

寡占市場의 環境汚染規制를 위한 最適誘引制度에 관한 研究

金 在 哲* · 李 相 鎬**

< 目 次 >

- I. 序 論
- II. 基本 假定
- III. 靜態的 最適誘引制度
- IV. 動態的 最適誘引制度
- V. 動態的 最適誘引制度의 性質
- VI. 結 論
- 附錄：最適誘引制度의 導出

I. 序 論

기업이 生産活動을 하는데 있어서 필요불가결한 生産요소 중의 하나가 環境財라는 資源이다. 그러나 社會의 公共財인 環境財는 그 所有권을 뚜렷하게 주장하고 나설 수 있는 경제주체가 존재하지 않은 까닭에, 기업은 이것을 사용할 때 노동, 자본, 토지 등의 所有주가 존재하는 사재화와는 다른 행태를 보이게 된다. 기업은 자신의 生産활동에서 汚染이라는 外部不經濟(마이너스 公共財)를 유발하여 環境財의 파괴, 손모 등의 道德的 危害行爲(moral hazard)를 일으키는 것이다. 이러한 이유로 정부는 기업의 環境財 사용행위(구체적으로 오염배출행위)에 대한 所有권 행사를 대리해야 하는 當위성이 생기게 된다. 이는 環境汚染을 줄이기 위해 정부가 市場기능의 실패를 극복하고 정책적

* 韓國科學技術院 經營政策學科 副教授

** 同 經營政策學科 博士課程

규제수단을 동원해야 함을 의미한다. 그러나 생산활동은 環境財의 손모를 필연적으로 가져오는 상반관계를 가지고 있기 때문에 산업을 발전시키는 문제와 환경파괴를 최소화하는 環境財 보존문제를 어떻게 균형적으로 조화시키느냐가 汚染을 유발하는 산업에 대한 환경정책에 있어서 가장 중요한 사안이라고 할 수 있다.

대부분의 비경제학적 논의에서는 環境規制政策으로 환경보전법의 제정을 통한 오염배출기준의 강화, 제재규정의 강화, 기업의 社會的 책임의식 고취 등의 法的, 社會的 대응을 강구하고 있다. 반면, 경제학자들은 環境汚染을 방지하기 위한 방법으로 정부가 기업의 생산활동에 개입하여 最適產出物을 생산함과 아울러 最適의 汚染量을 배출하도록 규제하는 경제적 대안을 연구하고 있다. 많은 경제학자들은 最適 汚染稅(Pollution Tax)를 부과하는 방안을 제시하고 있는데, 이는 범규집행에 수반되는 社會的 費用을 절약하면서 기업의 오염발생량을 줄일 수 있기 때문이다. 즉, 汚染稅와 같은 가격규제로써 社會的으로 비용을 가장 적게 들여 環境汚染을 효과적으로 방지할 수 있다. 그러나 현실적으로 기업의 산출물 생산함수나 오염배출역제 비용조건에 대한 정보의 부족으로 효과적인 汚染稅 기준을 마련하는데 많은 문제점이 발생하고 있다. 따라서 최근의 환경경제학 연구는 이러한 정부와 규제기업간의 정보의 비대칭성에 대해 논의를 집중시키고 있으며, 이 정보의 비대칭성을 극복하기 위한 효과적인 방법으로 유인을 통한 자발적 규제수단을 강구하고 있다.

Baron and Myerson(1982), Laffont and Tirole(1986) 등은 기업들이 자신의 비용조건을 진실하게 보고하게 함으로써, 이를 바탕으로 정부가 社會的 最適을 달성하도록 규제하는 비용보고제(truth-telling mechanism)를 제시하였다. 특히 環境規制에 있어서 Dasgupta, Hammond, and Maskin(1980), Spulber(1988) 등이 이러한 비용보고제를 활용하고 있다. 반면, Loeb and Magat(1979), Sappington and Sibley(1988) 등은 독점기업의 비용조건에 대한 정보가 없는 상황하에서도 수요조건에 대한 정보만 있다면 補助金を 이용해 社會的으로 最適인 產出量을 생산하게 할 수 있음을 보였다.

과점시장의 環境規制에 있어서 최근 Kim and Chang(1993)은 Loeb and Magat의 독점시장의 靜態的 分析을 과점으로 확장시켜, 補助金 誘引制度和 汚染稅 賦課制를 사용하여 비용조건에 대한 정보와 상관없이 과점시장의 產出量과 汚染排出量이 社會的 最適이 되도록 하는 誘引規制制度를 제시하였다.

현실적으로 기업을 규제하는 정부의 입장에서 각 기업의 비용조건을 정확히 안다는 것은 불가능하며 또한 규제대상인 기업의 수가 증가할수록 각 기업으로부터 비용정보를 알아내는 것도 막대한 어려움이 따른다. 더군다나 기업의 입장에서 汚染排出量에 따라 租稅를 지불해야 하는 상황이라면 오염배출 억제 비용 (예를 들어 오염방지 시설비용)에 대한 정보를 정부에 정확히 보고하지 않는 道德的 危害가 발생할 가능성도 크다. 이러한 측면에서 보았을 때, 비용정보가 더 이상 제약조건이 될 수 없는 Kim and Chang의 分析은 매우 유용한 제도가 될 수 있음을 알 수 있다. 그들의 規制制度下에서는 기업자체가 생산한 生産量에 의한 소비자 잉여(consumers' surplus)의 증가분을 補助金으로 주고, 반면 汚染排出量에 의한 소비자 잉여의 감소분 (또는 사회적 손실의 증가분)을 租稅로 부과하게 된다. 그러나 그들의 分析은 靜態的인 分析에 국한되어 매기마다 동일하게 生産量에 대한 보조와 汚染排出量에 대한 租稅를 징수해야 하는 한계가 있다. 즉, 그들이 사용한 “증가분”이란 개념은 한 기간에 그 기업이 다른기업에 비해 消費者 厚生(社會的 손실)에 영향을 미친 기여분을 의미하는 것으로 기간별 기여분은 고려하지 않았다. 따라서 본 연구에서는 Kim and Chang의 모델을 多期間(multi-period)으로 分析하여 動態的인 측면을 고려해 보기로 한다. 실제로 각 기업의 生産量이나 汚染排出量은 정부에 의해 주기적으로 관측되고 있으며, 이러한 사실에서 多期間 分析은 Kim and Chang 제도보다 더 적은 補助金 (혹은 더 적은 汚染稅)으로 社會的 最適을 얻을 수 있도록 함으로써 補助金 부담의 문제를 상대적으로 줄일 수 있다는 점에서 유용한 효과를 가져다 준다.

본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 먼저, 第Ⅱ節에서는 最適誘引制度가 실행될 수 있는 基本假定과 環境設定에 대해 언급하기로 한다. 그리고, 第Ⅲ節에서는 논의의 편의성과 비교의 효과성을 위해 Kim and Chang의 規制制度를 재고해 보기로 한다. 第Ⅳ節에서는 이 연구논문에서 제시하고자 하는 動態的 誘引規制制度를 설명하고, 이 제도가 갖는 경제적 의의 및 그 특징을 살펴보기로 한다. 또한 이를 바탕으로 기타 規制制度와의 유사점 등을 살펴보기로 한다. 마지막으로 第Ⅴ節에서는 이 연구의 향후 연구방향을 제시하며 이 글을 끝맺고자 한다. 한편 附錄에서는 Kim and Chang의 제도와 본 연구에서 제시하는 제도가 導出되는 과정을 수식모델로써 포괄적으로 설명하기로 한다.

II. 基本 假定

1. 企業에 대한 假定

어떤 산업내에 N 개(≥ 1)의 기업이 매기간 동안 동일한 生産物을 산출하고 있으며, 이 생산행위는 外部不經濟인 汚染을 배출한다. 이때 기간 $T(=0, \dots, \infty)$ 에서 기업 $i(=1, \dots, N)$ 의 生産量과 汚染排出量은 각각 Y_i^t 와 X_i^t 로 정의한다. 또한 시장전체의 生産量과 汚染排出量은 $Y^t(=\sum_{(i)} Y_i^t)$ 와 $X^t(=\sum_{(i)} X_i^t)$ 로 정의한다. 여기서, 각 기업의 汚染排出量(X_i^t)는 그 기업의 生産量(Y_i^t)와 오염억제노력(Z_i^t)에 의해 결정된다. 즉 기업 i 의 汚染生産量은 다음과 같은 성질을 갖는다.

$$X_i^t = X_i(Y_i^t, Z_i^t)$$

$$\frac{\partial X_i}{\partial Y_i^t} > 0, \frac{\partial X_i}{\partial Z_i^t} \leq 0, X_i(0, Z_i^t) = 0$$

각 기업의 비용조건은 매기간 동일하다고 가정하며, 기업 i 의 비용조건은 다음과 같이 표현된다.¹⁾

$$C_i^t = C_i(Y_i^t, Z_i^t)$$

$$\frac{\partial C_i}{\partial Y_i^t} > 0, \frac{\partial C_i}{\partial Z_i^t} \leq 0, C_i(0, 0) = 0$$

한편 각 기업들은 매기간마다 지속적으로 쿠르노-내쉬(Cournot-Nash)적인 기업행동을 한다. 즉 각 기업은 자신의 행위(生産量이나 汚染排出量)를 결정하는 데 있어서 자신의 행위에 따른 다른 기업의 반응은 고려하지 않는다.²⁾

1) 논의의 편의상 t 기에서 기업 i 의 총지출액은 C_i^t 라고 가정한다. 물론 규제하에서는 기업의 戰略的인 행위가 발생하리라 예측할 수 있으나 이에 대한 논의는 結論부분에서 언급하고 있다. 한편 수학적으로 본 연구결과의 충분조건을 만족하기 위해서는 생산비용조건이 生産量과 汚染抑制努力에 대해 볼록함수임이 보장되어야 한다.

2) 기업간의 상호행위분석은 conjectural variation 변수를 고려하면 된다. 본 연구는 이 값이 0인 쿠르노 과점에 국한하고 있으나 모델의 확장은 쉽게 이루어질 수 있다. Kim and Chang (1993), Kim and Lee(1993) 참조. 쿠르노 과점시장에서는 각 기업의 행위가 다른 기업의 반응에 영향을 미치지 않으며 각 기업은 다른 기업의 행위가 주어진 값으로 고정되어 있다고 믿고 모두 독립적으로 자신의 생산물이나 汚染排出量의 수준을 결정한다. 즉 $\partial Y_i^t / \partial Y_j^t = \partial X_i^t / \partial X_j^t = 0$. 여기서 $Y_i^t = \sum_{j \neq i} Y_j^t$, $X_i^t = \sum_{j \neq i} X_j^t$.

또한, 각 기업은 생산활동을 결정하는 데 있어서 매기의 이윤(π_i^t)을 할인율 δ ($0 < \delta < 1$)에 따라 현재가치화한 총이윤($\pi = \sum_{(t)} \delta^{t-1} \pi_i^t$)을 최대화하는 행위를 한다.

2. 消費者에 대한 假定

소비자의 효용함수는 매기간 동일하다고 가정하며, 기업의 生産物을 소비함으로써 얻는 消費者 厚生(consumers' benefit)은 다음과 같은 시장수요함수에 의해 표현된다.³⁾

$$P^t = P(Y^t)$$

$$P' < 0$$

한편 기업의 오염배출행위에 의한 消費者 厚生の 감소는 다음의 社會的 損失函數에 의해 나타난다.

$$D^t = D(X^t)$$

$$D' > 0, D'' \geq 0, D(0) = 0$$

3. 規制環境에 대한 假定

규제자는 정보의 비대칭적인 상황하에 놓여있다. 각 기업은 자신의 비용함수와 시장의 수요함수에 대해 완전정보를 가지고 있는 반면, 규제자는 기업의 비용조건에 대한 정보는 아무것도 가지고 있지 않으며 시장의 需要函數과 汚染에 의한 損失函數에 대해서는 알고 있다.

기간 t 에서 규제자는 이번기와 지난기의 각 기업의 生産量과 汚染排出量을 관찰할 수 있다. 또한 규제자는 生産量과 汚染排出量에 관한 각 기업의 비용함수는 모르지만 지난기의 전체적인 총지출액은 회계장부에 의해 관찰할 수 있다.

기간 0에서 각 기업은 임의의 규제(물론 규제가 없는 상황도 포함한다)에

3) 시장수요함수는 오염배출량에 무관하며 생산량에만 의존한다고 가정한다. 또한 수학적으로 소비자의 선호가 生産量에 대해 볼록함수임을 가정한다.

적용받아 일정한 賦課稅 (혹은 補助金) T_i^0 를 내고 있다. 이때 이 기업은 生産量과 汚染排出量 그리고 총지출액을 각각 Y_i^0 , X_i^0 , C_i^0 만큼 산출하고 있으며 非陰의 이윤을 얻고 있다고 가정한다.

$$\pi_i^0 = P(Y_0)Y_i^0 - C_i^0 - T_i^0 \geq 0$$

이제 정부는 1기에서부터 새로운 賦課稅를 각 기업에게 지속적으로 적용한다고 한다. 이때, 규제자는 소비자의 잉여와 생산자의 이윤을 합한 社會의 厚生을 극대화하는 목적함수를 가지고 있다고 가정한다. 즉 정부는 규제가 시행되는 1기부터 매기의 社會厚生을 현재가치화한 社會全體厚生 W 를 최대화한다.

$$\text{Max}_{(Y_i, Z_i)_{i=1, \dots, N}} W = \sum_{t=1}^{\infty} \delta^{t-1} (CS^t + \sum_{i=1}^N R_i^t)$$

여기서, R_i^t 는 t 기의 기업 i 의 운영이윤 즉 $R_i^t = P(Y^t)Y_i^t - C_i^t$

CS^t 는 t 기의 소비자 잉여 즉 $CS^t = \int_0^{Y^t} P(v)dv - D(X^t) - P(Y^t)Y^t$

여기서 社會的 最適解를 구하기 위한 일차조건을 구하면 다음의 (1)과 같다.

$$\frac{\partial W}{\partial Y_i^t} > \delta^{t-1} \left(P(Y^t) - D'(X^t) \frac{\partial X_i}{\partial Y_i^t} - \frac{\partial C_i}{\partial Y_i^t} \right) \leq 0, \quad (1)$$

$$Y_i^t \frac{\partial W}{\partial Y_i^t} = 0, \quad Y_i^t \geq 0$$

$$\frac{\partial W}{\partial Z_i^t} > \delta^{t-1} \left(-D'(X^t) \frac{\partial X_i}{\partial Z_i^t} - \frac{\partial C_i}{\partial Z_i^t} \right) \leq 0,$$

$$Z_i^t \frac{\partial W}{\partial Z_i^t} = 0, \quad Z_i^t \geq 0$$

논의의 편의상 유일한 最適解 $(Y_i^*, Z_i^*)_{i=1}^N$ 가 존재한다고 가정하면, 社會最適의 상황하에서는 각 기업의 生産量 (Y_i^*)과 오염배출 억제노력 (Z_i^*)은 다음과 같이 일반적인 “限界費用=限界價值” 수준에서 결정됨을 알 수 있다. 물론 사회적 최적해는 충분조건을 만족하고 있음을 알 수 있다.

$$\partial C_i(Y_i^*) / \partial Y_i^* = P(Y_i^*) - D'(X^t) \partial X_i / \partial Y_i^*, \quad (2)$$

$$\partial C_i(Z_i^*) / \partial Z_i^* = -D'(X^*) \partial X_i / \partial Z_i^*.$$

Ⅲ. 靜態的 最適誘引制度

1. 靜態的 誘引規制制度

Kim and Chang(1993)에 의해 제시된 靜態的 最適誘引制度를 살펴보기로 한다. 이 規制制度下에 있는 기업은 매기마다 다음의 식(3)과 같은 賦課稅를 지불하게 된다.

$$T_i^t = A_1(X_i^t, X_i^t) + A_2(Y_i^t, Y_i^t) \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{여기서, } A_1(X_i^t, X_i^t) &= \int_0^{X_i^t} D'(u + X_i^t) du \\ A_2(Y_i^t, Y_i^t) &= \int_0^{Y_i^t} D'(u + X_i^t) du \end{aligned}$$

식 (3)에서 보는 바와 같이 靜態的 規制制度는 두 부문으로 나뉘어져 있음을 알 수 있다. 먼저, 첫번째 부문인 A_1 은 環境汚染量에 대한 것으로 다음의 식 (4)와 같이 바뀌 쓸 수 있다. 이는 이번기의 자신의 汚染排出量(X_i^t)에 의한 社會的 총손실의 증가분만큼에 해당하는 汚染稅를 부담하게 됨을 의미한다.

$$A_1(X_i^t, X_i^t) = \int_0^{X_i^t} D'(u + X_i^t) du = D(X_i^t) - D(X_i^t) \quad (4)$$

또한 두번째 부문인 A_2 도 다음의 식 (5)와 같이 바뀌 쓸 수 있다. 역시 이는 이번기의 자신의 生産量(Y_i^t)에 의한 소비자 잉여의 증가분만큼에 해당하는 補助金을 받게됨을 의미한다.

$$\begin{aligned} A_2(Y_i^t, Y_i^t) &= \int_0^{Y_i^t} u P'(u + Y_i^t) du \\ &= -\left\{ \int_0^{Y_i^t} P(u + Y_i^t) du - P(Y_i^t) Y_i^t \right\} \end{aligned} \quad (5)$$

따라서, 이 誘引制度下에서 각 기업은 이번기의 자신의 행위가 시장에 영향을 미친 消費者 厚生에의 逆寄與分(汚染에 따른 消費者 厚生の 감소분 - 生産量에 따른 消費者 厚生の 증가분) 만큼에 해당하는 賦課稅를 내게된다. 이 경우 汚染排出量에 대해서 부과되는 汚染稅와 산출된 生産物에 대해서 부과되는 補助

금의 크기에 따라 賦課稅의 값이 양수인 租稅이거나 음수인 補助金이 될 수 있어 서로 相殺關係에 놓여있다.

여기서, (정리 1)에서 보는 바와 같이 이 誘引規制制度下에 있는 각 기업들은 社會的으로 最適인 汚染排出量과 生産量を 산출함을 알 수 있다.

(定理 1) 靜態的 誘引規制制度하에 있는 모든 企業은 다음과 같은 性質을 갖는다.

- (1) 각 企業은 매기마다 社會的으로 最適인 生産量과 汚染排出量を 產出한다.
- (2) 각 企業은 매기마다 非陰의 利潤을 얻게된다.

(증명) 靜態的 規制制度下에 있는 기업의 매기의 이윤함수는 다음과 같다.

$$\begin{aligned}\pi_i^t &= P(Y^t)Y_i^t - C_i^t - T_i^t \\ &= \int_0^{Y_i^t} P(u+Y_{-i}^t)du - \int_0^{X_i^t} D'(u+X_{-i}^t)du - C_i(Y_i^t, Z_i^t)\end{aligned}$$

이 기업은 자신에 의한 社會的 厚生에의 기여분(혹은 자신의 행위가 사회에 기여한 社會的 厚生の 증가분) 만큼에 해당하는 이윤을 얻게 된다. 따라서, 이 기업에 의한 社會的 厚生の 증가분이 양의 값인 이상 항상 이 기업은 매기마다 非陰의 이윤을 얻게 된다. 즉 이 기업이 생산활동에 참여하지 않으면 ($Y_i^t=Z_i^t=0$), 이 기업의 이윤은 0이 되므로 총이윤을 극대화하는 生産量과 오염억제노력 수준하에서는 항상 비음의 이윤을 얻게됨을 알 수 있다. 이때, 현재가치화한 총이윤을 극대화하려는 이 기업의 목적함수는 다음과 같다.

$$\begin{aligned}\text{Maximize}(x_i^t, y_i^t)\pi_i \\ = \sum_{t=1}^x \delta^{t-1} \left\{ \int_0^{Y_i^t} P(u+Y_{-i}^t)du - \int_0^{X_i^t} D'(u+X_{-i}^t)du - C_i(Y_i^t, Z_i^t) \right\}\end{aligned}$$

여기서 총이윤을 극대화하는 일차조건을 구하면,

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial Y_i^t} = P(Y^t) - D'(X^t) \frac{\partial X_i^t}{\partial Y_i^t} - \frac{\partial C_i(Y_i^t, Z_i^t)}{\partial Y_i^t} = 0$$

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial Z_i^t} = -D'(X^t) \frac{\partial X_i^t}{\partial Z_i^t} - \frac{\partial C_i(Y_i^t, Z_i^t)}{\partial Z_i^t} = 0$$

이는 식 (2)의 社會的으로 最適인 결과와 일치한다. 또한 충분조건인 2차 조건도 만족함을 쉽게 알 수 있다. (증명 끝)

2. 靜態的 規制制度의 性質

식 (3)에서 보듯이 위의 誘引規制制度는 이번기에 행한 각 기업의 生産量과 汚染排出量에 따라 賦課稅를 징수하고 있다. 즉 지난기의 각 기업의 경제행위는 고려하지 않은 靜態的 分析인 것이다. 사실 이러한 靜態的 分析의 시발은 오염배출이 없는 독점기업을 대상으로 分析한 Loeb and Magat(1979)에서 찾을 수 있다. 그들의 規制制度下에서는 규제자가 총소비자 잉여를 독점기업에게 보조함으로써 독점기업으로 하여금 규제자의 목적함수를 해결하도록 유인하고 있다. 즉 補助金의 양을 소비자 잉여와 같게 줌으로써 독점기업을 社會的 最適으로 유인할 수 있는 것이다. 이는 賦課稅를 음의 양 만큼 부과하는 것과 같은 것으로 오염이 없고 독점기업인 경우, 즉 식 (3)에서 $N=1$, $X_i^t = X_1^t = Y_1^t = 0$ 인 경우와 같다. 이때, 賦課稅는 다음의 Loeb-Magat 제도와 같다.

$$-T_i^t = \int_0^Y P(v)dv - P(Y)Y$$

따라서 靜態的 誘引規制制度는 Loeb-Magat제도를 汚染이 있는 과점시장으로 확장한 것이라고 볼 수 있다.

한편, 靜態的 誘引規制制度는 아직도 生産量에 대해 보조되는 補助金의 양적인 부담문제가 남아있는 것은 사실이지만, Loeb-Magat의 規制制度에서 발생하는 補助金의 부담문제를 크게 줄였다는 점에서 또 다른 의의가 있다. 總社會的 厚生을 독점기업이 갖게 되는 Loeb-Magat제도와는 달리 社會的 厚生の 일부만을 과점기업들이 나누어 갖게 됨으로써 補助金에 의한 분배적 불균형을 다소나마 해결할 수 있는 것이다.⁴⁾

4) 이에 대한 자세한 논의는 Kim and Chang(1993)의 논문을 참조하기 바람.

또한 靜態的 誘引規制制度下에서 규제자는 기존의 환경문제 해결을 위한 경제학적 접근에서 필요로 하는 생산기술이나 環境汚染 억제시설기술에 대한 정보에 대한 조건이 전혀 필요하지 않게 된다. 이는 기업의 生産量에 대한 기술적 비용조건에 대한 정보의 수집비용이 전혀 들지 않고도 효율적으로 각 기업을 社會的 最適인 수준으로 행동하도록 유인할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 물론, 수요조건이나 環境汚染에 따른 社會厚生의 손실분이 추정되어야 하는 조건이 있으나, 식 (3)에서 보는 바와 같이 완전한 정보를 필요로 하지 않고 부분정보(편미분값)만을 필요로 한다는 점에서 심각한 문제는 아니라고 할 수 있다.

따라서 이러한 靜態的 誘引規制制度의 장점을 흡수하면서 단점으로 볼 수 있는 補助金의 양을 최소로 줄일 수 있는 방안이 고려되어질 필요가 있다. 이러한 취지에서 식 (3)을 살펴보면, 賦課稅를 설정할 때 기업의 현재기의 결정 변수인 X_i^t , Y_i^t 에 영향을 미치지 않는 총괄과세(lump-sum tax)를 부과함으로써 補助金의 양을 줄일 수 있다. 第IV節에서는 현실적인 방안의 하나로 動態的 最適誘引規制制度를 제시하기로 한다. 현재기의 生産物이나 汚染排出量에만 근거하기보다는 전기의 행위를 반영함으로써 社會的 厚生の 기간별 부분적 증가분에 대한 賦課稅를 징수함으로써 역시 社會的 最適이 달성될 수 있음을 보이고자 한다.

IV. 動態的 最適誘引制度

動態的 誘引規制制度下에서 규제자는 각 기업으로 하여금 매기마다 다음의 식 (6)과 같은 賦課稅를 지불하게 한다.

$$T_i^t = B_1(X_i^t, X_{-i}^t, Y_i^t, Y_{-i}^t) + B_2(X_i^{t-1}, X_{-i}^{t-1}, Y_i^{t-1}, Y_{-i}^{t-1}) \quad (6)$$

여기서,

$$B_1(X_i^t, X_{-i}^t, Y_i^t, Y_{-i}^t) = \int_0^{X_i^t} D'(u + X_{-i}^t) du + \int_0^{Y_i^t} u P'(u + Y_{-i}^t) du$$

$$B_2(X_i^{t-1}, X_{-i}^{t-1}, Y_i^{t-1}, Y_{-i}^{t-1}) = \int_0^{Y_i^{t-1}} P(u + Y_{-i}^{t-1}) du - \int_0^{X_i^{t-1}} D'(u + X_{-i}^{t-1}) du - C_i^{t-1}$$

위의 식 (6)에서 첫째 부분은 靜態的 誘引規制制度인 식 (3)과 동일함을 알 수 있다. 즉 B_1 은 이번기의 消費者 厚生에의 逆寄與分이다. 한편, 둘째부분 B_2 는 (다른 모든 기업의 행위 변화분을 고려하지 않은 상태에서) 지난기 동안

이 기업의 社會的 厚生에 대한 기여분이다. 따라서 動態的 誘引規制制度는 이 기업에 의한 이번기의 消費者 厚生에의 逆寄與分에서 지난기의 社會的 厚生에의 기여분 만큼을 더한 양 만큼을 이 기업에게 賦課稅로 책정하는 제도이다. 즉 動態的 誘引規制制度는 지난기에 비해 추가적으로 이번기에 더한 각 기업의 生産量과 汚染排出量에 따라 賦課稅를 징수하고 있다. 이 부과세의 경제적인 의미를 자세히 살펴보기 위해서 각 기업의 이윤함수를 보면 다음의 식(7)과 같다.⁵⁾

$$\begin{aligned}\pi_i^t &= P(Y^t)Y_i^t - C_i^t - T_i^t \\ &= \left\{ \int_{Y_i^{t-1}}^{Y_i^t} P(u+Y_i^{t-1})du - (C_i^t - C_i^{t-1}) \right\} - \left\{ \int_{X_i^{t-1}}^{X_i^t} D'(u+X_i^{t-1})du \right\} \quad (7)\end{aligned}$$

이제 식 (7)에서 보는 바와 같이 動態的 規制制度下에 있는 기업의 이윤함수는 두 부분으로 나누어져 있음을 알 수 있다. 먼저, 첫번째 부분은 產出量의 증가분에 관한 것으로 지난기에 비해 이번기에 더 증가한 자신의 產出量($Y_i^t - Y_i^{t-1}$)에 의한 社會的 厚生の 증가분 만큼에 해당하는 이윤의 陽(+)적인 면을 의미한다. 또한 두번째 부분은 環境汚染量에 대한 것으로 지난기에 비해 이번기에 더 증가한 자신의 汚染排出量($X_i^t - X_i^{t-1}$)에 의한 社會的 총손실의 증가분 만큼에 해당하는 이윤의 陰(-)적인 면을 의미한다. 따라서 이러한 動態的 誘引制度下에서 각 기업은 지난기에 비해 이번기에 자신의 행위가 추가적으로 시장에 영향을 미친 社會的 厚生の 변화분(產出量에 따른 社會的 厚生の 증가분 + 汚染에 따른 社會的 厚生の 감소분) 만큼에 해당하는 이윤을 얻게 된다. 결국 이 規制制度下에 있는 모든 기업은 자신에 의한 社會的 厚生の 기간별 변화분을 이윤으로 얻게 된다. 이때, 이번기의 汚染排出量이 지난기보다 작으면(이번기의 產出量이 지난기보다 적으면) 陰의 租稅(陰의 補助金)를 얻을 수 있게 된다. 따라서 이 誘引制度下에서 각 기업은 汚染排出量에 대해서 오히려 補助金을 받을 수 있으며, 산출된 生産量에 대해서도 오히려 租稅를 낼 수도 있다. 이런 의미에서 靜態的 分析의 相殺關係와는 다른 의미가 있음을 알 수 있다. (정리 2)에서는 動態的 誘引規制制度下에 있는 각 기업들은 社會的으로 最適인 汚染排出量과 生産量을 산출함을 보여주고 있다.

5) 여기서 식 (6)을 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$T_i^t = P(Y^t)Y_i^t + \int_{X_i^{t-1}}^{X_i^t} D'(u+X_i^{t-1})du - \int_0^{Y_i^t} uP'(u+Y_i^{t-1})du - C_i^{t-1}$$

(定理 2) 動態의 誘引規制制度下에 있는 모든 企業은 다음과 같은 性質을 갖는다.

- (1) 각 企業은 매기마다 社會的으로 最適인 生産量과 汚染排出量을 產出한다.
- (2) 각 企業은 規制施行 1期에만 非陰의 利潤을 얻는다.
또한, 2기 이후부터는 정상이윤(0)만을 얻게된다.

(증명) 動態의 規制制度下에 있는 기업의 매기의 이윤함수는 식(7)에 나타나 있다. 이 企業은 자신에 의한 社會的 厚生의 期間별 증가분 만큼에 해당하는 이윤을 얻게 된다. 따라서 이 企業에 의한 社會的 厚生의 期間별 증가분인 양의 값인 이상 항상 이 企業은 매기마다 非陰의 이윤을 얻게 된다. 즉 이 企業이 전기와 같은 生産활동을 하게 된다면 $(Y_i^t=Y_i^{t-1}, Z_i^t=Z_i^{t-1})$ 이 企業의 이윤은 0이 되므로, 총이윤을 극대화하는 生産량과 오염억제노력 수준하에서는 항상 양의 이윤을 얻게됨을 알 수 있다. 이때, 현재가치화한 총이윤을 극대화하려는 이 企業의 목적함수는 다음과 같다.

$$\text{Maximize}(X_i^t, Y_i^t)\pi_i$$

여기서,

$$\begin{aligned} \pi_i = & \sum_{t=1}^{\infty} \delta^{t-1} \left\{ \int_{Y_i^{t-1}}^{Y_i^t} P(u+Y_i^t) du - \int_{X_i^{t-1}}^{X_i^t} D'(u+X_i^t) du \right. \\ & \left. - [C_i(Y_i^t, Z_i^t) - C_i(Y_i^{t-1}, Z_i^{t-1})] \right\} \end{aligned}$$

여기서 총이윤을 극대화하는 일차조건을 구하면

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_i}{\partial Y_i^t} = & \{P(Y_i^t) - D'(X_i^t) \frac{\partial X_i^t}{\partial Y_i^t} - \frac{\partial C_i(Y_i^t, Z_i^t)}{\partial Y_i^t}\} \\ & - \delta \{P(Y_i^t + Y_i^{t+1}) - D'(X_i^t + X_i^{t+1}) \frac{\partial X_i^{t+1}}{\partial Y_i^t} - \frac{\partial C_i(Y_i^t, Z_i^t)}{\partial Y_i^t}\} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_i}{\partial Z_i^t} = & \{-D'(X_i^t) \frac{\partial X_i^t}{\partial Z_i^t} - \frac{\partial C_i(Y_i^t, Z_i^t)}{\partial Z_i^t}\} \\ & - \delta \{-D'(X_i^t + X_i^{t+1}) \frac{\partial X_i^{t+1}}{\partial Z_i^t} - \frac{\partial C_i(Y_i^t, Z_i^t)}{\partial Z_i^t}\} = 0 \end{aligned}$$

여기서, $Y_i^{t+1}=Y_i^t$, $X_i^{t+1}=X_i^t$ (for all t)가 企業 i의 최적해라고 가정하자. 이때, 위의 일차조건에서 $P(Y_i^{t+1}+Y_i^{t+1})=P(Y_i^t, Y_i^t)=P(Y_i^t)$, $D(X_i^t+$

$X_t^{t+1}=D(X_t^t, X_t^t)=D(X_t^t)$ 이다. 따라서 $Y_t^{t+1}=Y_t^t, X_t^{t+1}=X_t^t$ (for all t)가 최적해임을 알 수 있다. 또한, 충분조건인 2차 조건도 만족함을 쉽게 알 수 있다. 그리고 이는 역시 社會的으로 最適인 결과 (2)와 일치한다. 한편, 2기부터는 기업의 행위가 항상 社會的 最適과 동일하기 때문에 추가적인 이윤의 증가는 발생하지 않는다. 즉 $Y_t^t=Y_t^{t+1}, Z_t^t=Z_t^{t+1}$ 이면 $\pi_t^{t+1}=0$. (증명 끝)

V. 動態的 最適誘引制度의 性質

식 (6)에서 얻은 動態的 誘引規制制度는 靜態的인 誘引規制인 Kim and Chang의 分析을 다기간으로 확장시킨 것으로 靜態的 分析이 가지고 있는 성질을 그대로 유지하고 있다. 또한 각 기업의 動態的 행동변화 즉 추가적인 社會的 厚生の 손실(혹은 증진) 정도에 따라 이윤의 양을 결정함으로써 動態的 誘引規制만이 갖는 특성도 나타나고 있다.

첫째, 動態的 誘引規制下에 있는 모든 기업은 靜態的 誘引規制下에 있는 경우와 마찬가지로 매기간마다 社會的으로 最適인 生産량과 汚染排出量を 산출하지만 動態的 最適誘引規制制度下에 있는 기업은 단지 규제가 시작되는 1기에서만 非陰의 이윤을 얻을 수 있으며 그 이후의 기간동안에는 모두 正常利潤(0)만을 얻게 된다. 특히, 2기에서부터는 각 기업이 사회 最適인 행위를 유지하기 때문에 기업의 비용조건이 규모의 체감(Decreasing Returns to Scale)인 경우 $T_t^t=P(Y^*)Y_t^*-C_t^*$ 만큼의 租稅를 부과하게 될 수 있다는 특징이 있다. 따라서 動態的 誘引規制의 적용을 받는 기업은 正常利潤下에서 社會的 最適을 이루게 되는 완전경쟁시의 효과가 나타나게 된다.

둘째, 이 誘引規制하의 각 기업은 '追加的인 社會的 厚生の 증진' 즉 社會的 厚生の 증진분에서 社會的 손실분을 뺀 정도 만큼 이윤을 얻는다. 따라서, 각 기업은 이번기에 자신이 추가적으로 유발한 汚染에 의한 피해비용만을 스스로 부담하게 된다. 또한 2기부터는 계속해서 社會的 最適의 汚染排出量を 배출하기 때문에 이 기업에 의한 추가적인 汚染이 발생하지 않아서 모든 조건이 안정적인 한 汚染排出量에 따른 이윤의 변화는 발생하지 않는다. 이와같은 성질은 환경분야에 있어서 靜態的 誘引制度와 다른 특징이다. 식 (4)에서 보듯이 그들의 제도하에서는 매기마다 자신의 最適 오염배출에 의한 社會的 厚生손실만큼을 지속적으로 지불하는 '汚染者 負擔原則(Polluters Pay Principle)'이 지

켜지는 반면, 산출된 生産量에 의해 汚染稅 지불이후에도 正常利潤이상의 이윤획득은 얼마든지 가능하다. 한편, 動態的 誘引規制下에서는 기업의 이윤을 (완전경쟁시의) 正常利潤수준으로 만들어 놓고 이때 발생하는 社會最適 汚染排出量에 의한 社會的 厚生の 損失은 사회에서 감수하도록 하는 '社會最適汚染의 社會負擔(Social Burden)'이 이루어지고 있다. 즉 식 (6)에서 2기 이후에는 $X_t^i = X_{t+1}^i$ 이 성립하기 때문에 汚染量에 대한 租稅部門은 없어진다.

세제, 動態的 最適誘引制度는 靜態的인 경우보다 租稅액의 측면에서 더 적은(혹은 補助金の 측면에서 더 적은) 액수를 받을 수 있기 때문에 租稅收入의 부과(補助金の 支給)이라는 측면에서 정부규제의 부담을 경감시킬 수 있다. 이는 규제전(0기)에 각 기업들의 생산 및 오염배출 행위가 어느 정도 사회에 긍정적으로 기여하고 있었던 상황하에서는 動態的 誘引規制制度의 실시로 추가적인 기여분만을 제재하기 때문에 보조되는 부문의 양이 감소할 수 있기 때문이다.⁶⁾ 사실, 動態的 誘引規制下에서는 靜態的인 誘引規制와는 다른 租稅와 補助金間의 相殺關係에 놓여져 있기 때문에 이러한 성질이 나타난다. 動態的 規制下의 相殺關係는 靜態的 規制下의 그것보다 더 포괄적인 의미를 지닌다. 靜態的 規制下에서는 생산물에 대한 補助金과 汚染排出量에 대한 租稅間의 상쇄관계를 의미하지만, 動態的 規制하에서는 그러한 의미에 더하여 전기의 행위(생산물과 汚染排出量)와의 비교차이에 따른 補助金이나 租稅가 발생하여 상쇄관계를 이루는 이중의 의미가 있다.

네째, 動態的 誘引制度는 靜態的 誘引制度和 같이 규제하에 있는 모든 기업에게 그 행위가 차이가 나지 않는 한 차별적인 賦課稅를 부과하지 않는다. 이는 규제의 비차별성으로 특히 과점시장에서 피규제기업간의 형평성/공정성을 유지해야 한다는 점에서 중요한 의의가 있다. 이 성질은 다음과 같은 사실을 유념하면 쉽게 알 수 있다. 위의 식 (6)에서 最適誘引制度는 각 기업의 生産量 (Y_t^i , Y_{t+1}^i)와 汚染排出量 (X_t^i , X_{t+1}^i), 그리고 전기의 총지출액 (C_{t-1}^i)에만 의존하여 賦課稅를 징수하므로 전기의 生産量, 汚染排出量, 총지출액과 이번기의 生産量, 汚染排出量이 동일한 기업들은 동일한 賦課稅를 징수받게 되므로 규제대상기업간의 형평성을 유지하기 위한 조건으로 과점시장의 規制制度가 반드시 가져야 하는 비차별성의 조건을 만족하고 있다.

6) 자세한 조건은 부록의 (정리 A1) 참조.

다섯째, 最適誘引制度라는 이름이 의미하듯이 動態的 規制는 각 기업으로 하여금 자기자발적으로 社會最適을 유도시키는 제도이다. 따라서 규제자와 기업간에 발생할 수 있는 規制制度 變化에서 오는 불신의 문제가 해결될 수 있다. 즉 새로운 규제를 시행하는데 있어서 2기부터 각 기업들은 正常利潤下에서 社會的 最適인 수준에서 자발적으로 행동하기 때문에 규제자는 사후적인 조치를 하지 않아도 된다. 또한 각 기업의 입장에서조차 자신들의 행위로 드러나게 되는 社會的 最適을 이루는 비용조건을 정부가 악용하지 않을 것이며 각 기업은 正常利潤만을 획득하기 때문에 규제자와의 관계에서 전략적인 행동을 취하지 않을 것이다.

여섯째, 이 誘引規制制度는 모두 기업으로 하여금 생산기술과 오염배출기술의 효율화를 추구하게 만든다. 각 기업은 생산비가 감소하여 社會的 厚生이 증가할수록 이윤의 증가가 일어나고 오염배출비용의 증가하여 社會的 厚生이 감소할수록 이윤이 감소하기 때문이다. 따라서 기업들은 모든 유용한 비용기술 가운데 가장 효율적인 생산기술을 사용하게 될 것이며 비용감소를 위한 기술혁신이 지속적으로 일어날 수 있다.

일곱째, 이 誘引制度下에서 각 기업은 자신의 행위의 결과뿐만 아니라 다른 기업의 행위 (Y_i^t, X_i^t)에 의해서도 영향을 받는다. 식 (6)에서 각 기업의 生産量의 부과세는 (Y_i^t, X_i^t)에 의존함을 알 수 있다. 이런 점에서 시장내의 각 기업은 서로간에 보이지 않는 경쟁이 유도되며 자신의 이윤은 타기업의 행동 결과에 의해 결정되고 있기 때문에 Shleifer(1985)의 '잣대경쟁(Yardstick Competition)'과 유사한 성격을 가지고 있다고 볼 수 있다.

마지막으로 Kim and Chang이 Loeb and Magat(1979)의 靜態的 分析을 오염배출을 산출하는 과점시장으로 확장했다고 볼 때 이 誘引制度는 Sappington and Sibley(1988)가 제시한 動態的 分析을 오염배출을 산출하는 과점시장으로 확장한 것이라고 볼 수 있다. 사실 오염배출이 없는 독점상황하에서 각 기업이 社會的 厚生の 변화정도 만큼 얻도록 하는 規制制度가 Sappington and Sibley에 의해 제시된 바 있다. 즉 Sappington and Sibley의 ISS(Incremental Surplus Subsidy)규제하에서는 (독점)기업이 지난기의 生産量에 따른 社會的 厚生에 비해 이번기의 生産量에 따른 사회적 후생의 변화분을 이윤으로 얻게 된다. 이는 動態的 誘引制度下에 있는 기업의 이윤 식 (7)에서 $N=1$ 이고 $X_i^t=0$ (즉 $Y_i^t=X_i^t=0$)으로 놓고 재정리하면 똑같은 형태임을 알

수 있다. 이러한 점에서 이 規制制度는 Sappington and Sibley의 規制制度를 汚染을 배출하는 과점시장으로 2가지 방향에서 확장시킨 것이라고 볼 수 있다.

$$\begin{aligned} W^t - W^{t-1} &= \left(\int_0^{Y^t} P(v) dv - C^t \right) - \left(\int_0^{Y^{t-1}} P(v) dv - C^{t-1} \right) \\ &= \left(\int_{P^t}^x Y(v) dv + P(Y^t) Y^t - C^t \right) - \left(\int_{P^{t-1}}^x Y(v) dv + P(Y^{t-1}) Y^{t-1} - C^{t-1} \right) \end{aligned}$$

VI. 結 論

이상에서 우리는 靜態的 最適誘引制度를 확장시킨 動態的 最適誘引制度가 갖는 성질과 기존 연구와의 연관성을 살펴보았다. 動態的 最適誘引制度는 靜態的 誘引制度가 가지고 있는 특징을 그대로 유지하면서도 상대적으로 훨씬 효과적인 활용을 가능케 해 준다. 즉 이러한 最適誘引制度는 각 기업의 오염 배출 억제비용이나 생산비용함수에 대한 정보가 전혀 없더라도 시장수요함수와 사회적 손실함수만 가지고도 租稅制度를 통하여 효과적으로 효율적인 社會的 最適을 유발시킬 수 있다는 장점을 가지고 있다. 이에 더하여 지난간의 기업의 행위를 근거로 租稅量이 결정되기 때문에 각 기업은 매기간 社會的 最適에서 이탈하려는 유인이 발생하지 않는다.

그러나 현실적으로 이러한 最適誘引制度가 유용하고 효과적으로 활용되기 위해서는 다음과 같은 몇가지의 고려사항을 반드시 짚고 넘어가야 할 필요성이 있다.

첫째, 이러한 誘引制度의 기본가정은 규제자가 시장의 수요함수와 社會的 損失函數에 대한 비교적 정확한 정보를 가지고 있다는 것이다. 그러나 규제자는 기업에 비해 현실적으로 비용함수나 수요함수에 대한 정보력이 뒤떨어지는 게 사실이다. 따라서 이러한 문제점을 해결하는 노력이 다방면으로 일어나야 할 것이다. 즉 시장의 수요함수나 社會的 厚生의 손실함수에 대한 측정기법이 발달해야 할 필요성이 있다. 그럼에도 불구하고 불확실한 각 기업의 비용조건에 대한 정보를 얻는 것보다는 현실적으로 시장의 수요나 汚染에 의한 손실의 추정이 손쉬운 점을 감안하면 큰 문제는 아니라고 볼 수 있다.

둘째, 시장의 조건이나 각 기업의 비용조건이 안정적이라는 가정도 제약점이 될 수 있다. 시장의 환경이 변화하거나 기업의 비용조건이 심한 요소가격

상승에 의해 영향을 받는 경우, 그리고 과점시장내의 진입을 고려하게 될 경우, 動態的 誘引制度가 유용하게 활용될 수 있는지 고려되어야 한다. 물론 最適誘引規制後 기업이 각자 最適의 행위를 함으로써 社會的으로 最適인 상태가 이루어져 있기 때문에 社會的으로 비효율적인 기업의 시장진입과 퇴출은 일어나기 힘들며 지속적으로 靜態的인 균형이 이루어질 것으로 기대된다. 즉 시장에 존재하는 기업보다 훨씬 뛰어난 기술과 능력을 가진 효율적인 기업이라야 이 시장에 진입할 수 있을 것으로 보인다. 따라서 환경의 변화가 심한 시장에 대해 動態的 最適誘引制度를 실시하기 위해서는 시장조건과 기업의 진입조건에 대한 세심한 연구가 반드시 선행되어야 할 것이다.

마지막으로 규제자가 諸般 規制制度를 시행하는데 있어서 직접적인 문제가 되는 것은 규제기업의 道德的 危害(moral hazard)行爲이다. 먼저, 규제기업은 규제자가 직접 관찰할 수 없는 자신의 汚染排出量이나 오염억제노력에 대한 진실한 정보를 보고하지 않을 수 있다. 본 연구를 포함한 대부분의 연구에서는 각 기업의 汚染排出量은 정확히 측정될 수 있다고 가정하여 기업에 대한 신뢰(faith)를 바탕으로 하고 있으나 기업은 측정기간동안만 汚染排出量을 줄이는 등의 不道德的 行爲를 현실적으로 실행하고 있다. 따라서 이러한 행위가 유발되지 않도록 강한 제재조치(enforcement)를 함께 강구해야 할 필요성이 있다. 이에 더하여 각 기업의 오염배출량을 측정하는 것보다는 전체적인 시장 오염배출량을 관찰할 수 있는 경우(Non-point pollution control), 이에 대한 연구가 이루어져야 한다.

한편 動態的 最適誘引制度는 靜態的 誘引制度와는 달리 식 (6)에서 보듯이 형태상 각 기업의 전기의 총지출을 보조해주고 있다. 이러한 점에서 규제기업은 총지출비용을 증가시키려고 하는 道德的 危害行爲를 할 가능성이 발생한다. 대체로 규제기업의 道德的 危害行爲는 다음과 같이 두가지로 구분된다. 첫째, Sappington(1980)이 지적했듯이 규제기업은 수익률규제에서와 같은 낭비(waste)의 행위를 할 가능성이 있다. 이번기에 지출된 비용이 고스란히 다음기에 회수되기 때문에 기업은 최저의 비용으로 生産物을 생산하거나 汚染排出량을 줄이려고 하는 행위를 하지 않고 방만한 기업활동을 할 가능성이 생긴다. 그러나 動態的 誘引規制下에서는 이러한 비용의 낭비현상이 발생할 소지가 전혀 없다. 즉 이번기에 쓸데없이 지출한 낭비적 성격의 비용은 다음기에 할인되어 회수되기 때문에 이러한 낭비행위는 발생할 가능성은 없다고 볼 수

있다.⁷⁾ 둘째, Blackmon(1992)이 지적했듯이 기업은 전략적인 남용(abuse)을 할 가능성이 있다. 기업이 전략적으로 총지출액을 증가시켜 자신의 수익에 도움을 줄 수 있는 不道德的 行爲(기업 상품의 초과광고행위, 과다한 수당지급 행위, 초과설비행위 등)를 할 수 있다는 것이다. 이 경우 비용의 남용을 방지하기 위해서 動態的 誘引制度의 시행과 더불어 지난기 지출액의 보상에 있어서 보상률의 실시, 보상조건의 강화 등 규제자는 규제기업의 총지출액을 효과적으로 감시/조절할 수 있는 방안이 추후 지속적으로 강구되어야 할 것이다.⁸⁾

附錄：最適誘引制度의 導出

靜態的 規制와 動態的 規制를 모두 포괄할 수 있는 多期間 모형의 最適誘引制度를 導出함으로써 第Ⅱ節에서 구한 社會最適인 生産量과 汚染排出量의 수준에 도달할 수 있는 조건을 구해보기로 한다.

1. 最適誘引制度의 導出

먼저 매기마다 규제자가 각 기업의 生産量과 汚染排出量에 따라 다음과 같은 세부문의 賦課稅를 징수한다고 하자.

$$\begin{aligned} T_i^t &= T(X_i^t, Y_i^t; X_i^{t-1}, Y_i^{t-1}; C_i^{t-1}) \\ &= T_a(X_i^t, Y_i^t) + T_b(X_i^{t-1}, Y_i^{t-1}) + T_c(C_i^{t-1}) \end{aligned}$$

이 경우 할인된 총이윤을 최대화시키려는 각 기업은 다음과 같은 最適化 문제를 풀이하게 된다.

$$\text{Max}_{(Y_i^t, Z_i^t)} \pi_i = \sum_{t=1}^T \delta^{t-1} (P(Y^t)Y_i^t - C_i^t - T_i^t)$$

7) 물론 할인률이 거의 1에 가까울 경우 이러한 낭비가 발생유인은 증가할 수 있지만 우리의 분석 모델($0 < \delta < 1$)에서는 배제되고 있다. 낭비유인에 대한 연구는 Sappington(1980), Sappington and Sibley(1988) 참조.

8) 소유와 경영이 분리된 경우 경영자에 의한 남용은 극도로 제한되어질 것이다. 그러나 소유주의 비용남용문제는 역시 심각한 문제가 될 수 있다. 이에 관해서 Sappington and Sibley (1993) 참조.

이 기업의 이윤극대화 일차조건은 다음의 (A1)과 같다.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_i}{\partial Y_i} &= \delta^{i-1} (P(Y^i) + P'(Y^i) Y_i - \frac{\partial C_i}{\partial Y_i} - \frac{\partial T_a}{\partial Y_i} - \frac{\partial T_a}{\partial X_i} \frac{\partial X_i}{\partial X_i}) \\ &+ \delta^i \left(\frac{-\partial T_b}{Y_i} - \frac{\partial T_b}{\partial X_i} \frac{\partial X_i}{\partial Y_i} - \frac{\partial T_c}{\partial C_i} \frac{\partial C_i}{\partial Y_i} \right) \leq 0, \end{aligned} \quad (A1)$$

$$Y_i \frac{\partial \pi_i}{\partial Y_i} = 0, Y_i \geq 0$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_i}{\partial Z_i} &= \delta^{i-1} \left(\frac{-\partial C_i}{\partial Z_i} - \frac{\partial T_a}{\partial X_i} \frac{\partial X_i}{\partial Z_i} \right) \\ &+ \delta^i \left(\frac{\partial T_b}{\partial X_i} \frac{\partial X_i}{\partial Z_i} - \frac{\partial T_c}{\partial C_i} \frac{\partial C_i}{\partial Z_i} \right) \leq 0, \end{aligned}$$

$$Z_i \frac{\partial \pi_i}{\partial Z_i} = 0, Z_i \geq 0$$

여기서 조건(A1)이 사회적 최적해의 일차조건인 第II節의 식 (1)과 같은 조건이 되도록 하면 각 기업의 균형을 社會的 最適解로 유인할 수 있다. 즉 다음과 같은 조건(A2)이 만족되는 賦課稅를 징수하면 이 기업은 社會的으로 最適인 生産量과 汚染排出量을 산출하게 된다.

$$\begin{aligned} -D'(X^i) \frac{\partial X_i}{\partial Y_i} &\geq P'(Y^i) Y_i - \frac{\partial T_a}{\partial Y_i} - \delta \frac{\partial T_b}{\partial Y_i} - \delta \frac{\partial T_c}{\partial C_i} - \frac{\partial C_i}{\partial Y_i} \\ &\quad - \frac{\partial X_i}{\partial Y_i} \left(\frac{\partial T_a}{\partial X_i} + \delta \frac{\partial T_b}{\partial X_i} \right) \quad (A2) \\ -D'(X^i) \frac{\partial X_i}{\partial Z_i} &\geq -\delta \frac{\partial T_c}{\partial C_i} \frac{\partial C_i}{\partial Z_i} - \frac{\partial X_i}{\partial Z_i} \left(\frac{\partial T_a}{\partial X_i} + \delta \frac{\partial T_b}{\partial X_i} \right) \end{aligned}$$

이때 社會的으로 最適인 수준에서는 第II節의 식 (2)가 항상 성립하게 됨을 알기 때문에 賦課稅가 다음의 식 (A3)의 성질을 갖는다면 위의 식 (A2)의 조건을 충족하게 됨을 알 수 있다.

$$\begin{aligned} P'(Y^i) Y_i &= \frac{\partial T_a}{\partial X_i} + \delta \left(\frac{\partial T_b}{\partial X_i} + P(Y^i) \frac{\partial T_c}{\partial C_i} \right) \quad (A3) \\ D'(X^i) &= \frac{\partial T_a}{\partial X_i} + \delta \left(\frac{\partial T_b}{\partial X_i} + D'(X^i) \frac{\partial T_c}{\partial C_i} \right) \end{aligned}$$

식 (A3)의 성질을 갖는 賦課稅를 각 기업에게 징수하면 社會的 最適이 달성하게 된다. 이는 (A3) 조건이 (A2)를 만족하고 있음을 보면 알 수 있다. 여기서 우리는 分析의 편의성을 위해 (A3)성질을 만족하는 많은 식 중에서

다음의 식 (A4)와 같은 편미분값을 갖는 誘引制度에 국한해서 分析하기로 한다. 물론 아래의 식 (A4)의 경우도 식 (A2)의 성질을 갖고 있으며 이 경우도 社會的 最適이 달성될 수 있음은 쉽게 보일 수 있다.

$$\frac{\partial T_a}{\partial Y_i^t} = P'(Y^t)Y_i^t, \quad \frac{\partial T_b}{\partial Y_i^{t+1}} = -kP(u+Y_i^{t+1}), \quad \frac{\partial T_c}{\partial C_i^t} = k, \quad (A4)$$

$$\frac{\partial T_a}{\partial X_i^t} = D'(X^t), \quad \frac{\partial T_b}{\partial X_i^{t+1}} = -kD'(u+X_i^{t+1}).$$

이제 식 (A4)를 적분하여 얻은 결과는 다음의 식 (A5)와 같다.

$$\begin{aligned} T_a(X_i^t, Y_i^t, X_i^{t+1}, Y_i^{t+1}) &= \int_0^{X_i^t} D'(u+X_i^{t+1})du + \int_0^{Y_i^t} uP'(u+Y_i^{t+1})du \quad (A5) \\ T_b(X_i^{t+1}, Y_i^{t+1}) &= k\left(\int_0^{X_i^{t+1}} D'(u+X_i^{t+1})du - \int_0^{Y_i^{t+1}} P(u+Y_i^{t+1})du\right) \\ T_c(C_i^{t+1}) &= kC_i^{t+1} \end{aligned}$$

식 (A5)를 정리함으로써 다음의 식 (A6)과 같은 最適誘引制度를 얻을 수 있다.

$$T_i^t = T_x(X_i^t, X_i^t, X_i^{t+1}) + T_y(Y_i^t, Y_i^t, Y_i^{t+1}) + T_c(C_i^{t+1}) \quad (A6)$$

여기서,

$$\begin{aligned} T_x(X_i^t, X_i^t, X_i^{t+1}) &= \int_0^{X_i^t} D(u+X_i^{t+1})du + k\int_0^{X_i^{t+1}} D'(u+X_i^{t+1})du \\ T_y(Y_i^t, Y_i^t, Y_i^{t+1}) &= \int_0^{Y_i^t} uP(u+Y_i^{t+1})du - k\int_0^{Y_i^{t+1}} P(u+Y_i^{t+1})du \\ T_c(C_i^{t+1}) &= kC_i^{t+1} \end{aligned}$$

이상에서 우리는 다기간을 고려한 最適誘引制度가 도출되는 과정을 살펴보고 그 형태를 식 (A6)에서처럼 얻었다.

2. 規制企業利潤의 非陰條件

여기서 한 가지 더 고려되어야 할 사항은 社會最適인 행위를 하는 기업임에도 불구하고 規制制度의 실시로 말미암아 이 기업이 파산되는 경우를 막아야 한다는 점이다. 즉 社會最適을 생산하게 되는 규제대상기업이 초기(0기)에 어떠한 상황하에 있었다라도 이 誘引規制를 실시하게 됨에 따라 음수의 이윤

을 얻어서는 안된다는 것이다. 따라서 이윤의 非陰條件 (nonnegative profits)을 고려해야만 이 誘引規制가 제대로 실행될 수 있으며 이것은 위의 식 (A6)에서 실행가능한 값의 범위를 결정하는 문제가 된다.

먼저 分析에 앞서 다음의 식 (A7)에 있는 2가지 사실이 성립함을 보이기로 한다.

$$W_i(Y_i^*, Z_i^*) \geq W_i(Y_i^0, Z_i^0) \quad (A7)$$

$$W_i(Y_i^*, Z_i^*) \geq 0$$

여기서,

$$W_i(Y_i, Z_i) = \int_0^{Y_i} P(u+Y_i^*)du - \int_0^{X_i} D'(u+X_i^*)du - C_i(Y_i, X_i)$$

(증명) $\text{Max}_{(Y_i, Z_i)} W_i(Y_i, Z_i)$ 문제의 일차조건을 구하면,

$$\frac{\partial W_i}{\partial Y_i} = P(Y_i+Y_i^*) - \frac{\partial X_i}{\partial Y_i} D'(X_i+X_i^*) - \frac{\partial C_i}{\partial Y_i} = 0$$

$$\frac{\partial W_i}{\partial Z_i} = -\frac{\partial X_i}{\partial Z_i} D'(X_i+X_i^*) - \frac{\partial C_i}{\partial Z_i} = 0$$

따라서 $W_i(Y_i, X_i)$ 는 (Y_i^*, Z_i^*) 에서 최대화된다. 왜냐하면 (Y_i^*, Z_i^*) 에서 이 조건은 社會的 厚生을 최대화하는 조건 식 (A3)와 같게 되기 때문이다. 이때 $W_i(Y_i^*, Z_i^*) \geq W_i(0, 0) = 0$.

이제 식 (A6)의 誘引規制下에서 매기의 기업 i의 규제이윤과 이를 현재가치화한 총이윤은 다음의 식 (A8)과 같다.

$$\pi_i^t = W_i(Y_i^*, Z_i^*) + k W_i(Y_i^0, Z_i^0), \quad (A8)$$

$$\pi_i^t = (1+k)W_i(Y_i^*, Z_i^*), \quad t \geq 2$$

$$\pi_i = \sum_{t=1}^{\infty} \delta^{t-1} \pi_i^t$$

$$= \frac{1}{1-\delta} \{ (1+k)W_i(Y_i^*, Z_i^*) - k(1-\delta)[W_i(Y_i^*, Z_i^*) - W_i(Y_i^0, Z_i^0)] \}$$

식 (A8)에서 보면 임의의 초기상황 (Y_i^0, Z_i^0) 혹은 $W_i(Y_i^0, Z_i^0)$ 에 대해서도 $\pi_i \geq 0$ 이 되도록 보장해 주는 조건은 $-1 \leq k \leq 0$ 임을 알 수 있다. 왜냐하면 $k > 0$ 이면 $W_i(Y_i^0, Z_i^0)$ 이 충분히 큰 음수일 경우 非陰의 조건이 만족하지 않는다. 또한 $k < -1$ 이면 $W_i(Y_i^0, Z_i^0)$ 값이 $W_i(Y_i^*, Z_i^*)$ 에 가까운 경우 음의 이윤이 발

생할 수 있기 때문이다. 이때 $\frac{\partial \pi_i}{\partial k} = \frac{1}{1-\delta} (\delta W_i(Y_i^*, Z_i^*) + (1-\delta) W_i(Y_i^0, Z_i^0))$ 이다. 따라서 규제기업 i 의 이윤이 가장 적어지는 혹은 부과세(보조금)가 최대(최소)가 되는 조건은 $\delta W_i(Y_i^*, Z_i^*) + (1-\delta) W_i(Y_i^0, Z_i^0)$ 값에 의존하게 된다. 여기서 우리는 다음과 같은 (정리 A1)을 얻을 수 있다.

(定理 A1) 式 (A6)에 있는 最適誘引制度 가운데에서 임의의 초기상황에 대해서도 非陰의 條件을 만족하는 誘引規制制度 중 최대의 총부과세(최소의 보조금)를 징수하는 k 의 값은 다음과 같다.

만약 $\delta W_i(Y_i^*, Z_i^*) + (1-\delta) W_i(Y_i^0, Z_i^0) \geq 0$ 이면 $k = -1$.

역으로 $\delta W_i(Y_i^*, Z_i^*) + (1-\delta) W_i(Y_i^0, Z_i^0) \leq 0$ 이면 $k = 0$.

마지막으로 $k=0$ 이면 정태적 유인규제이고 $k=-1$ 이면 동태적 유인규제를 알 수 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. Blackmon, G.Jr., "The Incremental Surplus Subsidy and Rate-of-Return Regulation," *Journal of Regulatory Economics*, 4, 1992, pp.187-196.
3. Dasgupta, P., P. Hammond and E. Maskin, "On Imperfect Information and Optimal Pollution Control," *Review of Economic Studies*, Vol.47, 1980, pp.857-860.
4. Kim, J.-C. and K.-B. Chang, "An Optimal Tax/Subsidy for Output and Pollution Control under Asymmetric Information in Oligopoly Markets," *Journal of Regulatory Economics*, Vol.5, 1993, pp.183-197.
5. Kim, J.-C. and S.-H. Lee, "An Optimal Regulation in an Intertemporal Oligopoly market : The Generalized Incremental Surplus Subsidy(GISS) Scheme," *working paper*, 1993.

6. Laffont, J.J. and J.Tirole, "Using Cost Observation to Regulate Firms," *Journal of Political Economy*, Vol.94, 1986, pp.614-641.
7. Loeb, M. and W.A. Magat, "A Decentralized Method for Utility Regulation," *Journal of Law and Economics*, Vol.22, 1979, pp. 399-404.
8. Sappington, D., "Strategic Firm Behavior under a Dynamic Regulatory Adjustment Process," *Bell Journal of Economics*, Vol.11, 1980, pp.360-372.
9. Sappington, D. and D. Sibley, "Regulating without Cost Information : The Incremental Surplus Subsidy Scheme," *International Economic Review*, Vol.29, 1988, pp.297-306.
10. Sappington, D. and D. Sibley, "Regulating Incentive Policies and Abuse," *Journal of Regulatory Economics*, Vol.5, 1993, pp.131-141.
11. Shleifer, S., "A Theory of Yardstick Competition," *RAND Journal of Economics*, Vol.16, 1985, pp.319-327.
12. Spulber, D. F., "Optimal Environmental Regulation under Asymmetric Information," *Journal of Public Economics*, Vol.35, 1988, pp. 163-181.