

# 生産 및 汚染 統制를 위한 誘引一致 租稅 / 補助金制度에 대한 研究\*

金周漢\*\* · 金在哲\*\*\*

## < 目 次 >

- I. 序論
- II. 模型
- III. 新技術採擇을 위한  
誘引一致 租稅 / 補助金制度
- IV. 結論

## I. 序 論

지난 20여년간 外部性으로 인한 왜곡을 교정하기 위하여 많은 誘引一致 規制制度가 제시되어 왔다. 특히 獨占企業이 오염을 방출하는 경우, 이와같은 外部性의 존재와 市場力의 존재로 인하여 社會厚生의 최적수준이 달성될 수 없음은 그간의 연구결과로 볼 때 자명하다. 일반적으로 前者는 汚染量을 사회적으로 效率的인 수준보다 더 많은 수준이 放出되게 작용을 하게 되며, 후자는 기업의 生産量 수준을 사회적으로 효율적인 수준보다 낮은 수준으로 생산되게 작용을 한다. 따라서 만일 규제자가 (i) 제반 변수들에 대한 충분한 情報를 가

\* 본 논문은 1996년 2월 한국경제학회 정기학술대회 발표논문을 부분적으로 수정 보완한 것이다. 저자들은 본 논문의 향후 발전방향에 대하여 매우 유익한 논평을 해 주신 경성대학교의 문석용교수와 익명의 심사위원들께 감사를 드린다.

\*\* 경원대학교 경제학과.

\*\*\* 한국과학기술원 기술경영대학원.

지고 있고, (ii) 기업의 생산량 및 오염방출량을 통제할 수 있는 힘을 보유한다면 그는 단지 기업으로 하여금 사회적으로 효율적인 量을 생산하도록 명령함으로써 족할 것이다. 그러나 현실적으로 이 모든 것이 완전한 상황은 드물다.

이에 따라 기존의 많은 誘引一致 規制制度는 어떻게 하면 기업으로 하여금 자신의 이득을 추구하는 과정에서 사회적으로 효율적인 목적을 달성토록 유인하느냐에 많은 관심을 기울여왔다. 이런 연구들의 공통점은 따라서 기업의 유인과 규제자의 유인을 같도록 하는 과정을 통하여 社會最善의 解나 혹은 次善의 解가 달성되도록 하고 있다는 점이다.<sup>1)</sup>

한편 최근 들어 環境汚染에 대한 관심이 증대하면서 수많은 環境親和的인 技術, 소위 “淸淨技術”이 개발되고 있다. 이들 기술 중 일부는 소위 add-on device 혹은 end of pipe device라 칭하는 환경오염원의 끝에 부착하여 오염을 줄이는 기술이다. 이런 종류의 기술의 채택은 사회적으로 환경오염물질을 감소시키는 효과를 가지나, 오염배출기업 당사자는 이의 부착으로 인한 이득을 향유할 수 없게 된다. 이 경우 자발적인 기술채택의 유인은 없게 된다. 따라서 이들 기술의 채택이 사회적으로 필요한 경우 환경분제를 고려하는 많은 국가에서는 일반적으로 이들 기술의 채택을 정부가 강제하거나 혹은 환경오염기준을 강화하여 부착을 강제하는 경향이다. 물론 이와같은 경우도 결국 그 기업들이 이러한 규제를 감당할 수 있는 국가에 한정이 되고 있다.

또 다른 기술의 특징은 특히 生産工程 자체의 기술개발을 통하여, 汚染放出量을 줄일 뿐만 아니라 生産工程의 효율화, 廢棄物의 再活用을 통하여 생산비용을 절감시키는 성격을 보이고 있다. 따라서 이와같은 기술의 採擇은 기업으로 하여금 더 많은 利潤機會를 얻게 만들뿐만 아니라 사회적으로도 汚染量의 방출을 감소시키는 등의 효과를 통하여 바람직한 성격을 가진다.<sup>2)</sup>

그러나 이와같은 생산공정 자체를 변화시키는 기술은 커다란 設置費用을 수

1) 비대칭정보하의 가격규제와 생산량규제와 같은 다양한 규제의 분석과 효과에 대하여는 Weitzman(1974)와 Laffont(1977)을 참조. 그리고, 비대칭정보하의 유인제도의 일반적인 구조 및 평가에 대하여는 Loeb and Magat(1979), Finsinger and Vogelsang(1981), Dasgupta, Hammond and Maskin(1980), Baron and Myerson(1982), Laffont and Tirole(1986), Riordan and Sappington(1987), Spulber(1988), Sappington and Sibley(1988), Sibley(1989) 등을 참고.

2) 이와같은 성격의 기술의 예 및 각국의 개발과정에 대하여는 Moore and Miller(1994) 참조. 그들은 이들 기술의 개발 및 채택을 향후의 국가경쟁력 강화의 중요한 요소로 파악하고 있다.

반하고 있다. 여기서 企業과 社會의 目的의 괴리가 발생할 가능성이 있다. 즉 만일 신기술 설치로 인하여 기업이 얻을 수 있는 이득과 사회적 이득이 新技術 設置費用을 초과할 경우에는 별 문제가 되지 않는다. 기업이 자발적으로 신기술을 선택할 것이기 때문이다. 반대로 신기술 설치로 인한 사회적 이득이 설치 비용보다 작은 경우도 신기술 채택이 문제가 되지 않을 것이다. 채택하지 않으면 되기 때문이다. 결국 우리의 관심을 신기술 설치가 사회적으로 바람직하나 이로 인하여 개별기업이 얻을 수 있는 私的 利潤보다 設置費用이 매우 큰 경우가 될 것이다. 이 경우 기업은 자발적으로 신기술을 채택하지 않을 것이다. 물론 이 경우에서도 가장 처음의 고려대상으로는 정부가 신기술 채택을 강제하는 것이 될 것이다. 그러나 이와같은 생산기술 자체의 변화를 정부가 강제하는 경우는 각국에서 그 예를 발견하기가 어렵다. 이는 단순한 add-on device와는 달리 그 설치비용이 막대하여 기업의 파산가능성이 존재하게 되며, 또한 기업에게 생산기술 자체를 정부가 지정하는 것이 무리이기 때문이다.

기존의 外部性을 교정하기 위하여 기업을 誘引하는 規制制度를 제시한 많은 연구결과들은 이와같이 기업이 채택할 수 있는 선택 가능한 기술의 문제를 고려하지 않고, 다만 기존에 기업이 채택한 기술을 受動的으로 주어진 것으로 看做하여 분석을 하고 있다. 따라서 이와같은 규제제도에 의하여 얻어질 수 있는 社會厚生水準은 우리가 달성 가능한 '진정한' 最適의 厚生水準이 아니다. 만일 기업이 기존의 비효율적인 기술에서 신기술로 이전한다면 기존 기술수준에서는 달성할 수 없었던 더 높은 수준의 社會厚生水準을 달성할 수 있을 것이다.

따라서 우리의 연구에서는 이와같은 기업의 신기술 채택의 문제를 다루게 된다. 특히 기업의 사적 利潤이 신기술의 설치비용보다 적을 경우 기업은 자발적인 新技術採擇의 유인이 없게 된다. 이에 우리는 기업으로 하여금 신기술을 채택하도록 유인하는 租稅 / 補助金制度를 제시하고자 한다. 그리고 이 과정에서 규제자와 기업간의 信賴性의 문제를 야기하는 戰略的인 문제가 발생하게 되고, 이를 극복하기 위한 규제제도를 제시한다.

이에 더하여 기존의 Weitzman(1978), Koenig(1985), Shaffer(1989) 등이 제시한 조세제도는 二次函數形의 조세제도를 제시하고 있고, 또 Kim and Chang(1993)은 오염과 생산량에 대한 보다 더 복잡한 非線形의 조세제도를 제시하고 있다. 이와같은 조세제도의 複雜性은 그 제도가 갖는 좋은 성격에도

불구하고 實行上의 애로점을 내포하고 있다. 이와같은 점에서는 우리의 模型은 Shaffer(1995)의 조세모형과 유사하다. 다만 그는 從價稅의 형태를 띤 線形租稅函數를 제시하고 있으나, 우리는 生産量에 따른 線形의 租稅函數를 도입하고 있다. 이러한 생산량에 따른 조세제도의 설정은 일반적인 연구에서 많이 발견되고 있다.<sup>3)</sup>

본 研究의 구성을 다음과 같다. II節에서는 諸般 市場狀況 및 技術에 대한 상황을 설정하고, 規制制度를 제시한다. III절에서는 우리가 제시한 규제제도 하에서 기업으로 하여금 신기술을 채택하도록 誘引하면서 社會厚生을 最大化하기 위한 租稅率을 결정한다. 다음으로 이에 수반된 戰略的인 문제를 분석한다. IV절에서는 結論 및 示唆點에 대하여 논한다.

## II. 模型

### 1. 基本模型

獨占企業으로 이루어진 市場을 생각하자. 이 시장에서 독점기업은 생산량  $y$ 를 생산함에 따라 오염물질을 발생한다. 이 오염량을  $x$ 라 하면 이는 생산량에 따라 다음과 같은 관계를 갖는다.

$$x = x(y).$$

여기서  $x'(y) > 0$ ,  $x''(y) > 0$ 이다. 그리고 이로 인하여 발생하는 社會厚生損失函數를  $D(x)$ 로 표시하고,  $D(0) = 0$ ,  $D' > 0$ ,  $D'' > 0$ 를 가정한다.

한편 이 시장에서 재화의 소비에 따른 소비자의 支拂意向을 나타내는 需要函數는  $P(y)$ 이고  $P' \leq 0$ 이다. 따라서 기업의 수입은  $R(y) = P(y)y$ 로 나타난다.

다음으로 생산기술을 나타내기 위하여 既存技術과 新技術이 존재한다고 하자. 우리는 이들을 구분하기 위하여 기존기술에 ‘-’를 붙여서 표현하기로 한다. 여기서 신기술은 기존기술에 비하여 동일한 생산량을 생산한다 하더라도

3) 생산량에 따른 조세부과의 형태에 따른 연구로는 Kaz and Rosen(1985), Levin(1985), Shaffer(1989) 등을 참고.

생산비용을 감소시키고, 또 汚染發生量을 줄이는 기술을 의미한다. 따라서  $\bar{x}'(y) > x''(y)$ ,  $\bar{C}'(y) > C''(y) > 0$ 이다. 그리고 편의상 기존기술을 설치하는 데에는 아무런 固定費用이 들지 않는 데에 비하여 신기술은  $F > 0$ 이라는 固定設置費用이 필요하다고 가정한다. 이에 따라 독점기업의 이윤함수를 표현하면, 기존기술을 채택할 경우는  $R(y) - \bar{C}(y)$ 로 표현할 수 있고, 신기술을 채택할 경우는  $R(y) - C(y) - F$ 로 표현할 수 있다.

## 2. 規制制度

우리는 독점기업으로 하여금 신기술을 채택하도록 誘引하기 위하여 2期間 規制模型을 설정한다. 每 期間마다 規制者는 다음과 같은 형태의 線形 租稅 / 補助金制度를 기업에게 부과한다.

$$T(y) = my.$$

여기서  $m$ 이 陽이라면 租稅를 의미하게 되고, 陰이라면 補助金を 의미하게 된다. 이와같은 조세 / 보조금제도 하에서,  $y(m)$ ,  $\bar{y}(m)$ 을 각 기술 하의 기업의 利潤極大化生産量이라고 하면, 고정설치비용을 고려하지 않은 1기간의 독점기업의 '粗利潤'函數는 다음과 같이 표현할 수 있다.<sup>4)</sup>

$$\pi(m) = R(y(m)) - C(y(m)) - my(m),$$

$$\bar{\pi}(m) = R(\bar{y}(m)) - \bar{C}(\bar{y}(m)) - m\bar{y}(m).$$

여기서 신기술을 채택하였을 경우에도  $\bar{y}(m)$ 을 생산 가능하다는 사실을 염두에 두면 우리는 쉽게  $\pi(m) > \bar{\pi}(m)$ 임을 알 수 있다.

그리고  $\bar{C}' > C'$  으로부터  $y(m) > \bar{y}(m)$ 이다. 한편 粗利潤函數를 미분하고 envelope theorem을 사용하면 다음과 같다.

4) 여기서 우리는 고정비용을 고려한 純利潤函數에 대비하여 고정비용을 고려하지 않았다는 의미에서 粗利潤函數라고 표현한다.

$$\begin{aligned}\pi'(m) &= (R' - C' - m)y'(m) - y(m) = -y(m) < 0 \\ \bar{\pi}'(m) &= (R' - \bar{C}' - m)\bar{y}'(m) - \bar{y}(m) = -\bar{y}(m) < 0.\end{aligned}$$

이로부터 다음의 관계를 얻을 수 있다.

$$\pi'(m) < \bar{\pi}'(m) < 0.$$

다음으로 우리는 다음과 같은 가정을 한다.

$$\text{가정 1: } (1 + \beta)\bar{\pi}(0) > (1 + \beta)\pi(0) - F.$$

여기서  $\beta(0 \leq \beta \leq 1)$ 은 時間割引率을 의미한다.

가정 1은 조세/보조금이 부과되지 않는 상태에서 신기술을 채택하게 되면 독점기업의 이윤은 기존기술을 채택하였을 경우와 비교하여 떨어짐을 의미한다. 따라서 독점기업은 자발적으로 신기술을 도입하고자 하는 誘引이 없음을 알 수 있다.

그리고 앞으로의 논의를 편리하게 하기 위하여  $g(m) = \pi(m) - \bar{\pi}(m)$ 이라 정의한다. 그렇다면 위에서 분석한 결과와 가정은 다음과 같이 변환될 수 있다.

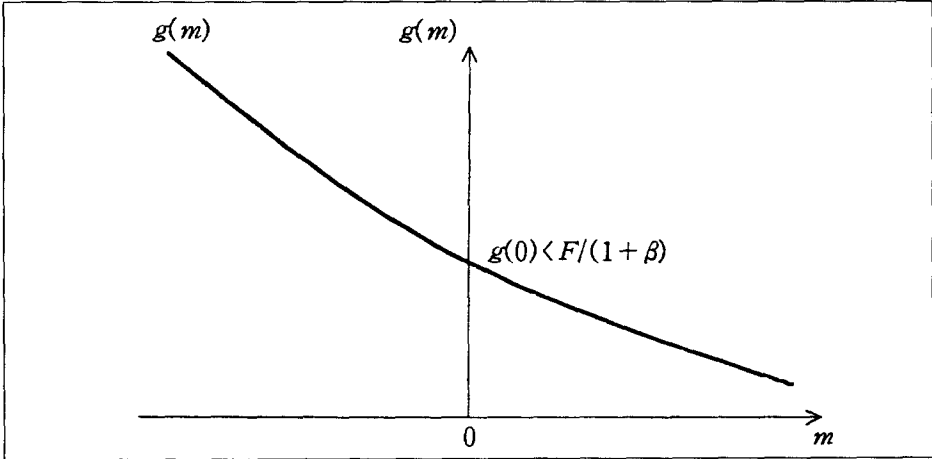
$$\begin{aligned}g(m) &> 0, \\ g(m)' &= -y(m) + \bar{y}(m) < 0, \\ g(0) &= \frac{F}{1 + \beta}.\end{aligned}$$

이와 같은  $g$ 函數는 <그림 1>로 나타낼 수 있다.

다음으로 각각의 기술 하에서 고정설치비용을 고려하지 않은 1期間 粗社會厚生函數를 나타내면 다음과 같다.

$$\begin{aligned}W(m) &= \int_0^y P(v(m))dv - C(y(m)) - D(x(y(m))), \\ \bar{W}(m) &= \int_0^{\bar{y}} P(v(m))dv - \bar{C}(\bar{y}(m)) - D(\bar{x}(\bar{y}(m))).\end{aligned}$$

〈그림 1〉  $g$  函數



$W$ 를 最大化하는 最適의  $m^*$ 를 구하기 위하여  $W$ 를  $m$ 에 대하여 미분한다.  $y^*$ 를  $P(y^*) - C'(y^*) - D'(x^*)x'(y^*) = 0$ 를 만족하는 사회적으로 최적의 생산량이라고 하고,  $m^* = P'(y^*)y^* + D'(x(y^*))x'(y^*)$ 로 하면 利潤極大化의 조건으로부터  $y(m^*) = y^*$ 임을 자명하다. 마찬가지로 기존기술 하에서의 最適租稅率은  $\bar{m}^* = P'(\bar{y}^*)\bar{y}^* + D'(\bar{x}(\bar{y}^*))\bar{x}'(\bar{y}^*)$ 이다.

한편 논의의 출발점으로 우선 규제자가 기업에게 신기술의 채택을 強要할 수 있다는 상황을 설정해 보자. 그렇다면 규제자는 기업으로 하여금 신기술을 채택하도록 명령하고 다음과 같은 문제를 생각할 것이다.

$$\text{Max}_{m_1, m_2} SW = W(m_1) - F + \beta W(m_2).$$

여기서  $m_i$ 는  $i$ 기의 租稅率을 의미한다. 그렇다면 규제자는 社會厚生을 最大化하기 위하여 每期에  $m^*$ 라는 조세만을 부과함으로써 社會最適의 후생수준을 얻을 수 있을 것이다. 그러나 이와같이 규제자가 기업에게 신기술 채택을 강요할 수 있다는 상황은 현실적으로 우리가 상정하기 어려운 상황이다.

그리고 우리의 분석이 의미를 가지기 위하여 다음과 같은 가정을 추가한다.

$$\text{가정 2: } (1 + \beta) W(m^*) - F > (1 + \beta) \bar{W}(\bar{m}^*).$$

가정 2는 신기술을 채택할 경우 사회적으로 最適인 후생이 증대함을 의미한다. 그러나 독점기업은 自發的으로 신기술을 채택하지 않으므로 이는 사회의 필요와 어긋나게 된다. 여기서 규제자의 介入의 필요성을 볼 수 있다.

### Ⅲ. 新技術採擇을 위한 誘引一致 租稅/補助金制度

독점기업으로 하여금 신기술을 채택하도록 유인하기 위하여 우리는 다음과 같은 2기간의 규제제도를 생각한다. 우선 1期の 初에 규제자가 현재 이후에 조세/보조금을 기업에 부과한다고 공표한다. 그렇다면 앞으로 보이겠지만, 이와 같은 규제자의 공표는 잘 알려진 信賴性(credibility)의 문제 혹은 時間不一致性의 문제(time-inconsistency problem)를 야기하게 된다. 따라서 앞으로는 다음과 같은 2가지의 상황에 대하여 분석을 전개하기로 한다. (i) 규제자가 미래의 조세율에 대하여 기업에게 믿음을 줄 수 있는 경우와 (ii) 믿음을 주지 못하는 경우.

#### 1. 企業이 規制者에 대한 信賴가 있는 경우

기업으로 하여금 신기술을 채택하도록 誘引하기 위하여는 규제자가 조세/보조금제도를 설계할 때, 기업이 신기술을 採擇할 경우의 利潤이 기존기술에 머무르고 있는 경우의 이윤에 비하여 적어도 크거나 같도록 하여야 한다. 그리고 동시에 규제자는 기업의 입장에 서서 신기술 채택에 대한 다음과 같은 戰略을 고려하여 조세/보조금제도를 설계하여야 한다.<sup>5)</sup> (i) 1기에 신기술을 채택한다. (ii) 1기에는 기존기술에 머무르고, 2기에 신기술을 채택한다. (iii) 신기술을 채택하지않고 기존기술을 고수한다.

우리는 여기서 규제자는 기업이 (ii)나 (iii)보다는 (i)을 선택하는 것을 더 바란다고 가정을 한다.<sup>6)</sup>

5) 만일 규제자가 기업으로 하여금 (ii)를 선택하도록 한다면, 규제자는 1기에 신기술 채택으로 인하여 얻을 수 있는 오염의 감소와 생산량 증가로 인한 후생의 증대를 포기하고 대신 설치비용의 지출을 다음 期로 지연시킴으로써  $(1-\beta)F$ 라는 이득을 얻을 수 있다. 따라서  $\beta$ 가 1에 접근하거나 혹은 신기술 채택으로 인하여 汚染減少效果와 限界費用減少效果가 충분히 크다면 규제자는 (i)을 더 선호할 것이다.

6) 다른 경우도 이하의 분석을 적용하여 쉽게 분석이 가능하다.



그렇다면 1기의 규제자의 문제는 다음과 같다.

$$\text{Max } W(m_1) - F + \beta W(m_2),$$

$$m_1, m_2$$

subject to

$$g(m_1) + \beta g(m_2) \geq F \quad (1)$$

$$g(m_1) \geq (1 - \beta) F \quad (2)$$

여기서  $g(m) = \pi(m) - \bar{\pi}(m)$ 이다 제약식 (1)과 (2)는 기업으로 하여금 代案 (ii) 혹은 (iii) 대신에 자발적으로 대안 (i)을 선택하도록 하기 위한 것이다.<sup>7)</sup>

이제  $(m_1^p, m_2^p)$ 를 위의 문제를 만족하는 유일한 解라고 하자. 우리는  $(m_1^p, m_2^p)$ 를 구하기 위하여 일단 식 (2)를 무시하고 위의 문제를 생각한다. 그후 우리는 다시 식 (2)가 만족됨을 보이고자 한다. 그렇다면 식 (2)를 일단 무시한 경우의 위의 문제의 Lagrangian 함수는 다음과 같다.

$$L = W(m_1) - F + \beta W(m_2) + \lambda [g(m_1) + \beta g(m_2) - F].$$

따라서 1계조건을 구하면 다음과 같다.

$$\partial L / \partial m_1 = W'(m_1) + \lambda g'(m_1) = 0 \quad (3)$$

$$\partial L / \partial m_2 = \beta W'(m_2) + \lambda \beta g'(m_2) = 0 \quad (4)$$

$$\partial L / \partial \lambda = g(m_1) + \beta g(m_2) - F \geq 0, \lambda (\partial L / \partial \lambda) = 0, \lambda \geq 0. \quad (5)$$

7) 식 (1)은 기업이 1기에 신기술을 채택했을 때의 2기간에 걸친 이윤의 흐름이 기존기술로 머물렀을 경우의 이윤의 흐름보다 크거나 같도록 함을 의미한다. 즉,  $\pi(m_1) - F + \beta \pi(m_2) \geq \bar{\pi}(m_1) + \beta \bar{\pi}(m_2)$ 이다. 한편 식 (2)는 기업이 1기에 신기술을 채택하였을 경우의 이윤이 2기에 신기술을 채택하였을 경우의 이윤보다 크거나 같도록 하기 위함이다. 즉,  $\pi(m_1) - F + \beta \pi(m_2) \geq \bar{\pi}(m_1) + \beta [\pi(m_2) - F]$ 이다.

여기서 우리는 다음과 같은 정리를 얻을 수 있다.

<정리 1>

(i)  $g(m^*) + \beta g(m^*) - F < 0$ 이면,  $m_1^p = m_2^p = m^p < 0$  이다.

그리고  $g(m^p) = \frac{F}{(1+\beta)}$  이면,  $m^p < m^*$ 이다.

(ii)  $g(m^*) + \beta g(m^*) - F \geq 0$ 이면,  $m_1^p = m_2^p = m^* < 0$ 이다.

증명 :

(i) 만일  $\lambda = 0$ 이라면,  $m^*$ 는 (3)과 (4)의 해가 된다. 그러나 주어진 가정하에서는 (5)가 성립하지 않는다. 따라서  $\lambda > 0$ 이다. 다음으로 (5)로부터  $g(m_1^p) + \beta g(m_2^p) - F = 0$  이다. 다음으로 (3)과 (4)로부터 다음을 얻을 수 있다.

$$\frac{W'(m_1^p)}{g'(m_1^p)} = \frac{W'(m_2^p)}{g'(m_2^p)} \tag{6}$$

따라서 唯一解를 가정한다면  $m_1^p = m_2^p = m^p$  이고 (5)로부터  $g(m^p) = \frac{F}{(1+\beta)}$  를 얻을 수 있다. 그리고 가정 (2)로부터  $m^p < 0$  이다. 다음으로  $g'(m) < 0$ 과  $g(m^*) < F/(1+\beta) = g(m_1^p)$ 로부터  $m^p < m^*$ 이다. 마지막으로  $m^p$ 를 (2)에 대입하면,  $g(m^p) - (1-\beta)F = \frac{F}{(1+\beta)} - (1-\beta)F = \frac{\beta^2 F}{(1+\beta)} \geq 0$  이다. 따라서  $m^p$ 는 (2)를 만족한다.

(ii) 만일  $g(m^*) + \beta g(m^*) - F \geq 0$  이면, (1)은 자동적으로 만족한다. 그리고  $m^*$ 는  $W(m)$ 을 최대화하는 값이므로  $m_1^p = m_2^p = m^*$ 이다. 그리고  $g(m^*) \geq \frac{F}{(1+\beta)} \geq (1-\beta)F$ 이므로  $m^*$ 는 (2)를 만족한다. (증명끝)

이상의 분석으로부터 우리는 만일 규제자가  $m^*$ 를 부과하였을 경우 규제자가 신기술을 채택함으로써 얻는 2期間에 걸친 利潤의 흐름이 固定設置費用보다 적다면, 규제자는  $m^p \sum_i y_i < 0$ 의 절대값에 해당하는 補助金を 주겠다고 제의해야 함을 알 수 있다. 여기서  $y_i$ 는 每期의 기업의 생산량을 의미한다. 이 경우는 市場의 歪曲으로 인한 厚生의 減少效果보다 汚染放出으로 인한 外部性的 厚生減少效果가 더 커서  $m^*$ 가 陽이거나, 혹은 外部效果보다 市場歪曲效果가 더 크기

는 하나 미소하여  $m^* < 0$ 의 절대값이 상대적으로 작은 경우에 일어난다. 이 경우 독점기업으로 하여금 신기술을 채택하도록 誘引하는 과정에서 규제자는 후생의 감소를 감수해야하며 이의 절대적인 크기는 時間割引率, 固定設置費用의 크기 그리고 신기술하의 생산량에 대한 限界汚染放出量( $x'(y)$ )에 의존한다.

다른 한편으로 만일 규제자가  $m^*$ 를 부과하였을 경우 규제자가 신기술을 채택함으로써 얻는 2期間에 걸친 이윤의 흐름이 固定設置費用보다 작지 않다면, 규제자는 사회후생을 최대화하기 위하여 每期에 독점기업에게  $m^*$ 를 부과하는 것으로 족하다. 이 경우는 독점으로 인한 市場歪曲效果가 汚染으로 인한 外部效果보다 충분히 큰 경우에 발생한다. 따라서 이 경우 규제자는 독점기업에게  $m^* \sum y_i < 0$ 의 절대값에 해당하는 補助金を 주어야 한다.

위의 두 경우 모두 우리는 독점기업으로 하여금 신기술을 채택하도록 유인 하면서 사회후생을 최대화하기 위하여는 규제자는 每期에 동일한 크기의 조세를 補助金으로 주어야 함을 알 수 있다.

## 2. 企業이 規制者에 대한 信賴가 없는 경우

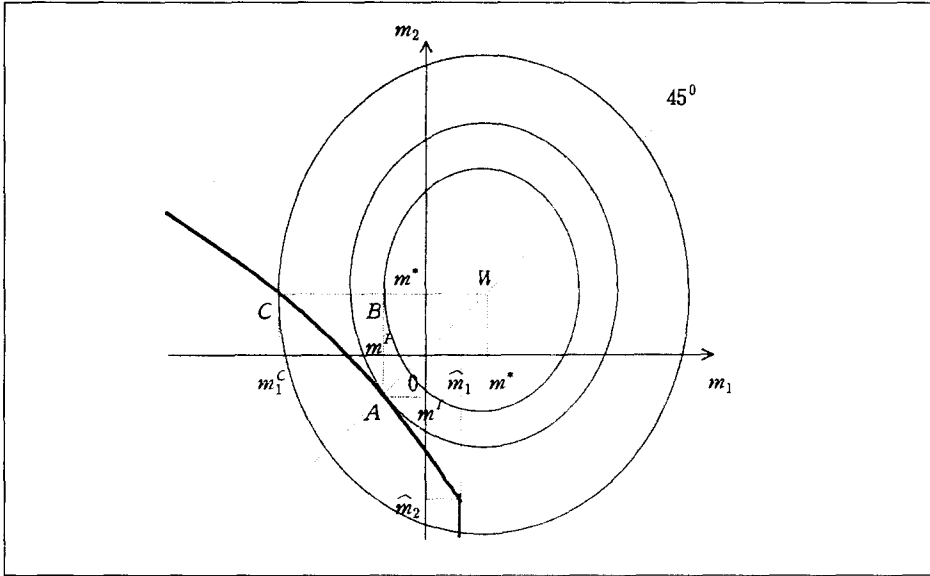
이 항에서는 우리는 규제자가 미래의 租稅率에 대한 그의 약속을 기업에게 믿게 할 방법이 없는 경우에 대하여 분석한다.

이제 <정리 1>의 (i)의 경우를 생각하자. 우리는 이해를 돕기 위하여 그림을 이용한다.

<그림 2>에는 <정리 1>의 (i)을 묘사하기 위하여  $m_1 - m_2$  공간 상에 표현한다. 여기서 ( $m_1^*$ ,  $m_2^*$ )를 중심으로 하는 타원형은 等厚生曲線을 의미한다. 그리고 制約式 (1)과 制約式 (2)는 각각 음의 기울기의 곡선의 아래쪽과 수직선의 왼쪽에서 각 期の 稅率이 정해져야 함을 보이고 있다.<sup>8)</sup> 그러면 <그림 2>로부터 企業을 新技術로 유도하는 制約 하의 사회후생을 최대화하는 各期の 租稅率은

8) 여기서  $g(0) < F/(1+\beta)$ 로부터 制約式 (1)의 경계선을 의미하는 음의 기울기의 곡선은 원점 0의 아래쪽에 위치해야 한다. 그리고 制約式 (2)로부터  $m_1^p \leq \hat{m}_1$ 임을 알 수 있다. 여기서  $\hat{m}_1$ 은  $g(\hat{m}_1) = (1-\beta)F$ 를 만족하는 값이며,  $g(0)$ 의 정확한 값에 따라 陽일 수도 陰일 수도 있다. 그러나  $m_1 = \hat{m}_1$ 인 경우에 制約式 (2)의 경계선 상에 있는  $m_2$ 의 값인  $\hat{m}_2$ 는  $g(\hat{m}_2) = F$ 와  $g(0) < F/(1+\beta)$ 로부터 陰의 값을 가짐을 알 수 있다. 그리고  $\hat{m}_2 < \hat{m}_1$ 이다.

〈그림 2〉 信賴性的 問題가 發生하는 경우



A점, 즉  $(m^p, m^p)$ 에서 얻어짐을 알 수 있다.<sup>9)</sup>

그러나 2期에 이르게 되면, 규제자는 이제 지난 期의 후생은 관심이 없어지게 되고, 따라서 2期의 社會厚生을 극대화하기 위하여  $m^p$  보다는  $m^*$ 를, 즉 〈그림 2〉의 B점을, 부과하게 되면 社會후생을 더 증가시킬 수 있다. 다시말하여 규제자가 1期에 발표한  $(m^p, m^p)$ 는 기업의 입장에서 보면 信賴할만 하지 못함을 알 수 있다. 이와같은 현상은 결국 규제자의 未來의 行爲가 그의 現在의 厚生에 영향을 주는 現狀 때문에 발생하게 된다. 즉, 규제자가 2期에 설정할 租稅率은 1기의 독점기업의 技術選擇의 意思決定過程에 영향을 주게 되고, 이는 다시 규제자의 관심인 후생에 영향을 주는 구조에 기인하게 된다. 따라서 이와같은 규제자의 戰略的 行爲의 가능성을 合理的으로 豫測할 수 있는 독점기업은 결국 1期에 신기술을 채택하지 않는다는 반응을 보이게 될 것이다.<sup>10)</sup> 다시 말하면 규제자의 제안인  $(m^p, m^p)$ 는 時間不一致性(time-inconsistency)의

9) (6)을 다시 정리하면  $-\frac{1}{\beta} \frac{W'(m_1^p)}{W'(m_2^p)} = -\frac{1}{\beta} \frac{g'(m_1^p)}{g'(m_2^p)} < 0$ 를 얻을 수 있다. 이는 등 후생함수의 기울기가 제약식 (1)의 경계선의 기울기와 일치해야 함을 의미하며, 그 부호는 陰임을 알 수 있다.

10) 이는 B가 제약선 밖에 존재한다는 사실에서 알 수 있다.

성격을 가짐을 알 수 있다.

따라서 독점기업에게 信賴性을 줄 수 있는, 다시말하여 時間-一致性을 보이는, 租稅率을  $(m_1^c, m_2^c)$ 라 하면 규제자는 이를 2期부터 逆順으로 구해야 한다. 즉, 그는 2기에  $W(m_2)$ 를 최대화할 것이기 때문에  $m_2^c = m^*$ 임을 우리는 쉽게 알 수 있다. 다음으로 1期の 時間-一致的인, 다시말하여 기업에게 信賴性을 줄 수 있는 租稅率은 다음문제의 解에서 구해진다.

$$\text{Max}_{m_1} W(m_1) - F + \beta W(m^*)$$

subject to

$$g(m_1) + \beta g(m^*) \geq F \tag{7}$$

$$g(m_1) \geq (1 - \beta) F \tag{8}$$

信賴性이 없는 경우와 마찬가지로 우리는 일단 (8)을 무시하고 해를 구한 후 결과적으로 이 해가 (8)을 만족함을 보이고자 한다. 그렇다면 위 문제의 Lagrangian 함수는 다음과 같다.

$$L = W(m_1) - F + \beta W(m^*) + \lambda [g(m_1) + \beta g(m^*) - F].$$

따라서 이를 만족하는 해는 다음과 같은 1階條件을 만족해야 한다.

$$\partial L / \partial m_1 = W'(m_1) + \lambda g'(m_1) = 0 \tag{9}$$

$$\partial L / \partial \lambda = g(m_1) + \beta g(m^*) - F \geq 0, \quad \lambda (\partial L / \partial \lambda) = 0, \quad \lambda \geq 0. \tag{10}$$

여기서 우리는 다음과 같은 정리를 얻을 수 있다.

<정리 2>

(i)  $g(m^*) + \beta g(m^*) - F < 0$  이면,  $(m_1^c, m_2^c) = (m_1^c < m^p < m^*, m^*)$ 이다.

여기서  $g(m_1^c) = F - \beta g(m^*)$ 이다.

(ii)  $g(m^*) + \beta g(m^*) - F \geq 0$  이면,  $(m_1^c, m_2^c) = (m^*, m^*)$ 이다.

증명 :

(i)  $g(m^*) + \beta g(m^*) - F < 0$ 라면 <정리 1>에서와 마찬가지로의 이유로  $\lambda > 0$ 이고, (10)으로부터  $g(m_1^c) = F - \beta g(m^*)$ 이다. 다음으로  $g(m_1^c) = F - \beta g(m^*)$ 를  $g(m^p) = F - \beta g(m^p)$ 와 비교하면, <정리 1>로부터의  $m^p < m^*$ 라는 사실과  $g'(m) < 0$ 로부터 우리는 쉽게  $m_1^c < m^p < m^*$ 라는 결과를 얻을 수 있다. 다음으로  $m_1^c < m^*$ 와  $g'(m) < 0$ 로부터  $g(m_1^c) = F - \beta g(m^*) > F - \beta g(m_1^c)$ 이다. 따라서  $g(m_1^c) > F/(1+\beta) \geq (1-\beta)F$ 이므로 우리의 해가 (8)을 만족함을 알 수 있다.

(ii)  $g(m^*) + \beta g(m^*) - F \geq 0$ 이면 (7)은 당연히 만족된다. 따라서  $m_1^c = m_2^c = m^*$ 이다. 그리고  $g(m^*) \geq F/(1+\beta) \geq (1-\beta)F$ 이므로  $m^*$ 는 (8)을 만족한다.

(증명끝.)

위의 어떤 경우이건  $g(0) < F/(1+\beta)$ 라는 사실로부터 우리는  $m_1^c < 0$ 이 됨을 쉽게 알 수 있다.

우선 <정리 2>의 (i)의 경우를 보면,  $m_1^c (< m^p < m^*)$ 는 규제자가 1기에 부과할 수 있는 최대크기의 신뢰성을 수반한, 따라서 時間一致的인 解를 의미한다. 즉 이는 규제자가 2기에  $m^*$ 를 부과할 것이라는 豫測하는 기업으로 하여금 1기에 신기술을 채택하도록 유인하기 위하여 필요한 最大의 租稅 (혹은 最小의 補助金)를 의미한다. 따라서 규제자는 자신이 1기에 발표한 약속을 지킨다는 意志를 기업으로 하여금 확신시키기 위하여는  $(m^p, m^p)$  대신에  $(m_1^c, m^*)$ 를 부과하여야 한다. 이는 규제자가 信賴를 잃을 경우에는, 그 신뢰를 얻기 위하여 더 많은 補助金을 기업에게 주어야 함을 의미한다.

기업의 입장에서 보면 2기에 이르러서의 규제자의 戰略的 行爲의 가능성을 배제하기 위하여 그는 사회적으로 더 큰 후생수준을 가져올 수 있는 每期의 동일한 보조금을 받기보다는 1기에 더 많은 보조금을 요구하게 되고 결과적으로 사회후생은 기업과 규제자 간에 신뢰가 있을 경우에 비교하여 더 낮은 수준에 떨어지게 된다.

이를 종합적으로 <그림 2>를 통하여 정리하면 결국 두 주체간에 신뢰가 구축되어 있을 경우에는 新技術 採擇을 유인하면서 社會厚生을 極大化하기 위하여 필요한 조세는 A점에서 이루어지고 있다. 그러나 규제자는 2기에 이르면 B점

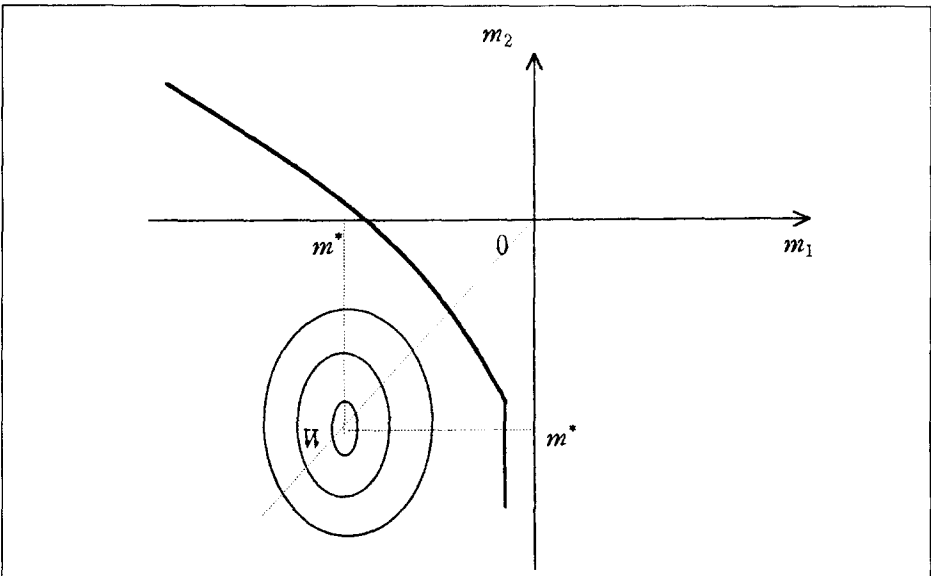
에 해당하는 조세를 통하여 A점에서 달성가능한 후생수준보다 더 높은 후생수준을 얻을 수 있다. 여기서 規制者의 戰略的 行爲의 가능성이 존재하게 된다. 그리고 이를 合理的으로 豫測할 수 있는 기업은 이를 예상하여 결국 C를 요구하게 된다. 이에 따라 사회는 전체적으로 A점보다도 더 낮은 후생수준에 머무르게 된다.

한편 <정리 2>의 (ii)의 경우는 신기술을 채택한 후 오염방출로 인한 왜곡이 그리 심각하지 않고 상대적으로 市場歪曲이 심각하게 인식이 되어 規制者가 보조금을 지불하여 생산량을 증가시키고자 하는 경우로 해석할 수 있다. 이 경우는 기업은 2기에 規制者가 전략적 행위를 할 것이라는 걱정을 할 필요가 없다. 즉 이 경우는 規制者가 每期에  $m^*$ 를 부과할 것이라고 1기에 약속을 하는 것으로 충분하다. <그림 3>은 이 상황을 보이고 있다.

### 3. 規制者의 租稅 / 補助金制度에 대한 政策

이상의 분석을 통하여 우리는 規制者가 현재의 기존 기술수준에서 신기술로 기업을 誘導하기 위하여는 어느 정도의 補助金이 필요함을 알 수 있다. 그리고

<그림 3> 信賴性의 문제가 발생하지 않는 경우



그 과정을 통하여 설사 기업이 규제자에 대한 信賴를 가지고 있는 경우에도 신기술로 인한 社會厚生의 最大水準을 얻지 못하는 경우가 존재하게 된다. 그리고 만일 여기에 信賴性이 보장이 되지 않는 경우에는 사회후생수준을 더 감소할 수 있음을 우리는 위의 분석을 통하여 확인할 수 있다. 따라서 諸般 패러미터의 값에 의존하는 신기술 채택 후의 후생수준이 어느 정도 감소하느냐에 따라 규제자는 위에서 제시된 조세/보조금제도를 통하여 기업이 신기술을 채택하도록 할 것인가에 대한 결정을 내려야 할 것이다. 따라서 우리는 기존기술로 머물렀을 경우와 신기술채택을 유인한 規制後의 社會厚生을 비교할 필요가 있다. 여기서 우리는 분석의 편의를 위하여 다음과 같은 線形의 汚染放出函數를 가정하여 보자.

$$x(y) = \alpha y, \bar{x}(y) = y.$$

마찬가지로 다음과 같은 2차의 비용함수를 설정한다.

$$C(y) = (1/2)cy^2, \bar{C}(y) = (1/2)y^2.$$

여기서  $\alpha < 1$ ,  $c < 1$ 이다.

이제 제반 패러미터의 성격을 알아보기로 한다. 우리는 厚生極大化의 1階條件인  $P(y^*) - cy^* - \alpha D'(\alpha y^*) = 0$ 으로부터  $\partial y^* / \partial \alpha < 0$ ,  $\partial y^* / \partial c < 0$ 를 얻을 수 있다.<sup>11)</sup> 그리고  $m^* = P'(y^*)y^* + P(y^*) - cy^*$  이다. 따라서  $K \equiv P''(y^*)y^* + 2P'(y^*) - c < 0$ 이라면, 즉 需要函數가 매우 불록인 경우가 아니라면 우리는  $\partial m^* / \partial \alpha = K \partial y^* / \partial \alpha > 0$ ,  $\partial m^* / \partial c = K \partial y^* / \partial c > 0$ 임을 알 수 있다. 이는 즉 매우 특수한 경우를 제외하고는 新技術의 汚染放出減少效果가 크면 클수록 신기술 채택 후의 社會最適租稅率은 감소함을 의미한다.

다음으로  $g(m_1^c) = F - \beta g(m^*)$ 로부터 우리는 쉽게  $\partial m_1^c / \partial \alpha < 0$ ,  $\partial m_1^c /$

11)  $\partial y^* / \partial \alpha = (\alpha y^* D''(\alpha y^*) + D'(\alpha y^*)) / (P'(y^*) - c - \alpha^2 D''(\alpha y^*)) < 0$ 이다. 마찬가지로  $\partial y^* / \partial c = y^* / (P'(y^*) - c - \alpha^2 D''(\alpha y^*)) < 0$ 이다. 여기서 분모의 괄호는 후생극대화 2階條件으로부터 陰이다.



$\partial c < 0, \partial m_1^c / \partial \beta > 0, \partial m_1^c / \partial F < 0$ 을 얻을 수 있다.<sup>12)</sup> 따라서 신기술의 채택으로 인하여 汚染減少效果가 크거나, 費用節減效果가 크거나, 기업의 未來利潤에 대한 時間割引率이 크다면 規制자는 기업에게 신뢰성을 주면서 신기술을 채택하도록 유인하기 위하여 1期에 지불해야할 補助金은 줄어듬을 의미한다. 반대로 新技術設置費用이 크면 클수록 規制자는 1期에 더 많은 補助金を 지불해야 함을 의미한다.

이제 다음의 관계를 만족시키는 제반 參數의 집합  $S$ 를 정의하자.

$$S = [(\alpha, c, \beta, F) \mid \bar{W}(\bar{m}^*) + \beta \bar{W}(\bar{m}^*) \leq W(m_1^c(\alpha, c, \beta, F) - F + \beta W(m_1^c(\alpha, c)))]$$

規制자는 기업으로 하여금 신기술을 채택하도록 誘引하는 과정에서 後생의 損失을 수반하게 되고 이의 實現 값은 위에서 제시한 제반 參數들의 構造的인 값에 의존하게 된다. 그렇다면 우리는 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

(i) 만일  $(\alpha, c, \beta, F) \in S$ 라면, 이는 新技術 採擇으로 인한 社會厚生이 增大함을 의미한다. 따라서 이 경우는 위에서 제시된 租稅 / 補助金制度를 사용하여 기업으로 하여금 신기술을 채택하도록 하는 것이 바람직하다.

(ii) 만일  $(\alpha, c, \beta, F) \notin S$ 라면, 規制자는 기업이 기존기술을 그대로 유지하도록 방치하고  $\bar{m}^* = P'(y^*)y^* + D'(x^*)$ 의 조세를 부과하는 것이 最善의 政策이다.

따라서 신기술을 채택함으로써 汚染放出의 규모가 상당히 줄어들거나, 혹은 오염으로 인한 社會後생의 감소를 나타내는 社會厚生損失函數가 매우 크고 遞增的이거나, 혹은 신기술의 비용절감효과가 크거나 혹은 時間割引率이 크다면, 신기술을 채택하도록 기업을 유인하는 위에서 제시한 조세 / 보조금제도의 필요성이 더욱 증가하게 될 것이다.

12)  $g(m_1^c) = F - \beta g(m^*)$ 를  $\beta$ 에 대하여 미분하면  $\frac{\partial g(m_1^c)}{\partial m} \frac{\partial m_1^c}{\partial \beta} = -g(m^*) < 0$ 를 얻을 수 있다. 여기서  $\frac{\partial g(m_1^c)}{\partial m} < 0$ 이므로  $\frac{\partial m_1^c}{\partial \beta} > 0$ 이다. 마찬가지로 방법으로  $\frac{\partial g(m_1^c)}{\partial m} \frac{\partial m_1^c}{\partial F} = 1$ 이다. 따라서  $\frac{\partial m_1^c}{\partial F} < 0$ 임을 쉽게 알 수 있다. 그리고  $\frac{\partial m_1^c}{\partial \alpha} = [-\beta \frac{\partial g(m^*)}{\partial m} \frac{\partial m^*}{\partial \alpha}] / \frac{\partial g(m_1^c)}{\partial m} < 0$ ,  
 $\frac{\partial m_1^c}{\partial c} = [-\beta \frac{\partial g(m^*)}{\partial m} \frac{\partial m^*}{\partial c} - \beta \frac{\partial g(m^*)}{\partial c} - \frac{\partial m_1^c}{\partial c}] / \frac{\partial g(m_1^c)}{\partial m} < 0$ 이다.

## IV. 結 論

이 논문에서 우리는 外部性으로 인하여 발생하는 歪曲을 교정하기 위하여 線形의 租稅/補助金制度를 설정하였다. 기존의 연구결과들이 이와같은 왜곡을 교정하기 위하여 다양한 誘引一致 租稅/補助金制度를 제시하였으나 이들은 기존의 기업에 채택하고 있는 生産技術을 외부에서 주어진 것으로 看做하고 분석을 하고 있다. 그러나 현재와 같이 기술발전이 빠르게 변하고 있는 현실에서는 이러한 技術의 選擇 또한 기업의 중요한 意思決定變數이다. 따라서 外部性을 放出하는 生産技術 자체가 기업의 의사결정의 결과이게 되고, 이를 주어진 것으로 보고 분석한 기존의 연구에서 얻을 수 있는 社會的으로 最適의 厚生水準은 사실상 '眞正한' 社會厚生의 最適水準이 아닐 것이다.

따라서 만일 규제자가 보다 적은 수준의 汚染量을 방출하는 技術을 기업으로 하여금 채택하도록 유인할 수 있다면, 이는 현재의 기존기술에 머무르고 있는 상태에서 달성가능한 社會후생수준보다 더 높은 수준의 社會후생수준을 달성 가능하게 한다. 이에 우리는 기업으로 하여금 新技術을 채택하도록 유인하는 조세/보조금제도를 분석하였다.

이에 따라 우리는 다음과 같은 결과를 얻을 수 있다.

첫째, 규제자는 每期에 同一한 크기의 조세를 부과함으로써 신기술채택을 유인한다는 제약 하에서 최대의 社會후생수준이 달성될 수 있다.

둘째, 그러나, 1기와 2기의 租稅率을 결정하는 과정에서 규제자와 기업간에 信賴性의 문제, 즉 時間不一致性의 문제가 발생할 수 있다. 따라서 기업으로 하여금 規制者가 자신이 약속한 것을 지키리라는 것에 대한 신뢰를 가질 수 있도록 하기 위하여는 규제자는 1기 初에 기업이 眞正으로 믿을 수 있는 信賴性 있는 조세/보조금을 제시해야 한다. 그 결과로 時間不一致的인 조세/보조금 제도에 의하여 얻을 수 있는 수준보다 社會후생이 더 떨어질 수 있는 가능성이 있음을 알 수 있다. 따라서 만일 규제자가 규제시행 以前에 이미 기업의 충분한 신뢰를 받고 있다면 이와같은 후생의 감소는 피할 수 있을 것이다. 이는 우리에게 신뢰성에 대한 중요한 政策的 示唆點을 주고 있다.

셋째, 기업이 新技術을 채택하도록 유인하는 2期間 模型을 통하여, 신기술 하의 生産量에 대한 限界汚染放出量, 時間割引率, 新技術設置費用 등 제반 配러미터에 대한 조건이 만족된다면, 우리는 간단한 線形의 租稅/補助金制度를

사용하여 기업이 신기술을 채택하도록 誘引함으로써 기존기술에서 달성 가능한 最適의 社會厚生水準보다 더 높은 社會厚生수준에 도달 가능하다는 사실을 발견할 수 있다.

그러나, 기업이 신기술을 채택하도록 誘引하는 과정에서 신기술 하에서 얻을 수 있는 社會최적의 社會厚生水準이 달성가능하지 않는 경우가 존재함을 알 수 있다. 따라서 이 경우는 불가피하게 既存技術 하에서 도달 가능한 社會厚生수준과 誘引制度 시행 후의 新技術 하에서 도달 가능한 社會厚生수준의 비교를 필요로 하게 된다. 이는 기존의 유인제도가 동일한 기술 하에서의 단순한 후생비교를 함으로써 회피할 수 있었던 것과는 달리 서로 다른 후생공간에서의 두 기술 하의 후생수준의 비교를 요구하게 되며, 이 과정에서 신기술에 대한 상세한 情報를 요구하는 문제를 수반하게 된다.

넷째, 우리가 제시한 線形的 租稅 / 보조금제도는 기존의 분석에서 많은 지적이 된 규제제도의 복잡성을 해결하고 있다. 이런 의미에서 우리의 모형은 기존의 많은 연구들이 수반하고 있는 실행 가능성에 대한 문제를 완화하고 있다.

### 參 考 文 獻

1. Baron, D.P. and R. B. Myerson, "Regulating a Monopolist with Unknown Costs", *Econometrica*, Vol. 50, 1982, pp.911-930.
2. Dasgupta, Partha, Peter Hammond and Eric Maskin, "On Imperfect Information and Optimal Pollution Control", *Review of Economic Studies*, Vol. XLVII, 1980, pp.857-860.
3. Finsinger, J. and I. Vogelsang, "Alternative Institutional Frameworks for Price Incentive Mechanisms", *KYKLOS*, Vol. 34, 1981, pp.388-404.
4. Kaz, M. L. and H. S. Rosen, "Tax Analysis in an Oligopoly Model", *Public Finance Quarterly*, Vol. 13, 1985, pp.3-20.
5. Kim, J. C. and K. B. Chang, "An Optimal Tax /Subsidy Scheme for Output and Pollution Control under Asymmetric Information in Oligopoly Markets", *Journal of Regulatory Economics*, Vol. 5, 1993, pp. 183-197.
6. Koenig, E. F., "Indirect Methods for Regulating Externalities Under

- Uncertainty”, *Quarterly Journal of Economics*, Vol.100, 1985, pp. 479-493.
7. Laffont, J. J., “More on Prices vs. Quantities”, *Review of Economic Studies*, Vol. 44, 1977, pp.177-182.
  8. Laffont, Jean-Jacques and Jean Tirole, 1986. “Using Cost Observation to Regulate Firms”, *Journal of Political Economy*, Vol. 94, 1986, pp.614-641.
  9. Levin, D., “Taxation within Cournot Oligopoly”, *Journal of Public Economics*, Vol.27, 1985, pp.282-290.
  10. Loeb, M. and W.A. Magat, “A Decentralized Method for Utility Regulation”, *Journal of Law and Economics*, Vol. 22, 1979, pp.399-404.
  11. Moore, C. and A. Miller, *GREEN GOLD - Japan, Germany, the United States, and the Race for Environmental Technology*, Beacon Press, Boston, 1994.
  12. Riordan, M.H. and D. Sappington, “Awarding Monopoly Franchises”, *American Economic Review*, Vol.77. 1987, pp.375-387.
  13. Sappington, D. and D. Sibley, “Regulating without Cost Information”, *International Economic Review*, Vol. 29, 1988, pp.297-306.
  14. Shaffer, S., “A First-Best Regulatory Tax for Oligopoly”, *Journal of Regulatory Economics*, Vol. 1, 1989, pp.373-389.
  15. Shaffer, S., “Optimal Linear Taxation of Polluting Oligopolists”, *Journal of Regulatory Economics*, Vol. 7, 1995, pp.85-100.
  16. Sibley, D., “Asymmetric Information, Incentives and Price Cap Regulation”, *Rand Journal of Economics*, Vol. 20, 1989, pp.392-404.
  17. Spulber, D.F., “Optimal Environmental Regulation under Asymmetric Information”, *Journal of Public Economics*, Vol. 35, 1988, pp.163-181.
  18. Varian, Hall R., “A Solution to the Problem of Externalities when Agents are Well-Informed”, *discussion paper*, 1993.
  19. Weitzman, M. L., “Prices vs. Quantities”, *Review of Economic Studies*, Vol. 41, 1974, pp.477-491.
  20. Weitzman, M. L., “Optimal Rewards for Economic Regulation”, *American Economic Review*, Vol. 68, 1978, pp.683-691.