

# 환경경제학

## Lecture – 14

Seungho Jeon

# Chapter 21

## 전 지구적 차원의 환경문제



# Section 1. 환경문제에 관한 국제협력의 어려움



## ： 환경문제에 관한 국제협력의 어려움

- 현대 환경문제에서는 미세먼지나 산성비 같은 오염피해가 몇 개의 국가에 걸쳐 나타나는 월경오염물질, 그리고 온실가스와 같은 전 지구적 오염물질의 중요성이 갈수록 커지고 있다.
  - ✓ 전 지구적 오염물질은 여타 오염물질과는 달리 일단 배출되면 지구 전체의 환경오염을 유발하는 인류 공동의 문제가 되기 때문에 국제협력이 필요하다.
- 전 지구적 오염은 인류 역사상 비교적 최근에 발생하는 현상이어서 피해 규모가 불확실하다.
- 오염물질의 저감비용을 분담하는데 있어 국가 간 형평성 문제가 있다.
- 각국은 자국의 이익을 먼저 생각하므로 오염물질 관리에 있어 무임승차 문제가 있다. (Ch.4 무임승차 내용 참고)
- 무임승차 문제가 발생하는 것을 방지하고자, 국제기구나 당사국들은 국제환경협약을 체결하여 국제적 환경문제를 해결하고자 한다.
  - ✓ 협약의 목적은 각국을 협조적으로 행동하도록 유도하여 공동의 환경문제를 해결하는 것이다.
  - ✓ 하지만 협약체결이 반드시 각국의 태도를 협조적으로 변하게 하는 것은 아니다.



## ∴ 환경문제에 관한 국제협력의 어려움

- Ch. 5에서 살펴보았듯이, 아래와 같이 용의자의 딜레마라는 현상이 나타난다.
  - ✓ 각 셀의 첫 번째 숫자는 A국의 이득을, 두 번째 숫자는 B국의 이득을 나타낸다.
  - ✓ 두 국가가 서로 협조하고 오염물질을 관리하는 것이 두 국가 후생의 합을 극대화 한다.
  - ✓ 하지만 상대방이 어떤 선택을 하든 자신은 비협조를 선택하는 것이 더 낫기 때문에 결국 두 국가 모두 비협조를 선택하게 되어, 두 국가 모두 손해를 보게 되는 결과가 나타난다.

		국가 B	
		협조	비협조
국가 A	협조	1, 1	-1, 2
	비협조	2, -1	0, 0

- 위의 표는 단순한 예이지만 환경문제를 국제적 협조체제 기반으로 해결하는 것이 어렵다는 점을 보여준다.
- 예를 들어 A국이 B국의 협조를 끌어내기 위해 자신은 어떤 일이 있어도 협조할 것이라고 공언한다고 해보자.
  - ✓ 그러나 그 공언은 신뢰를 얻지 못한다, 왜냐하면 막상 B가 협조하면 A는 본인도 협조하여 1을 얻기보다는 협조하지 않고, 2를 얻어가려고 하기 때문이다.
  - ✓ 협조행위를 도출해내는 한 가지 방법은 비협조적 행위를 할 때 제재를 하는 것이다.



## ： 환경문제에 관한 국제협력의 어려움

- 이제 비협조를 선택하는 나라는 상대국에게 2만금의 벌금을 지급해야 한다고 합의했다고 해보자. (아래 표 참고)
  - ✓ 아래의 상황에서는 상대방이 어떤 행위를 하든 협조를 선택하는 것이 더 나으므로 둘 다 협조를 선택한다.
  - ✓그러나 두 국가 사이의 이러한 합의는 구속력을 갖기 어렵다. 왜냐하면 협약 위반자를 색출하고 또 제재할 수 있는 강력한 국제기구가 존재하지 않아서, 합의를 위반한 국가로부터 실제로 벌금을 받아내기 어렵기 때문이다.

		국가 B	
		협조	비협조
국가 A	협조	1, 1	1, 0
	비협조	0, 1	0, 0

- 대상국가가 많은 경우를 생각해보면 국제협약을 가입 및 유지하는 것은 더더욱 어렵다는 것을 알 수 있다.
- 결국 협약 자체가 협약 내용을 지키도록 하게끔 동기를 부여하는 속성을 가지고 있어야 한다.



## ∴ 환경문제에 관한 국제협력의 어려움

- 이제  $N$ 개의 국가가 있고, 이 중  $M$ 개의 국가가 국제협약에 가입하고 나머지  $N - M$ 개의 국가는 가입하지 않는다고 하자.
  - ✓ 국가들은 모두 동질적이고, 협약에 가입하는지 안 하는지의 차이만 있을 뿐, 다른 조건은 같다고 하자.
  - ✓ 협약에 가입하지 않는 국가의 저감량을  $a_n$ 이라 하고, 협약에 가입한 국가의 저감량을  $a_c$ 라 하자.
  - ✓ 이 국가들은 두 가지에 대해 의사결정을 해야 한다.
    - 첫째, 저감량을 결정해야 한다.
    - 둘째, 협약에 가입할지 결정해야 한다.
- 각국의 저감비용은  $C(a)$ 이고, 저감편익은  $B(A)$ 이며,  $A = \sum_{i=1}^N a_i$  이라 하자.
  - ✓ 즉 각국은 자국 저감비용만 부담하지만, 배출저감의 편익은 다른 국가의 저감량에 의해서도 영향을 받는다.
  - ✓ 어떤 국가가 협약에 가입하지 않았다면, 이 국가는 자국의 이익만을 극대화하며, 따라서  $B(A) - C(a_n)$ 를 극대화 하는  $a_n$ 을 선택한다.
  - ✓ 또 다른 국가는 협약에 가입했다면, 이 국가는 자신을 포함하는 가입국 전체의 이득을 극대화하는 선택을 해야 하므로  $M \times B(A) - C(a_c)$ 를 극대화하는 저감량  $a_c$ 를 결정해야 한다.
  - ✓ 여기서 함수의 형태를  $B(A) = bA$ ,  $C(a) = \frac{ca^2}{2}$  이라고 가정해보자. (여기서,  $b > 0$ ,  $c > 0$ )
  - ✓ (뒷장 계속 >>)



## ∴ 환경문제에 관한 국제협력의 어려움

- ✓ (뒷장에 이어 계속)
- ✓ 이 때 이익 극대화를 위해 협약에 가입하지 않은 국가는  $a_n = \frac{b}{c}$ , 한편 협약에 가입한 국가는  $a_c = \frac{Mb}{c}$  에서 저감량을 선택한다.
  - $A = \sum_{i=1}^N a_i$ ,  $B(A) = bA$ ,  $C(a) = \frac{ca^2}{2}$  으로 주어져 있을 때,  $B(A) - C(a_n)$ 과  $M \times B(A) - C(a_c)$  두개의 각 식을 최대화 해주는 각각의  $a$ 를 구해보면 위의 결과를 얻게 되니, 직접 확인 해보길 바란다.
- ✓ 각 국이 선택하게 되는 저감량을 보면, 협약에 가입한 국가는 가입하지 않은 국가에 비해  $M$ 배만큼 많은 오염물질을 저감해야 한다.
- ✓ 전 세계의 저감량은  $A = (N - M) \times \frac{b}{c} + M \times \frac{Mb}{c} = \frac{b}{c}(N - M + M^2)$ 과 같이 결정되고, 그로 인해 가입국과 미가입국의 이득은 각각  $v_c = \frac{b^2}{c}(N - M + \frac{M^2}{2})$ ,  $v_n = \frac{b^2}{c}(N - M + M^2 - \frac{1}{2})$  으로 결정된다.
- ✓ 여기서  $v_c < v_n$  이므로 협약에 가입하지 않은 나라가 더 큰 이득을 얻게 된다.





## ∴ 환경문제에 관한 국제협력의 어려움

- 이 때 각국은 국제협약에 가입할지 안 할지를 어떻게 결정할까?
- 다시 말해,  $M$  (가입국의 수)의 크기는 어떻게 되고, 어느 정도 크기의 안정적 국제협약이 존재할 수 있을까?
  - ✓ 현재의 국제협약이 지속되기 위해서는 현재의 협약 가입국은 탈퇴할 의사가 없어야 한다.
    - 가입되어 있는 국가가 탈퇴하게 되면, 저감량이 적어지므로 무임승차 이득을 얻을 수 있다.
    - 그러나 이 때 전 세계의 저감량  $A$ 가 줄어들고 그로 인해 저감편익이 감소하게 된다.
  - ✓ 동시에 현재 가입하지 않은 국가도 의사결정을 바꾸어 협약에 가입할 이유가 없어야 한다.
    - 가입하지 않은 국가가 추가로 협약에 가입하면 전 세계 저감량 증가로 인한 편익이 늘어난다.
    - 그러나 이 때 무임승차자로 행동할 수 없기 때문에 손해를 보게 된다.
- 협약 가입국의 수가  $M$ 일 때, 가입국과 미가입국의 이득을  $v_c(N, M)$ 과  $v_n(N, M)$  이라 하면, 다음 두 조건이 동시에 충족될 때  $M$ 개의 나라가 가입한 현재의 국제협약이 유지되게 된다. (위에 기술한 설명을 수식으로 표현하면 아래와 같다)
  - ✓ 내적 안정성 조건:  $v_c(N, M) \geq v_n(N, M - 1)$ 
    - 현재의 협약 가입국이 협약에서 탈퇴할 유인을 갖지 않을 조건
  - ✓ 외적 안정성 조건:  $v_c(N, M + 1) \leq v_n(N, M)$ 
    - 현재의 미가입국이 입장을 바꾸어 협약에 가입하지 않을 조건



## ∴ 환경문제에 관한 국제협력의 어려움

- 지금까지 내용을 종합해보면 국제환경협약이 안정적으로 유지되려면 두 가지 안정성 조건과 균형 저감량  $a_c$  및  $a_n$ 이 동시에 충족되어야 한다.
  - ✓ 몇 개의 국가가 가입할지는 파라미터( $b$ 와  $c$ ) 값에 따라 결정된다.
  - ✓ 예를 들어  $b$ 와  $c$  모두 1이라고 가정하고, 지구에 세 국가만이 있어서  $N$ 은 3이라고 하자. 이 상황은 아래의 표에 정리되어 있다.

$N$	$M$	$a_c$	$a_n$	$v_c(N, M)$	$v_n(N, M)$
3	1	1	1	2.5	2.5
3	2	2	1	3	4.5
3	3	3	1	4.5	8.5

- $v_c(3,3)$ 과  $v_n(3,2)$  이 모두 4.5로 동일하기 때문에 기존의 회원국이 협약을 탈퇴할 인센티브는 갖지 못한다.
- 따라서 세 나라 모두가 참여하는 협약이 유지될 수 있다.



## ∴ 환경문제에 관한 국제협력의 어려움

- ✓ 한편, 지구에 다섯 국가만이 있어서  $N$ 은 5일 때의 상황은 아래와 같다.

$N$	$M$	$a_c$	$a_n$	$v_c(N, M)$	$v_n(N, M)$
5	1	1	1	4.5	4.5
5	2	2	1	5	6.5
5	3	3	1	6.5	10.5
5	4	4	1	9	16.5
5	5	5	1	12.5	24.5

- ✓  $v_c(5, 3)$ 과  $v_n(5, 2)$ 가 모두 6.5로 동일하기 때문에 기존 회원이 탈퇴할 인센티브는 없다.
- ✓ 또  $v_n(5, 3)$ 은 10.5인 반면,  $v_c(5, 4)$ 는 9이기 때문에 기존의 협약 미가입국이 입장을 바꾸어 협약에 가입할 필요성도 느끼지 못한다.
- ✓ 따라서 다섯 국가가 있을 경우에도 국제협약은 세 국가로 유지된다.
- 지금까지 살펴본 저감편익과 비용구조에서는 전체 국가의 수( $N$ )가 큰 경우라 하더라도, 안정적으로 유지될 수 있는 국제협약 규모는 세 나라이다.
  - ✓ 이러한 결과가 발생하는 이유는 협약 가입국의 수( $M$ )가 늘어날수록 협약을 탈퇴하여 무임승차자가 되려는 욕구가 더 강해지기 때문이다.



## ∴ 환경문제에 관한 국제협력의 어려움

- 이상에서 살펴 본 대로, 대부분의 이론적 연구는 조약 미가입 시 얻는 무임승차 욕구가 너무 크기 때문에 최대 협약 가입국이 두세 나라에 불과하거나, 아니면 안정적인 협약 자체가 존재하지 않는다는 결론을 내리고 있다.
  - ✓ 이론과는 달리, 현실에서는 약 100개 정도의 환경 및 자원 관련 국제협약이 존재하고, 유지되고 있다.
- 이처럼 이론과 현실 간에 상반된 결과는 현실에서는 조약가입의 이득을 탈퇴 시 잃게 되는 손실보다 더 크게 하는 다른 장치가 있기 때문이라고 간주할 수 있다. 아래와 같은 이유(장치)가 있을 수 있다.
  - ✓ 첫째는 가입국과 비가입국의 역할을 차등화 하는 경우이다.
    - 예를 들면, 가입국이 먼저 의사결정 하는 것을 허용하는 것이다. 여러 나라가 참여하는 국제협약은 개별 미가입국에 비해서는 환경(혹은 자원)에 미치는 정도가 크기 때문에, 주도권을 쥐게 된다. 따라서 국제협약기구가 먼저 저감량을 결정할 때 미가입국들의 반응을 예상하고 저감량을 선택할 수 있다.
    - 다만 이 이론은 비가입국이 국제협약으로 하여금 먼저 저감량을 결정하도록 순순히 허용하는지에 대한 설명이 약하다는 문제가 있다.
  - ✓ 둘째는 당사국들의 전략적인 관계가 지속적으로 반복 되는 경우이다.
    - 예를 들면, 당장은 기후변화 협상에 미참여 하는 것이 더 이득을 보지만, 앞으로 진행될 다른 FTA, WTO등의 협상에서 이번 기후변화 참여를 통해 상대국의 협조를 얻을 수 있다면, 협상에 참여하는 것이 더 이득일 수도 있다.



## ∴ 환경문제에 관한 국제협력의 어려움

- ✓ 셋째는 협약 서명국들은 회원국의 수에 연계된 환경정책을 사용할 수 있다.
  - 예를 들면, 일정 수준의 가입국 수가 되지 않으면 조약을 해체하여, 기존의 협약에 가입한 국가들도  $a_n = \frac{b}{c}$  만 큼만 저감하는 경우이다.
  - 실제로도 대부분이 이러한 전략을 사용하고 있다. 몬트리올의정서의 경우 11개국 이상, 전 세계 소비의 2/3 이상을 차지하는 국가가 가입하여야 한다.
- ✓ 넷째는 협약가입에 대한 대가를 지불할 수 있다.
  - 예를 들면, 협약에 참여하여 큰 이득을 보는 국가가, 손실을 보게 되는 국가에게 자신의 이득 중 일부를 지불 하는 경우이다.
  - 이 경우 규모, 지급 방식에 대해 교섭이 진행되어야 하고, 회원국의 교섭력에 의해 결정될 것이다.
- ✓ 다섯째는 협약가입 여부를 국제무역과 연계할 수 있다.
  - 예를 들면, 환경협약에 가입하지 않는 국가에 대해서는 관련 제품을 회원국과 거래하는 것을 금지하는 것이다.
  - 현실에서도 많이 사용되며, 다만 무역자유화를 추구하는 WTO 등의 방침에 어긋나지 않아야 하는 제약을 가 지고 있다.