 피해지역1의 배출권시장에서 오염원 1로부터 1단위 오염도기준 배출권을 구입해야 하고, 피해지역 2의 배출권 시장에서는 0.5단위의 오염도기준 배출권을 구입해야 한다.
  - ✓ 이렇게 피해지역 수만큼의 배출권시장이 형성되면, 각 피해지역의 목표 오염도는 정부가 원하는 수준에서 유지할 수 있다. 하지만 실질적으로 수많은 배출권시장을 운영하기 위해서는 엄청난 거래비용을 부담하여야 한다.

| 오염원 \ 피해지역 | 피해지역 1 | 피해지역 2 |
|------------|--------|--------|
| 오염원 1      | 0.5    | 0.1    |
| 오염원 2      | 1      | 0.5    |

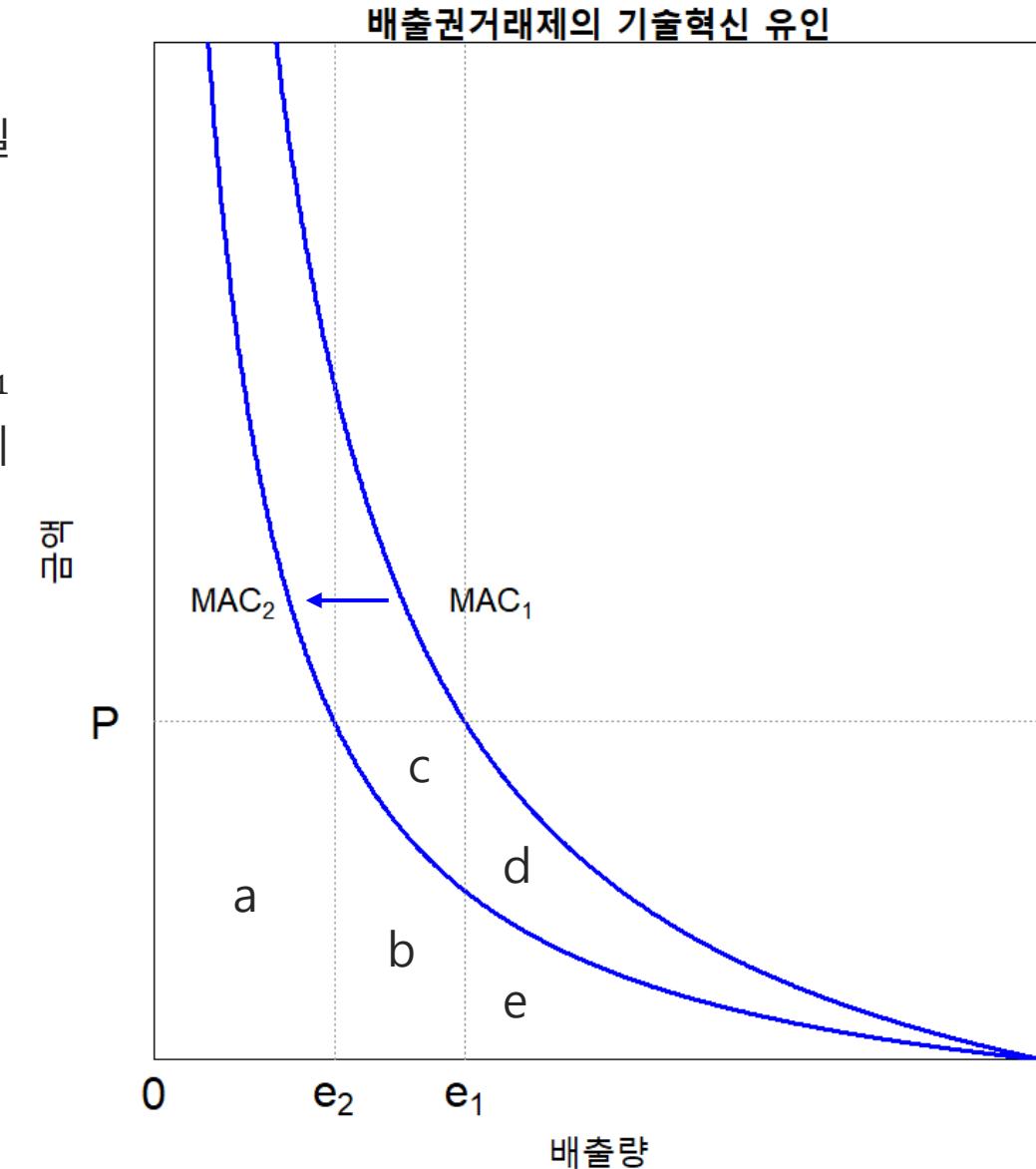
## 온실가스의 종류

- 온실가스는 온실효과를 발생시키는 여러 가스 종류를 의미한다.
  - ✓ 온실가스별로 동일한 1톤 배출이라도 지구온난화에 미치는 영향 및 특성이 모두 다르다.
    - 예컨대, 메탄은 대기에 체류하는 기간은 짧지만 복사강제력이 매우 강하다.
    - 육불화황은 수천 년 동안 분해되지 않고, 복사강제력 또한 매우 강하다.
- GWP (Global Warming Potential)라는 계수를 만들어서, 서로 다른 온실가스를 하나의 단위로 환산하여 탄소세(배출부과금의 일종), 배출권 거래제 등에서 동질적 오염물질로 다룰 수 있도록 하고 있다.
  - ✓ 이질적 오염물질을 인위적으로 동질화한 특수한 오염도기준 거래제라고 할 수 있다.

| 온실가스의 종류                       | 설명                               | GWP     |
|--------------------------------|----------------------------------|---------|
| 이산화탄소 ( $\text{CO}_2$ )        | 가장 대표적인 온실가스로 화석연료의 연소에서 대량으로 배출 | 1       |
| 메탄 ( $\text{CH}_4$ )           | 가축의 소화과정, 쓰레기 매립지 등에서 배출         | 28      |
| 아산화질소 ( $\text{N}_2\text{O}$ ) | 농업용 비료, 가축 배설물, 폐수처리 등에서 발생      | 273     |
| 수소불화탄소 (HFCs)                  | 냉장고, 에어컨의 냉매에서 사용되는 인공가스         | ~1,430  |
| 과불화탄소 (PFCs)                   | 전자산업 및 반도체 생산에 사용                | ~12,400 |
| 육불화황 ( $\text{SF}_6$ )         | 전력 절연가스, 변압기에 사용                 | 23,500  |
| 질소삼불화물 ( $\text{NF}_3$ )       | 반도체, 디스플레이 제조과정에서 발생             | 17,400  |

## :: 배출권거래제의 기술혁신 유인

- Ch.7에서 배출부과금제는 직접규제에 비해 더 큰 기술혁신 유인을 제공한다고 배웠다. 마찬가지로 배출권거래제 또한 배출부과금제와 동일한 정도의 기술혁신 유인을 제공한다.
  - ✓ 오른쪽 그림에서 배출권 시장가격은  $P$ 이다.
  - ✓ 오염원은 배출권 시장가격과 한계저감 비용( $MAC_1$ )이 일치하는  $e_1$ 의 배출량을 선택하고, 이때 저감비용은  $d+e$ 이고, 배출권 구입비용이  $a+b+c$ 이다. 따라서 총 비용은  $a+b+c+d+e$ 이다.
  - ✓ 기술혁신으로 인해 저감비용이  $MAC_2$ 로 하락하였고, 배출권시장이 완전경쟁적이어서 배출권의 시장가격은 변하지 않는다고 하자.
  - ✓ 기술혁신 후에는 오염원이  $e_2$ 의 배출량을 선택하고, 저감비용은  $b+e$ 이 된다. 한편 배출량을  $e_1$ 에서  $e_2$ 로 줄인 덕분에 불필요해진 배출권을 시장에 팔아  $b+c$ 만큼의 수입이 생긴다. 다시 말하면 저감비용의 변화는  $d-b$ , 배출권구입비용의 변화는  $b+c$ 이므로, 총 변화는  $c+d$ 이다. 따라서  $c+d$ 만큼의 기술혁신 이득이 생긴다



# :: 배출권거래제의 기술혁신 유인

- 배출권거래제의 비용은 1)저감비용과 2)배출권구입 비용의 합이다.
- 위 사실을 토대로 기술혁신 유인의 이득을 계산하는 방법은 두 가지가 있다.

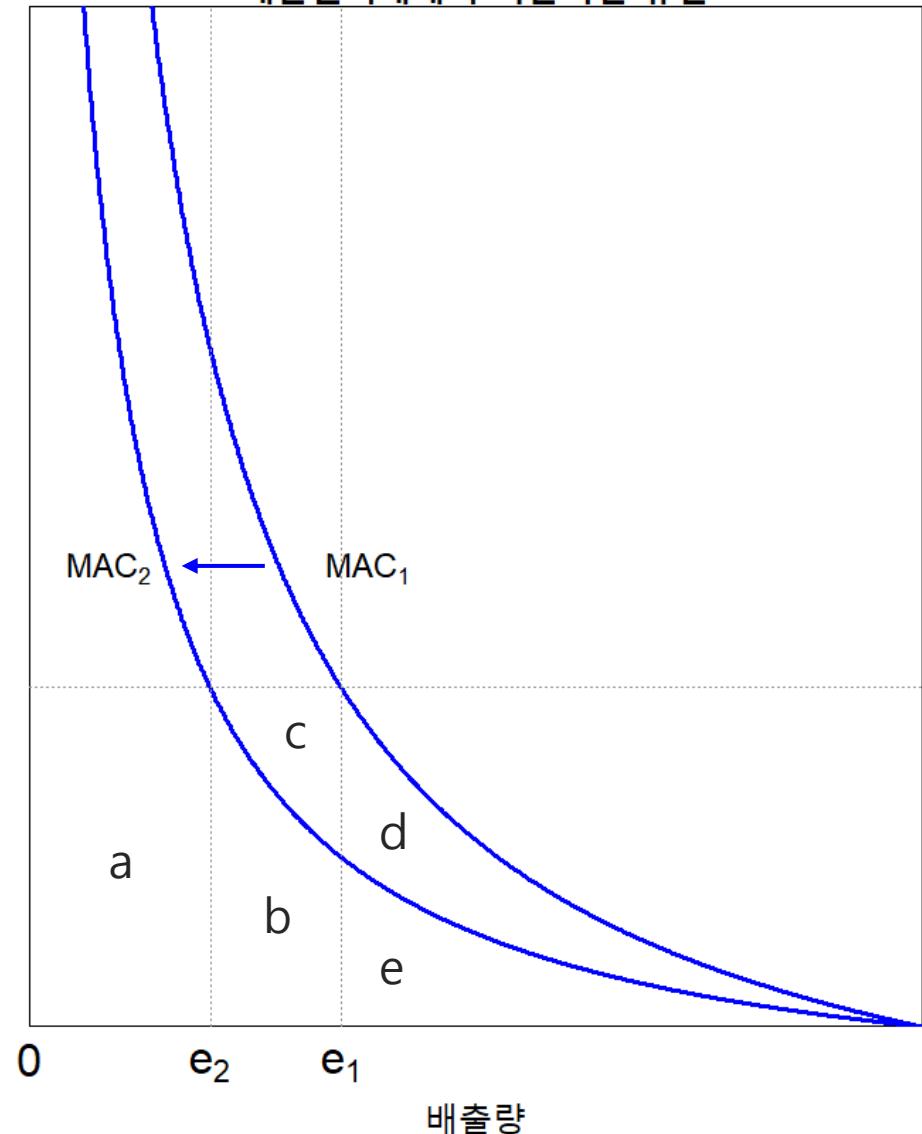
(1) 기술혁신 유인의 이득= 기술혁신 없을 때 비용 – 기술혁신 있을 때 비용

- ✓ 기술혁신 없을 때 저감비용:  $d+e$
- ✓ 기술혁신 없을 때 배출권 구입비용:  $a+b+c$
- ✓ 기술혁신 있을 때 저감비용:  $b+e$
- ✓ 기술혁신 있을 때 배출권 구입비용:  $a$
- ✓ 따라서 기술혁신 유인의 이득은  $(d+e+a+b+c) - (b+e+a) = c+d$ 이므로  $c+d$ 와 같다.

(2) 기술혁신 유인의 이득= 저감비용의 변화 + 배출권구입 비용의 변화

- ✓ 저감비용은 기술혁신이 생김으로 인해  $d-b$ 만큼 감소
- ✓ 배출권 구입비용은 기술혁신이 생김으로 인해  $b+c$ 만큼 감소
- ✓ 따라서 기술혁신 유인의 이득은  $(d-b)+(b+c) = c+d$ 이므로  $c+d$ 와 같다.

배출권거래제의 기술혁신 유인



## **Section 2. 배출권거래제의 구체적 실행 방안**



## :: 배출권거래제의 구체적 실행 방안

- 배출권거래제는 이론적으로 단기적인 비용효과성과 장기적인 기술혁신 유인을 모두 가지고 있고, 또 동시에 규제당국과 오염원이 자주 접촉할 필요도 없는 규제제도이다.
- 그러나 이 제도는 배출권시장이라는 새로운 시장을 만들고 운영하기 때문에 다른 제도에는 나타나지 않는 장애 요인이 존재한다.
  - ✓ 오염물질의 이질성으로 인한 문제
  - ✓ 배출권거래의 동태적 측면
  - ✓ 최초배출권의 분배문제와 정책수용성
  - ✓ 배출권시장의 경쟁성
  - ✓ 감시 및 감독비용



## :: 오염물질의 이질성으로 인한 문제

- 앞서 살펴보았듯이 오염물질이 이질적인 경우에는 오염도기준 거래제가 실행되어야 하지만 실제로 시행되기에는 현실적인 어려움이 있어 아래와 같이 몇 가지 대안이 있을 수 있다.
  - ✓ 이질적 오염물질에 대해 적용되는 배출량기준 거래제
  - ✓ 구획배출권거래제
  - ✓ 단일 오염도기준 배출권시장



## 이질적 오염물질에 대해 적용되는 배출량기준 거래제

- 오염물질의 이질성을 감안한 정책을 시행하기 위해서는 수많은 배출권시장을 운영해야 하는 현실적인 어려움이 있다면, 이에 대한 가장 손쉬운 대안으로는 이 문제를 무시하는 것이다.
- 즉 오염물질이 이질적임에도 불구하고 오염도기준 거래제가 아닌 배출량기준 거래제를 사용하는 방안을 검토하는 것이 필요하다.
  - ✓ 배출량기준 거래제를 사용함으로 인해 발생하는 사회적 비용이 오염도기준 거래제를 무리하게 사용함에 따라 발생하는 각종 거래비용이나 행정비용보다 더 적다면 배출량기준 거래제는 효과적인 대안이 될 수 있다.
- 다음장의 표는 미국, 칠레 등에 있어 특정 지역의 목표 오염도를 달성하기 위해 아래의 3가지 제도를 사용함에 따라 발생하는 배출저감비용을 비교하여 보여주고 있다.
  - ✓ 직접규제를 사용하는 방법
  - ✓ 직접규제 대신 오염도기준 배출권거래제를 사용하는 방법 (EPS, Emission Permit System)
  - ✓ 오염물질의 이질성에도 불구하고 배출량기준 거래제를 대신 사용하는 방법(APS, Ambient Permit System)



## 이질적 오염물질에 대해 적용되는 배출량기준 거래제

<이질적 오염물질의 배출저감 비용 비교>

| 오염물질  | 적용지역                      | 직접규제비용/EPS비용 | EPS비용/APS비용 |
|-------|---------------------------|--------------|-------------|
| 먼지    | 세인트루이스                    | 1.33~6.00    | 1.67~4.51   |
| 아황산가스 | 유타, 콜로라도, 아리조나, 뉴멕시코 접경지역 | 1.70         | 2.50        |
| 황산화물  | 로스엔젤레스                    | 1.05         | 1.07        |
| 아황산가스 | 오하이오주                     | 0.91         | 1.40        |
| 먼지    | 볼티모어                      | 2.50         | 1.88        |
| 질소산화물 | 볼티모어                      | 0.69         | 8.64        |
| 질소산화물 | 시카고                       | 0.42         | 33.9        |
| 아황산가스 | 델라웨어                      | 0.83         | 21.3        |
| 먼지    | 델라웨어                      | 11.10        | 1.97        |
| 먼지    | 산티아고, 칠레                  | 1.25         | 8.00        |

Tietenberg, T. H. (2006), Emissions Trading: Principles and Practice, 2<sup>nd</sup> ed., Resources for the Future

- (EPS비용/APS비용) 오염물질이 이질적임에도 불구하고 오염도기준 거래제가 아닌 배출량기준 거래제를 사용하면 전체 저감비용이 7%에서 3,290%까지 더 소요된다. 따라서 대체가능 여부는 대상오염물질이나 지역별로 크게 다르다.
- (직접규제비용/EPS비용) 대부분의 경우 직접규제보다는 오염물질의 이질성을 무시하더라도 배출량기준 거래제를 사용할 경우에 저감비용이 더 적게 소요된다. 다만 네 경우에 대해서는 오히려 직접규제가 더 적은 비용을 필요로 한다.

## :: 구획배출권 거래제

- 구획배출권거래제는 전체 관리지역을 몇 개의 구획으로 분리한 뒤, 각 구획 내의 모든 오염원은 배출량기준 거래제에 의해 배출권을 1:1로 거래하게 한다. 서로 다른 구획 간의 배출권 거래는 원칙적으로 금지한다.
    - ✓ Ch.7에서 배웠듯이 이질적 오염물질을 배출부과금제도를 이용해 규제할 때 전체 지역을 몇 개의 구획으로 나누어 차등화된 부과금을 부과하는 것과 마찬가지로 배출권거래제 역시 구획화 할 수 있다.
  - 구획화를 하면 구획 내 오염물질의 동질성이 향상되기 때문에 오염물질의 이질성이 야기하는 문제를 많이 줄일 수 있다.
  - 한편, 서로 다른 구획 간의 거래를 금지하게 되면 오염원들이 서로 간의 거래를 통해 효율성을 추구할 수 있는 기회를 제한하게 되므로 이로 인한 비용이 추가로 발생하게 된다.
  - 즉 구획화는 아래와 같이 동시에 해결할 수 없는 두 가지 문제를 고려해야 한다.
    - ✓ 오염물질의 동질성 확보를 위해 구획을 가능한 작게 설정해야 한다.
    - ✓ 배출권 거래의 효율성 확보를 위해 구획을 가능한 크게 설정해야 한다.
  - 절충안으로서 서로 다른 구획 간의 거래를 제한된 형태로 나마 허용하는 방안이 있을 수 있다. 이 때, 구획 간 거래 비율은 1:1이 아니고, 정부가 교환 비율을 정해주어야 한다.
    - ✓ 한 예로, 남캘리포니아의 대기오염 관리제도는 대상 지역을 해안지역과 내륙지역으로 구분하고, 내륙지역에 위치한 오염원이 해안지역의 배출권시장에서 배출권을 구매하는 것은 허용하지만, 그 반대의 경우는 허용하지 않음.
- 대기, 지형 여건상 해안의 오염물질은 내륙으로 쉽게 이동하지만, 내륙에서 해안으로는 이동하지 않기 때문



## 단일 오염도기준 배출권시장

- 단일 오염도기준 배출권시장에서는 특히 오염이 심한 지점을 기준으로 각 오염원의 전이계수를 구하고, 이에 따라 배출권 교환비율을 정해준다.
  - ✓ 기준이 되는 지점에 가까운 오염원이 배출권을 줄이면, 보다 멀리 떨어진 오염원은 대신 보다 많은 배출을 늘릴 수 있다.
  - ✓ 기준 지점의 오염이 개선되면서 환경개선효과를 누릴 수 있다.
- 하지만 시간이 지날수록 제도의 장점이 사라지는 문제를 동반한다.
  - ✓ 오염이 심한 기준 지점만을 반영하여 교환비율이 결정되면 새로운 오염시설은 모두 이 기준 지점으로부터 멀리 위치하여 보다 싼 가격에 배출을 하려고 할 것이다.
  - ✓ 그 결과 시간이 지날수록 기준 지점 외의 오염이 심해질 것이다.



## :: 배출권거래의 동태적 측면

- 배출권거래제를 실제로 실행할 때에는 공간적문제뿐 아니라 시간적 문제까지 고려해야 한다.
- 오염도가 시간이 지나면서 변하는 데에는 여러 이유가 있다.
  - ✓ 오염원의 생산 행위가 시간에 따라 변하는 경우
  - ✓ 강수, 풍향 등에 따른 자연적 요인에 의해서 변하는 경우
  - ✓ 축적성 오염물질의 경우 자연의 흡수능력보다 빠르게 축적되는 경우
- 따라서 정부는 시간변수를 도입하여 배출권거래제를 설계하는 것이 필요하다
  - ✓ 배출권의 예치와 차용
  - ✓ 계절별 배출권거래제의 운용
    - 예를 들어 오존은 온도가 높을 때 농도가 높아지므로 여름과 여타 계절로 분리하여 배출권거래제를 운용할 수 있다.
    - 여름에는 매월 5톤의 오존 생성가스를 배출하고, 여타 계절에는 10톤의 가스를 배출 할 수 있는 방식



## :: 배출권의 예치와 차용

- 배출권의 예치는 이번 해에 배출할 수 있는 권리보다도 더 적은 양을 배출한 후 그 차이를 내년으로 이월하는 행위를 의미하고, 배출권의 차용은 내년도에 갖게 될 배출권 중 일부를 금년도에 미리 사용하는 행위를 의미한다.
  - ✓ 배출권의 이월과 차용을 허용하면 오염원은 저감 설비 투자 시점을 선택할 때 재량권을 갖게 되어, 저감비용을 줄일 수 있다.
  - ✓ 오염원은 배출권의 시장수요가 높을 때를 대비해 배출권을 절약할 수 있어, 배출권 시장가격 안정화에도 도움이 된다.
- 다만 저감활동을 위한 비용지출을 뒤로 미룰수록 최소한 이자율에 해당하는 이득을 얻을 수 있기 때문에 오염원은 저감 설비 투자나 가동을 미루고 배출권을 차용하려하는 문제가 발생한다.
  - ✓ 오염피해는 초기에 크고, 후기에 작아지는 경향이 생기는데, 사회 전체로 보면 오염피해 또한 초기보다 나중에 발생하는 것이 이득이다.
  - ✓ 따라서 배출권의 시점 간 거래 (예치와 차용)를 허용하려면, 적용하는 이자율을 경제 전체의 통상적인 이자율보다 높게 할 필요는 있다



## 최초배출권의 분배문제와 정책 수용성

- 정부가 배출권거래제를 도입하면 오염원간의 자발적인 거래에 의해 배출권 가격이 결정된다.
  - ✓ 장기적으로 혹은 이론적으로 보면 정부가 최초에 배출권을 어떻게 분배하느냐 하는 것은 궁극적인 비용효과성에 영향을 미치지 않아야 한다.
  - ✓ 최초에 어떤 상태에 있던 오염원들의 자발적 거래에 의해 각 오염원의 한계저감비용과 일치하는 수준에서 배출권 시장가격이 최종적으로 형성되고, 그 배출권 시장가격과 일치하는 수준에서 배출량 혹은 저감량을 선택하게 되기 때문이다.
- 하지만 현실에서는 많은 요인이 배출권시장에 영향을 미치기 때문에 최초의 배출권 배분방식에 따라 시장의 균형 자체가 달라질 수 있다.
  - ✓ 오염원 간의 형평성 문제에도 영향을 미치기 때문에, 이해 당사자들(오염원들)이 정책을 수용하려 하는지에도 영향을 미치게 된다.
- 배출권을 오염원에게 분배하는 방법은 여러가지가 있지만 아래의 두가지 방법이 많이 사용되고 또 논란이 많다.
  - ✓ 그랜드파더링 (grandfathering)
  - ✓ 경매제도



## :: 그랜드파더링

- 그랜드파더링은 각 오염원이 과거에 배출하던 배출량에 비례하여 배출권을 분배하는 방식을 의미한다.
  - ✓ 오염물질 저감을 위해 많은 노력을 이미 기울인 기업에게는 불합리한 방법이 된다.
  - ✓ 오염원들이 정부가 이 방식을 택할 것이라는 사실을 안다면 배출권거래제 시행 시점에 맞추어 배출량을 의도적으로 늘릴 가능성 또한 있다.
- 실제로 그랜드파더링이 시행된 예시는 지구온난화 방지를 위한 교토의정서(1997) 합의문에서 찾아볼 수 있다.
  - ✓ 선진국들의 온실가스 저감량을 결정할 때 1990년 배출량을 기준으로 하여 특정 비율만큼 줄이도록 배출권을 분배 하되, 구체적인 수준은 협상을 통해 정하도록 하였다.



## :: 교통의정서

# 교통의정서의 주요 내용

첫째. 선진국(Annex I)의 구속력 있는 감축 목표 설정(제3조)

둘째. 공동이행, 청정개발체제, 배출권거래제 등 시장원리에 입각한 새로운 온실가스 감축수단의 도입(제6조, 12조, 17조)

셋째. 국가간 연합을 통한 공동 감축목표 달성 협약(제4조) 등이다.

### 온실가스 배출 세부사항

의정서에 따르면 기후변화협약 Annex I 국가들은 '08~'12년 기간 중 자국 내 온실가스 배출총량을 '90년대 수준대비 평균 5.2% 감축하여야 하며 그 세부사항은 다음과 같다.

- 대상국가 : 38개국(협약 Annex I 국가 40개국 중 '97년 당시 협약에 가입하지 않은 터키, 벨라루스 제외)
- 목표연도 : 2008년~2012년
- 감축 목표율 : 90년 배출량 대비 평균 5.2% 감축(각국의 경제적 여건에 따라 -8% ~ +10%까지 차별화된 감축량 규정)
- 감축대상 온실가스 : CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub> 6종(각국 사정에 따라 HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub> 가스의 기준년도는 '95년도 배출량 이용 가능)
- 온실가스 배출원 : 에너지 연소, 산업공정, 농축업, 폐기물 등으로 구분
- 온실가스 감축 도입 수단 : 교통 메커니즘 도입

<https://www.khnp.co.kr/main/contents.do?key=247>



# 교토의정서

## 교토 메커니즘

### 도입경위

대부분 선진국들은 온실가스 배출량이 계속 증가하고 있어 국내적 수단에만 의존하여 감축목표를 달성하는 경우 경제적 비용이 막대할 것으로 분석, 이를 최소화하기 위해 시장성(또는 신축성) 원리가 도입된 교토메커니즘을 고안. 공동이행제도, 청정개발제도 및 배출권거래제도가 이에 속한다.

### ■ 공동이행제도(JI : Joint Implementation)

교토의정서 제 6조에 규정된 제도로써 선진국인 A국이 선진국인 B국에 투자하여 발생된 온실가스 감축분의 일정분을 A국의 배출저감 실적으로 인정하는 제도 온실가스 대상 물질 등을 명시하였다.

### ■ 청정개발체제(CDM : Clean Development Mechanism)

교토의정서 제 12조에 규정된 것으로 선진국이 개도국과 공동이행(JI)을 통하여 발생되는 온실가스 배출감축분을 자국의 감축실적에 반영할 수 있도록 하는 동시에 부담금(User Fee)을 납부토록 하여, 이를 청정개발체제운영비 및 개도국의 기후변화에도 적응비용에 충당하는 제도. 청정개발체제는 공동이행제도와는 달리 1차 의무기간(2008~2012) 이전의 조기감축활동(Early Action)을 인정하는데, 2000~2007년에 발생한 CERs(Certified Emission Reductions : CDM 사업을 통해 인정받은 온실가스 감축량)을 소급하여 인정한다.

### ■ 배출권리거래제(ET : Emision Trading)

교토의정서 제 17조에 규정된 제도로서 온실가스 감축의무가 있는 국가에 배출 쿼터를 부여한 후, 동 쿼터를 초과한 경우 배출권을 구매하고, 미달하는 경우 잉여분을 판매하도록 하는 제도. 미국의 경우, 국내에서만 감축의무를 이행하는 경우 저감비용이 530억불이 소요되나, Annex I 국가간 배출권 거래가 이루어지는 경우 동비용이 270억불, 개도국이 참가하는 경우 120억불로 각각 줄어들 것으로 전망하고 있다.

<https://www.khnp.co.kr/main/contents.do?key=247>



## :: 경매제도

- 경매에서는 가장 높은 지불의사를 표시한 오염원이 배출권을 가져간다.
  - ✓ 큰 특징 중 하나가 경매로 인해 정부 수입이 발생하고, 대신 오염원들은 그만큼의 비용 부담이 늘어난다는 점이다.
  - ✓ 정부수입을 통해 다른 조세를 대체하는 것이 가능하기 때문에 추가적인 편익이 발생할 수 있다. (Ch.7에서 배운 환경 세의 이중편익가설 참고)
  - ✓ 오염원 입장에서는 직접규제에서는 정부의 기준만 준수하면 비용을 지불하지 않아도 되기 때문에, 이 제도는 기업에게 부담이 될 수 있다. 이러한 기업의 입장을 고려하면, 경매 수입을 다시 오염원에게 돌려주는 방법도 있다.
  - ✓ 특히 경매제도를 도입하면 오염원은 배출저감을 위해 저감비용을 지출하고, 추가로 배출권 구매비도 지출해야 한다.
  - ✓ 이 두 비용의 합이 직접규제로 인한 저감비용과 비교하여 어느 것이 더 많은지에 따라 정책수용성이 결정된다.
- 다음장의 표는 배출권거래제에서의 저감비용과 배출권 구매비용의 합을 직접규제에서의 저감비용과 비교하고 있다.

## <배출권거래제하의 오염원의 총비용부담>

| 오염물질  | 적용지역                      | APS비용/직접규제비용 | EPS비용/직접규제비용 |
|-------|---------------------------|--------------|--------------|
| 아황산가스 | 유타, 콜로라도, 아리조나, 뉴멕시코 접경지역 | n/a          | 0.59         |
| 황산화물  | 로스엔젤레스                    | n/a          | 1.09         |
| 먼지    | 볼티모어                      | 0.66         | n/a          |
| 질소산화물 | 볼티모어                      | n/a          | 4.36         |
| 질소산화물 | 시카고                       | 0.10         | 6.08         |
| 아황산가스 | 델라웨어                      | n/a          | 2.39         |
| 먼지    | 델라웨어                      | n/a          | 0.35         |

Tietenberg, T. H. (2006), Emissions Trading: Principles and Practice, 2<sup>nd</sup> ed., Resources for the Future

- (APS비용/직접규제비용) 오염물질의 이질성을 적절히 반영하는 오염도기준 거래제가 시행되면 경매에서의 배출권 구매 비용을 감안해도 배출권거래제의 오염원 비용이 직접규제의 저감비용보다 작다는 것을 알 수 있다.
  - ✓ 직접규제와 달리 배출권거래제는 비용효과성을 달성해 저감비용을 크게 줄여주기 때문이다.
- (EPS비용/직접규제비용) 그러나 오염물질이 이질적임에도 불구하고 배출량기준 거래제를 사용하게 되면 저감비용 측면의 정책 효율성이 줄어들어 배출권거래제의 상대적 장점이 많이 사라진다.



## :: 배출권시장의 경쟁성

- 일반 재화와 마찬가지로, 배출권 시장도 완전경쟁적이어야 사회적 효율성이 달성된다.
  - ✓ 전제조건으로 배출권시장에 많은 수의 거래자가 참여하여 한 거래자의 행위로 인해 시장 전체의 가격이 영향을 받지 않아야 한다.
  - ✓ 만약 많은 양의 배출권을 보유하여 배출권 시장가격에 영향을 미칠 수 있는 오염원이 있다면, 그 오염원이 배출권을 판매할 때는 공급독점자, 구매할 때는 수요독점자가 될 것이다. 이는 배출권시장의 효율성을 감소시킬 수 있다.
- 시장에 영향력을 가진 거래자가 배출권을 판매하려 하면, 시장가격은 하락하게 되고, 이는 판매자 입장에서는 완전경쟁시장에서는 발생하지 않던 추가 비용이다. 이렇게 배출권을 판매하면 그 가치가 떨어지는 것을 비용으로 인식하게 되면 판매자는 완전경쟁일 경우에 비해 더 적은 양의 배출권만을 판매하려고 할 것이다.



## :: 감시 및 감독비용

- 배출권거래제는 배출부과금제에 비해서는 정부와 오염원이 직접 접촉할 필요성을 주여주는 정책이기는 하지만, 이 제도 역시 오염원의 행위를 감시하고 감독하는 비용을 필요로 한다.
  - ✓ 무엇보다도 정부는 각 오염원이 소유한 배출권보다 더 많은 양의 배출을 하지 않도록 감시할 의무가 있으며, 이 과정에서 감시 및 감독비용이 소요된다.
- 직접규제, 배출부과금제, 배출권거래제, 세 가지 제도 모두 공통적으로, 규제당국은 오염원의 배출량이 어느정도인지를 정확히 알 필요가 있다. 다만 아래와 같이 세부적인 차이가 있다.
  - ✓ 배출부과금제와 배출권거래제를 비교하면 배출권거래제의 경우에서 정부는 감시 의무가 더 적다.
    - 배출권거래제의 경우 서로의 행동을 감시할 가능성이 있기 때문이다.
    - 부과금제도에서는 어떤 오염원이 신고한 그 이상을 배출하더라도 다른 오염원의 이윤에 영향을 끼치지 않는다.
    - 배출권거래제에서는 어떤 오염원이 초과 배출을 하면 그로 인해 배출권 시장 수요가 줄어들어, 배출권의 시장 가격이 정상적인 경우보다 낮아지게 된다.
    - 따라서 다른 오염원의 부정 배출을 인지하면 고발하고자 할 것이며, 이런 식의 오염원 간 상호감시가 이루어지면 정부의 감시 및 감독 필요성은 줄어든다

뒷장에 이어 계속



## :: 감시 및 감독비용

- ✓ 직접규제와 배출권거래제를 비교하면 어느 쪽의 감시 비용이 클지 단정하기는 어렵다
  - 앞서 설명한 상호감시 유인 덕분에 배출권거래제는 더 적은 감시 비용이 든다
  - 반대로 배출권거래제가 직접규제보다 더 많은 감시 비용이 들 수도 있다. 직접규제는 많은 경우 배출량보다는 농도를 규제하고 따라서 오염원을 상시 감시할 필요성은 적다. 한편 배출권거래제에서는 오염원의 실제 배출량과 배출권 보유량이 일치하는지를 확인할 수 있어야 하고, 거래를 통한 권리이전 현황까지 계속해서 자료로 확보하여야 하므로 이를 위한 비용이 소모된다.

## Section 3. 배출권거래제 실행 사례



## :: 옴셋정책: 최초의 배출권거래 적용 사례

- 미국정부가 대기오염관리의 필요성을 느껴, 이에 관한 최초의 법률을 입안한 것은 1955년이지만, 산업활동 위축을 우려하여 각 주정부의 미온적 태도로 정책실행이 부진하였다.
- 1970년에 대기관리법 수정안이 통과되면서, 미국 환경처(EPA)는 미국 전역의 대기 오염도기준을 설정하고, 달성을 위한 책임은 각 주정부에게 돌렸다.
  - ✓ 이에 주정부는 EPA의 오염도기준 달성을 위한 주정부 실행계획(SIP)을 시행하였고, 주로 기술기준 혹은 배출기준과 같은 직접규제의 형식을 취하고 있었다.
  - ✓ 직접규제에 기초한 정책이 대기오염을 줄이는데 어느정도 성과는 있었지만, 그 획일성에 따른 비효율성이 계속 지적되고 있었다.
    - 특히 EPA가 정한 오염도기준 이상의 오염이 발생한 지역에는 새로운 공장이 건설되지 못하였다. 따라서 해당 지방정부는 환경규제로 경제성장이 저해 되는 것을 크게 우려하고 있었다.



## 옵셋정책: 최초의 배출권거래 적용 사례

- 이 상황에서 1976년에 도입된 것이 바로 옵셋정책(offset policy)이다.
  - ✓ EPA의 오염도 기준을 달성하지 못한 지역에 있는 어떤 오염원이 배출량을 줄이면 EPA는 크레딧을 인정하고, 이 크레딧은 이 지역에 새로운 기업이 진입할 수 있도록 하였다.
  - ✓ 오염도기준이 달성되지 못하는 지역에 새로이 진입하는 기업이 해당 지역 내의 기존 기업으로부터 충분한 양의 크레딧을 구입하고, 또 이 기업이 진입함에도 불구하고 지역 전체 오염물질 배출량이 늘어나지 않을 경우 진입이 허용되었다.
  - ✓ 통상적으로 새로운 오염원은 자신이 필요로 하는 배출량보다 20% 정도 더 많은 양의 크레딧을 구입토록 하였고, 이 20%의 초과 배출권은 행사되지 못하게 하여 오염도 개선효과를 꾀하였다.
- 이후에 옵셋정책은 신규 진입자가 아닌 기존 오염원이 배출권을 획득하게 하거나, 기존 오염원이 설비 규모를 확장할 수 있도록 하는 조치를 포함하고, 배출권 예치를 허용하는 식으로 확장되어 배출권거래 프로그램 (Emissions Trading Program, ETP)으로 불리게 되었다.



## 황배출권 프로그램

- 1980년대 미국에서는 석탄화력발전소에서 배출되는 이산화황( $\text{SO}_2$ ) 때문에 산성비 문제가 심각했다.
  - ✓ 산성비의 주요 원인은 화석 연료의 연소 과정에서 발생하는 이산화황( $\text{SO}_2$ )과 질소산화물( $\text{NO}_x$ )이다.
  - ✓ 이 물질들이 대기 중에서 물, 산소 등과 반응하여 각각 황산과 질산이 되고, 이 산성 물질들이 빗물에 섞여 내리면서 산성비가 된다.
  - ✓ 산성비는 토양의 산성화, 식물피해, 건축물 부식, 호수 산성화 등의 피해를 끼침
- 앞서 설명한 배출권거래제 형태로서는 최초로 1990년 미국에서 도입된 배출권거래 제도이다.
  - ✓ 이 전의 제도들과는 다른 큰 특징은 조직화된 시장에서 거래되었다는 점이다
  - ✓ 개별 거래를 정부가 승인하는 것이 아니라, 시카고의 거래소에서 누구든지 배출권을 구입할 수 있었다.
  - ✓ 환경보호단체 등에서 배출권을 구매한 후 이를 폐기하여 실제 배출량을 줄이는 것도 가능하였다.
- 황배출권 프로그램은 매우 성공적이었다
  - ✓ 1990~2004년 사이 석탄발전소 발전량이 25% 증가했음에도 전력부문  $\text{SO}_2$  배출량이 36% 감소하였다.
  - ✓ 배출저감 성과를 얻는데 소요된 비용도 직접규제와 같은 다른 환경정책에 비해서는 훨씬 싸서 최소한 15%에서 최대 90% 정도의 비용절감이 있었던 것으로 추정됨



## :: 유럽연합의 배출권거래제

- 현재 세계적으로 가장 활성화된 배출권거래제는 유럽 국가들이 2005년에 설치하여 운영하고 있는 유럽연합 배출권거래제도(EU-ETS, EU Emissions Trading Scheme)이다.
  - ✓ 1997년 교토의정서에 합의한 뒤, 감축의무가 있는 EU가 의무 달성을 물론, 효과적인 감축을 위해 EU-ETS를 도입
  - ✓ 모든 EU회원국과 아이슬란드, 리히텐슈타인, 노르웨이가 참여 (북아일랜드의 경우 전력부문만 참여)
  - ✓ 10,000여 개의 에너지 및 제조업 시설과 EU 역내의 항공노선, 2024년부터는 해운 운송도 적용 대상이다.
  - ✓ 대상 온실가스는 CO<sub>2</sub>(이산화탄소), N<sub>2</sub>O (아산화질소), PFCs (과불화탄소)
  - ✓ 초기에는 주로 무상 배분이었으나, 갈수록 유상경매를 통한 배분 비중이 커지고 있다.
  - ✓ 각국에 배분되는 경매수입은 대부분 기후변화 및 에너지 분야를 위해 사용하게 되어 있다.
  - ✓ 무상 배분은 '탄소누출(carbon leakage)'를 고려해서 이루어지기도 한다.
    - 탄소누출은 EU 내 기업이 역외의 기업과 경쟁 관계를 형성하고 있는데, EU 내의 강화된 정책으로 인해 역내 기업의 생산비가 상승하고, 그 때문에 EU 내 기업의 배출량은 줄어들지만 대신 역외 기업의 시장점유율이 높아져 결국은 지구 전체 탄소 배출량이 다시 늘어날 위험성을 의미한다.

**Thank you**

I USUK AOR

