I. 서 론

수 십년 동안 많은 경제학자들은 환경오염문제에 대해 시장기구에 근거하여 유인체계(Market-based Incentive approaches)를 통한 오염규제를 주장해 왔다. 외부성 문제에 대한 전통적인 해결방안은 크게 세 가지로 분류될 수 있다[1]. 첫째는 Pigou(1920)에 의해 제안된 것으로 오염세나 보조금을 부과하는 방안이다. 둘째는 Coase(1960)과 관련된 것으로 외부성과 관련된 이해당사자간의 협상에 의한 해결방안이다. 셋째는 Arrow(1970)와 연관이 있는 방안으로 경쟁적인 오염권 시장을 형성하는 것이다. 이 가운데 특히, 피구적(Pigouvian) 환경오염세의 부과방안은 환경오염에 의해 유발되는 사회적 비용을 오염배출자에게 전가시켜 오염을 유발하는 경제적 행위를 내재화시킴으로써 효율적인 환경자원의 배분을 촉진할 수 있다. 그러나, 시장구조가 완전경쟁적이지 못한 경우 오염세의 부과수준은 상당부분 제한적일 수밖에 없다. 이러한 사실은 Buchanan(1969)에 의해 지적된 것으로 시장구조의 변화는 적절한 피구적 오염세의 부과수준에 중요한 영향을 미치게 된다.

기존의 환경오염세와 시장구조에 대한 논의는 완전경쟁적 혹은 독점의 극단적인 시장구조에 초점을 맞추어 왔다[Dnes(1981)와 Martin(1986) 참조]. 그러나 대부분의 현실적인 시장구조는 완전경쟁적이지 못하며 더구나 최근의 자율화와 경쟁도입의 효과는 독점시장의 존립 자체도 위협하고 있는 실정이다. 따라서, 현실적인 시장구조는 과점적인 성격을 지니고 있다고 볼 수 있으며 이에 대한 적절한 피구적 오염세의 부과방안이 최근 들어 중요한 이슈가 되고 있다. Shaffer(1989, 1995), Kim and Chang(1993), 김재철 · 이상호(1994) 등이 대표적인 과점시장에 대한 피구적 오염세의 수준을 결정하는

1) 이에 대한 장단점은 Varian(1994) 참조.

연구들이다. 이들 연구의 결론은 시장이 완전경쟁적이지 못한 경우 불완전한 시장구조에 의해 발생하는 왜곡을 치유하기 위해서는 보조금을 통한 적절한 유인체계를 형성해야 하며 이에 따라 완전경쟁적인 상황하에서의 오염세보다 그 수준이 낮아져야 함을 보여주고 있다. 사실 이러한 결론은 독점시장을 전제로 한 연구의 결과와 궤를 같이 하고 있다. 그러나 이들 연구의 한계는 시장구조와 오염세간의 확정적인 연관관계 즉, 현실상황의 확실성을 가정하고 얻은 결과라는 점이다.

본 연구는 과점적인 시장구조를 고려하여 시장상황이 수요의 불확실성을 내포하고 있을 때 기존의 연구결과가 어떻게 달라질 것인지를 살펴보고자 한다. 구체적으로 과점적인 시장형태하에서 수요불확실성이 존재하는 경우 환경오염세의 수준이 확실성하의 수준보다 더 낮아져야 함을 보여주고 있다. 이러한 점에서 본 연구는 과점적인 시장구조가 오염세에 미치는 영향을 확실성하에서 분석한 Shaffer(1995)의 결론을 일반화하고 있다.

또한, 우리의 결과는 경쟁적인 시장을 가정하여 수요불확실성의 효과를 분석한 Farber(1984)의 결론과 유사하다. Farber는 시장구조가 경쟁적인 경우 주어진 오염총량을 규제하기 위한 오염세가 불확실성이 증가되면서 더 낮아져야 함을 보이고 있다. 반면, 본 연구에서는 과점적인 시장구조를 상정하여 불확실성하에서 정의되는 사회최적의 환경오염세를 도출해 내고 그때의 오염세의 수준이 불확실성이 증가할수록 더 낮아져야 함을 보인다. 따라서, 본 연구는 과점시장뿐만 아니라 시장구조가 독점적인 경우 혹은 완전경쟁적인 경우를 모두 포함하는 결과를 도출할 수 있다는 점에서 Farber의 결론을 일반화하고 있다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 먼저 제Ⅱ장에서는 확실성하의 사회최적과 과점시장균형을 찾아냄으로써 확실성하의 최적 환경오염세를 도출한다. 그리고, 제Ⅲ장에서는 시장수요의 불확실성이 존재하는 경우의 과점시장의 균형을 찾아내고 이때의 시장균형이 사회최적이 되기 위한 최적 환경오염세를 유도한다. 또한, 수요불확실성하에서의 오염세가 갖는 성질을 살펴봄

으로써 불확실성과 최적규제와의 연관관계를 밝히고자 한다. 본 연구의 결론은 제IV장에 정리되어 있다.

II. 기본모형 : 확실성하의 환경오염세

n (≥ 1)개의 기업이 동일한 생산물을 산출하는 과점시장 모형을 가정한다. 기업 i(=1, ...,n)의 산출량은 x_i로 표시하며 산업 전체의 총산출량 $x = \sum_{i=1}^{n} x_i$이다. 이때의 시장역수요함수는 $P(x)$로 나타내기로 한다. (이때, 역수요함수의 기울기 ; $P^x < 0$). 그리고, 기업 i는 $C_i(x_i)$인 비용함수를 가지고 있다(이때, 한계비용 ; $C_i^{x_i} > 0$).

한편, 각 기업의 생산행위는 시장 총생산량에 비례하는 외부성을 유발한다[2]. 본 연구에서는 오염시장에 국한하여 음의 외부성을 가정하기로 하며, 이러한 외부효과에 의한 사회적 비용함수를 $A(x)$로 표현한다. 그리고 규제자는 이 함수를 추정함으로써 어느 정도의 정보(구체적으로 $A^x > 0$)를 갖고 있다고 가정한다.

우선, 완전정보하의 사회적 최적의 상황(first-best)을 알아보기로 한다. 이 경우 사회후생함수는 다음과 같이 표현된다.

$$W(x) = \int_0^x P(x)dx - \sum_{i=1}^{n} C_i(x_i) - A(x) \tag{1}$$

논의의 편의를 위해 유일한 내부해가 존재한다고 가정하면, $W(x)$를 극

2) 예를 들어, 음의 외부성을 유발하는 오염물질의 경우 단기적으로 각 기업의 기술력이나 생산요소가 고정된 상태하에서는 산출량과 오염량간에는 일정한 관계가 성립된다. Koenig(1985), Shaffer(1989, 1995), 김재철·이상호(1994) 참조. 또한 공공재와 같은 양의 외부성의 경우도 마찬가지이다.

대화하기 위해서는 다음과 같은 일계조건(first-order condition)과 이계조건(second-order condition)이 성립해야 한다.

$$P(x) - C_i^{x_i}(x_i) - A^x(x) \;=\; 0 \tag{2}$$

$$P^x(x) - C_i^{x_i x_i}(x_i) - A^{xx}(x) \;<\; 0 \tag{3}$$

조건 (2)에 의하면 사회최적인 시장가격이 각 기업의 사적한계비용과 사회적한계비용의 합과 동일한 데서 결정되어야 함을 보여주고 있다. 즉,

$$P(x) = C_i^{x_i}(x_i) - A^x(x)$$

이제, 시장에서 결정되는 각 기업의 행위를 분석하기로 한다. 각 기업은 다음과 같이 그들의 이윤함수를 최대화한다.

$$\Pi_i(x_i) = P(x)x_i - C_i(x_i) \tag{4}$$

과점시장하에 놓여 있는 각 기업의 생산행위가 역시 유일한 내부해를 갖고 있다고 가정하면, 시장균형은 다음과 같은 일계조건 (5)와 이계조건 (6)을 만족하게 된다.

$$P(x) + (1+v_i)P^x(x)x_i - C_i^{x_i}(x_i) \;=\; 0 \tag{5}$$

$$2(1+v_i)P^x(x) + (1+v_i^2)^2 P^{xx}(x)x_i - C_i^{x_i x_i}(x_i) \;<\; 0, \tag{6}$$

여기서 v_i(이때, $v_i > -1$)는 기업 i가 갖는 다른 기업들의 반응에 대한 추측변량(conjectural variation)이다. 즉, $v_i = \sum_{j \neq i} \partial x_j / \partial x_i$[3)4)]. 조건 (5)

를 보면, 각 기업은 자신의 한계수입과 사적한계비용이 일치하는 점에서 생산량을 결정함으로써 사회최적조건 (2)와 차이가 나고 있음을 알 수 있다. 이러한 사실은 각 기업이 외부비용을 내재화하지 않으며 또한 시장이 완전경쟁적이지 않다는 점에서 발생된다. 그러나 한 가지 흥미로운 사실은 만약 조건 (5)에서 결정된 각 기업의 생산행위가 다음과 같은 식 (7)에서 이루어진다면 시장행위가 사회최적을 달성할 수도 있다.

$$x_i = -\frac{A^x(x)}{(1+v_i)P^x(x)} \tag{7}$$

즉, 식 (7)의 조건하에서 조건 (5)는 조건 (2)와 일치하게 된다. 이러한 현상은 다음과 같이 설명될 수 있다. 즉, 음의 외부효과가 있는 경우에 사회후생의 입장에서 생산량을 줄여야 하는 데, 이는 과점시장에서 발생하는 시장지배력(market power)에 의해 각 기업은 생산량을 줄이게 됨으로써 발생할 수 있는 사실이다. 그러나, 일반적으로 시장균형이 식 (7)의 조건을 만족시키기 어렵기 때문에 규제자는 사회최적을 달성하기 힘들며, 따라서 적절한 규제방안이 강구되어야 할 필요성이 생긴다. 특히, 음의 외부효과가 심각한 경우엔 정부개입의 필요성은 더욱 증대한다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 각 기업이 외부효과에 의한 사회적 비용을 내부화할 수 있는 방안의 하나로 생산량에 부과하는 최적 환경오염세(optimal effluent tax)를 생각해 보기로 한다[5]. 즉, 각 기업의 생산량에 대한 조세율이 t_i로 주어졌다고 할 때, 각 기업의 이윤함수는 다음과 같이 된다.

---

3) 예를 들어, $v_i = 0$인 경우는 Cournot 경쟁을 의미하며, Bertrand의 경우는 -1로 표현된다.

4) 본 논문에서는 Seade(1980)와 Shaffer(1995)의 경우와 같이 $\sum_{j \neq i} \partial^2 x_j / \partial x_i^2 = 0$을 가정한다.

5) 본 연구는 사회후생을 극대화하는 공리주의적 규제자(utilitarian regulator)를 가정하고 있다.

$$\Pi_i(x_i) = P(x)x_i - C_i(x_i) - t_i x_i \tag{8}$$

최적조세가 부과된 후의 시장균형이 역시 유일한 내부해를 가지고 있다고 가정하면, 일계조건과 이계조건은 각각 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$P(x) + (1+v_i)P^x(x)x_i - C_i^{x_i}(x_i) - t_i = 0 \tag{9}$$

$$2(1+v_i)P^x(x) + (1+v_i)^2 P^{xx}(x)x_i - C_i^{x_i x_i}(x_i) < 0 \tag{10}$$

따라서, 규제자는 적절한 t_i를 찾아 낼 수 있다면 조건 (9)에서 결정되는 시장균형을 조건 (2)의 사회최적조건과 일치시킬 수 있다. 이는 조건 (2)와 조건 (9)를 동일하게 만들면 가능하다. 즉, 최적조세율은 다음과 같다.

$$t_i^* = A^x(x) + (1+v_i)P^x(x)x_i \tag{11}$$

혹은

$$t_i^* = A^x(x) - (1+v_i)P(x)s_i/\eta \tag{12}$$

여기서 $s_i(=x_i/x)$는 기업 i의 시장점유율이고, $\eta(=-P(x)/P^x x)$는 시장균형에서의 수요탄력성이다.

식 (11)과 식 (12)에서 몇 가지 경제적 의미를 발견할 수 있다[6]. 첫째, 식 (11)에서 최적조세는 사회적 비용 $A^x(x)$뿐만 아니라 기업 i의 한계수입과 시장가격간의 괴리, $MR_i - P(x) = (1+v_i)P^x(x)x_i$까지도 포함하고 있다. 즉, 사회적 비용뿐만 아니라 생산물 시장의 왜곡을 내재화하고

6) 확실성하에서 부과되는 최적 오염세의 정책적 실행에 대한 규제경제학적 논의는 Shaffer (1995)에 잘 정리되어 있다.

있다. 특히, $A^x(x) > 0$이기 때문에 사회적 비용부분에 대해서는 조세를 부과하며, $(1+v_i)P^x(x)x_i < 0$이기 때문에 생산물 왜곡부분에 대해서는는 보조금을 주게 된다. 그러나, 전체적으로는 사회적 비용과 시장지배력의 상대적인 크기에 의해 조세 혹은 보조금이 될 수 있다.

둘째, 식 (12)에서 보듯이 최적조세는 각 기업의 시장점유율과 역의 관계를 지니고 있고 시장수요의 탄력성과 정의 관계를 갖고 있음을 알 수 있다. 즉, 생산량이 적은 기업은 상대적으로 생산량이 많은 기업에 비해 조세부담이 많아야 한다. 또한 시장이 경쟁적일수록 각 기업의 조세부담은 늘어나게 된다. 예를 들어 독점적인 시장구조의 경우(n=1)엔 $s_i = x_i/x = 1$이므로, 동일한 수요탄력성을 지닌 과점시장의 경우($s_i < 1$)에 비해 상대적으로 더 낮은 수준의 오염세를 지불해야 한다. 반면, 주어진 기업의 숫자가 n개인 경우 완전경쟁적인 시장구조일 때 $\eta = \infty$이므로 상대적으로 경쟁적이지 못한 경우에 비해 더 높은 수준의 오염세를 지불하게 된다.

셋째, 각 기업은 조세율의 크기에 역으로 생산량을 조절한다. 즉,

$$\frac{\partial x_i}{\partial t_i} = \frac{1}{2(1+v_i)P^x + (1+v_i)^2 P^{xx} x_i - C_i^{x_i x_i}} < 0\ ,$$

여기서 분모는 시장균형의 이계조건 (10)과 동일하다. 따라서, 규제자는 조세부과를 통하여 각 기업의 생산량을 줄임으로써 사회최적을 달성시킬 수 있음을 알 수 있다.

마지막으로, 규제자가 최적조세율을 결정함에 있어서 각 기업의 비용조건에 대한 정보는 직접적으로 필요하지 않다. 특히, 각 기업의 비용조건이 동일한 동일기업(symmetric case)을 가정하는 경우 조세율은 모든 기업에게 동일하다는 점에서 비차별성(nondiscriminatory)을 지니고 있다.

III. 불확실성하의 환경오염세

이제 각 기업이 자신의 생산활동을 결정하기 전에 시장수요에 대한 불확실성이 존재하는 경우 최적조세의 형태 및 성질이 어떻게 바뀌는가에 대해 논의하기로 한다. 기업들의 시장가격에 대한 불확실성이 내재된 시장수요함수는 다음과 같다.

$$P = P(x, \rho) \tag{13}$$

여기서 ρ는 시장수요의 불확실성을 표현하는 확률변수(random variable)이다. 즉, ρ의 값이 사전에 주어졌을 경우를(혹은 $\rho = 0$) 확실성의 경우로 볼 수 있다. 우리는 분석의 정치성을 위해 다음과 같은 몇 가지 가정을 한다.

$$P^{x} \equiv \frac{\partial P}{\partial x} < 0, \tag{14}$$

$$P^{\rho} \equiv \frac{\partial P}{\partial \rho} > 0, \tag{15}$$

$$P^{x\rho} \equiv \frac{\partial^2 P}{\partial x \partial \rho} > 0, \tag{16}$$

여기서 (16)에 있는 가정은 Leland(1972)에 의해 도입된 불확실성 증가의 원칙(principle of increasing uncertainty: PIU)를 의미한다. 즉, $\partial(\partial P(x, \rho)/\partial \rho)/\partial x > 0$이란 의미로서, 이는 산출량 x가 증가한 결과로 시장의 총기대수요가 증가함에 따라 시장 총수요의 분산도 증가한다는 것을 나타낸다.

이제, 불확실성하에서 von Neumann-Morgenstern의 기대효용함수 ($U_i^{'} > 0, U_i^{''} < 0$)를 최대화하는 기업 i의 생산량 결정행위를 분석하기로 한다. 먼저, 규제자의 개입이 없는 경우의 시장균형을 찾아보기로 한다. 각 기업은 다음과 같은 이윤함수의 기대효용을 최대화한다.

$$E[U_i(\Pi_i)] = E[U_i(P(x, \rho)x_i - C_i(x_i))] \tag{17}$$

유일한 내부해가 존재한다는 가정하에서 이에 대한 일계조건과 이계조건은 다음과 같다.

$$E[U_i^{'}(\Pi_i) \cdot (P(x, \rho) + (1+v_i)P^x(x, \rho)x_i - C_i^{x_i})] = 0 \tag{18}$$

$$E[U_i^{''} \cdot (P + (1+v_i)P^x x_i - C_i^{x_i})^2 + U_i^{'} \cdot (2(1+v_i)P^x + (1+v_i)^2 P^{xx} x_i - C_i^{x_i x_i})] < 0 \tag{19}$$

조건 (18)의 결과를 확실성하에서 정의된 사회최적과 비교하기 위해서 시장수요의 불확실성하에서 사후적으로 실현되는 시장수요함수는 확실성하의 시장수요함수와 동일하다는 가정을 한다. 즉, $E[P(x, \rho)] = P(x)$ 이며 $E[P^x(x, \rho)] = P^x(x)$이다. 따라서, 조건 (18)을 다시 정리하면,

$$E[U_i^{'}]\left(-P(x) + (1+v_i)x_i P^x(x) + \frac{Cov(U_i^{'}, P) + (1+v_i)x_i Cov(U_i^{'}, P^x)}{E[U_i^{'}]} - C_i^{x_i}\right) = 0 \tag{20}$$

$E[U_i^{'}] > 0$이므로 확실성하의 시장균형과 마찬가지로 만약 조건 (18)에서 결정된 각 기업의 생산행위가 다음과 같은 식 (21)에서 이루어진다면

시장행위가 사회최적을 달성할 수도 있다는 사실을 발견할 수 있다[7].

$$x_i = -\frac{A^x(x) + Cov(U_i', P)/E[U_i']}{(1+v_i)\left(P^x(x,\rho) + Cov(U_i', P^x)/E[U_i']\right)} \tag{21}$$

즉, 불확실성하에서도 식 (21)의 조건이 만족되면 조건 (18)은 조건 (2)와 일치하게 된다. 그러나, 역시 일반적으로 시장균형이 식 (21)의 조건을 만족시키기 어렵기 때문에 규제자는 사회최적을 달성하기 힘들 것이다.

이하에서는 수요의 불확실성하에서 각 기업이 외부효과에 의한 사회적 비용을 내부화할 수 있는 최적 오염세를 생각해 보기로 한다[8]. 즉, 각 기업의 생산량에 대한 조세율이 t_i로 주어졌다고 할 때, 각 기업의 이윤에 대한 기대효용함수는 다음과 같이 된다.

$$E[U_i(\Pi_i)] = E[U_i(P(x,\rho)x_i - C_i(x_i) - t_ix_i)] \tag{22}$$

역시, 최적조세가 부과된 후의 시장균형이 역시 유일한 내부해를 가지고 있다고 가정하면, 일계조건과 이계조건은 각각 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$E[U_i'(\Pi_i)\cdot(P(x,\rho) + (1+v_i)P^x(x,\rho)x_i - C_i^{x_i} - t_i)] = 0 \tag{23}$$

$$E[U_i''\cdot(P + (1+v_i)P^x x_i - C_i^{x_i} - t_i)^2 + U_i'\cdot(2(1+v_i)P^x + (1+v_i)^2P^{xx}x_i - C_i^{x_ix_i})] < 0 \tag{24}$$

---

7) 다음의 [정리 1]에서 $Cov(U_i', P)$값과 $Cov(U_i', P^x)$값이 음수라는 것을 보여준다. 따라서, 시장균형에서 (21)을 만족하는 x_i가 존재함을 알 수 있다.

8) 실제로 불확실성이 존재하는 경우 Weitzman(1974, 1978)은 가격과 수량에 대한 직접규제를 통해서는 사회최적을 달성할 수 없음을 보였으며, Koenig(1985)은 보조금이나 조세 등의 간접규제를 통해서 사회최적을 달성할 수 있음을 보인 바 있다.

따라서, 수요의 불확실성하에서 사후적으로 실현되는 시장수요함수는 확실성하의 시장수요함수와 동일하다는 가정 ($E[P(x,\rho)]=P(x)$, $E[P^x(x,\rho)]=P^x(x)$)을 하는 경우, 규제자는 적절한 t_i를 찾아낼 수 있다면 조건 (23)에서 결정되는 시장균형을 조건 (2)의 사회최적조건과 일치시킬 수 있다. 이는 조건 (2)와 조건 (23)를 동일하게 조작함으로써 가능하다. 이를 위해 조건 (23)을 다시 정리하면 다음과 같다.

$$E[U_i']\left(\frac{1}{E[U_i']}\left(E[U_i'P(x,\rho)] + (1+v_i)x_iE[U_i'P^x(x,\rho)]\right) - C_i^{x_i} - t_i\right) = 0 \tag{25}$$

이때, $E[U_i'] > 0$이므로 불확실성하의 최적조세율은 다음과 같다.

$$t_i^0 = A^x(x) - P(x) + \frac{1}{E[U_i']}\left(E[U_i'P(x,\rho)] + (1+v_i)x_iE[U_i'P^x(x,\rho)]\right) \tag{26}$$

혹은

$$t_i^0 = A^x(x) + (1+v_i)P^x(x)x_i + \frac{1}{E[U_i']}\left(Cov(U_i', P) + (1+v_i)x_iCov(U_i', P^x)\right) \tag{27}$$

혹은

$$t_i^0 = A^x(x) - (1+v_i)P(x)s_i/\eta + \frac{1}{E[U_i']}\left(Cov(U_i', P) + (1+v_i)x_iCov(U_i', P^x)\right). \tag{28}$$

이제, 수요의 불확실성하에서 도출된 식 (27)과 식 (28)을 통해 확실성하의 결과와 비교하면 다음의 몇 가지 경제적 의미를 발견할 수 있다.

첫째, 식 (27)에서 최적조세는 확실성과 마찬가지로 양수(조세)이거나 음수(보조금)이다. 그러나, 그 부호의 결정은 사회적 비용 $A^x(x)$와 생산물 시장의 왜곡정도 $MR_i - P(x) = (1+v_i)P^x(x)x_i$뿐만 아니라 각 기업의 위험에 대한 선호도(risk preference)의 정도까지도 포함하고 있다. 따라서, 각 기업의 위험에 대한 선호도를 나타내는 공분산항(covariance term)의 크기가 0이 아닌 이상 불확실성하의 최적조세는 확실성하의 최적조세와 다르다. 즉, 불확실성하의 최적조세는 $t_i^0 = t_i^* + m$과 같이 쓸 수 있으며, (여기서 $m = (Cov(U_i', P) + (1+v_i)x_i Cov(U_i', P^x))E[U_i']$) 이때 m은 각 기업이 부담해야 하는 불확실성에 대한 심리적 가치 혹은, 위험부담료 (risk-bearing fee)로 해석할 수 있다[9].

둘째, 각 기업의 위험에 대한 선호도가 중립적인 경우엔 공분산(covariance)의 크기가 0이 되고 따라서, 불확실성하의 최적조세는 확실성하의 최적조세와 동일하다. 위험에 대한 선호도가 중립적이라는 의미는 그 기업의 위험부담료 $m=0$이라는 것과 동일하다는 점에서 합리화된다.

셋째, 불확실성하에서의 최적조세는 확실성하의 경우와 마찬가지로, 각 기업의 시장점유율과 역의 관계를 갖고 있으며, 수요탄력성과 정의 연관관계가 있다. 즉, 생산량이 적은 기업은 상대적으로 생산량이 많은 기업에 비해 조세부담이 많고, 또한 시장이 경쟁적일수록 각 기업의 조세부담은 늘어나게 된다. 예를 들어 독점적인 시장구조의 경우엔 동일한 수요탄력성을 지닌 과점시장의 경우에 비해 상대적으로 더 낮은 수준의 오염세를 지불해야 하는 반면, 주어진 기업의 숫자하에서 완전경쟁적인 시장구조의 경우엔 상대적으로 경쟁적이지 못한 경우에 비해 더 높은 수준의 오염세를 지불하게 된다.

9) 위험부담료(risk-bearing fee)에 대한 설명은 Takayama(1994) 참조

마지막으로, 불확실성하에서도 규제자가 최적조세율을 결정함에 있어서 각 기업의 비용조건에 대한 정보는 직접적으로 필요하지 않다. 또한, 각 기업의 비용조건이 동일하고 위험에 대한 선호도가 동일한 기업을 가정하는 경우에 조세율은 역시 모든 기업에게 동일하다는 점에서 비차별성을 지니고 있다.

다음으로 최적조세의 상대적인 크기를 비교하기 위해서 공분산항의 부호를 결정한다. 이때, $E[U_i'] > 0$이므로 공분산항의 부호는 $Cov(U_i', P) + (1+v_i)x_i Cov(U_i', P^x)$의 부호와 동일하다는 것을 알 수 있다. 여기서, 확률변수는 ρ 하나뿐이므로 각 함수들이 단조성을 지닌다면, 다음과 같은 성질 (29)와 (30)이 만족됨을 알 수 있다.

$$sign\ \ Cov(U_i', P) = sign\left(\frac{\partial U_i'}{\partial \rho} \cdot \frac{\partial P}{\partial \rho}\right) \tag{29}$$

$$sign\ \ Cov(U_i', P^x) = sign\left(\frac{\partial U_i'}{\partial \rho} \cdot \frac{\partial P^x}{\partial \rho}\right) \tag{30}$$

이때 $\partial U_i'/\partial \rho = U_i'' P^\rho x_i < 0$, $\partial P/\partial \rho = P^\rho > 0$, $\partial P^x/\partial \rho = P^{x\rho} > 0$임을 알 수 있다. 따라서, $Cov(U_i', P) < 0$이고 $Cov(U_i', P^x) < 0$이라는 사실에서 다음의 결과를 얻는다[10].

[정리 1] 불확실성하의 최적조세는 확실성하의 최적조세보다 작다. $(t_i^0 < t_i^*)$

[정리 1]은 불확실성의 효과가 확실성하에서 결정되는 최적조세를 더 낮추는 방향으로 나타난다는 점을 시사한다. 이 결과는 Farber(1984)의 결과와 일치하는 것이다. 특히, [정리 1]은 두 가지 점에서 Farber의 결과를 일반화시키고 있다. 첫째, Farber는 경쟁적인 시장을 가정하였으나 본 연구

10) 모든 증명은 부록에서 보여주고 있다.

는 기업간의 전략행위를 반영하는 과점적인 성격을 포함하고 있다는 점이다. 본 연구하에서 과점기업이 직면한 수요탄력성에 대한 가정을 변화시킴으로써 완전경쟁적인 상황을 설명할 수 있다는 점에서 본 연구는 Farber의 결과를 보이고 있다. 둘째, Farber는 주어진 오염총량을 규제하기 위한 조세의 효과를 불확실성하에서 분석하였으나, 본 연구는 사회최적조건을 유도함으로써 불확실성이 최적조세에 미치는 효과를 분석하였다는 점이다. 따라서, 본 연구하에서 사회최적의 상태를 주어진 오염총량으로 놓고 수요불확실성의 효과를 분석하는 경우 Farber와 동일한 결론을 얻을 수 있다. 이에 더하여 [정리 1]은 확실성하의 최적조세와 불확실성하의 최적조세의 상대적인 크기가 각 기업의 위험부담료 m만큼 차이가 난다는 점도 시사하고 있다.

한편, 불확실성하에서의 조세수준의 변화가 시장균형에 미치는 효과를 알아보기 위해 식 (23)에 대해 음함수정리를 사용하면 다음의 (31)을 얻는다.

$$\frac{\partial x_i}{\partial t_i} = \left(E[U_i'] + x_i E[U_i''(P + (1+v_i)P^x x_i - C_i^{x_i} - t_i)]\right)/D_i \quad (31)$$

여기서 $D_i = E[U_i''(P + (1+v_i)P^x x_i - C_i^{x_i} - t_i)^2$
$\qquad + U_i'(2(1+v_i)P^x + (1+v_i)^2 P^{xx} x_i - C_i^{x_i x_i})]$

[정리 2] 절대위험회피도의 체감성(decreasing absolute risk aversion : $U_i''' > 0$) 가정하에서 조세율의 증가는 불확실성하의 시장균형 생산량을 감소시킨다. ($\partial x_i / \partial t_i < 0$)

[정리 2]의 결과는 확실성하의 결과와 동일하다. 즉, 불확실성하에서도 규제자는 조세를 부과함으로써 각 기업의 생산량을 줄임으로써 사회최적을 달성시킬 수 있음을 알 수 있다. [정리 2]에서 알 수 있는 또 한 가지

의 사실은 불확실성하에서 조세율이 최적조세 t_i^0보다 큰 경우엔 시장균형 생산량은 사회최적보다 낮아진다는 사실이다. 다시 말해, 시장수요에 대한 불확실성이 존재함에도 불구하고 규제자가 확실성하의 조세율을 부과한다면 시장성과는 사회최적보다 더 낮은 생산량을 발생시킨다. 이러한 사실은 음의 외부성이 존재하는 경우 이를 치유하기 위한 조세정책에 중요한 시사점이라고 볼 수 있다.

마지막으로 불확실성의 변화가 최적조세 수준에 어떠한 영향을 미치는가를 살펴보기로 한다. 분석의 편의를 위해 Ishii(1979)에서 처럼 불확실성을 표현하는 확률변수 ρ가 충분히 작다고 한다면 조건 (28)의 공분산항은 다음과 같은 근사치로 표현될 수 있다[11].

$$\frac{Cov(U_i', P) + (1+v_i)x_i Cov(U_i', P^x)}{E[U_i']} = -(P^{\bar{\rho}} + P^{x\bar{\rho}}(1+v_i)x_i)$$

$$P^{\bar{\rho}} x_i R_i \sigma_\rho^2 \qquad (32)$$

여기서 σ_ρ는 ρ의 표준오차이고, $R_i = -U_i''/U_i'$는 Arrow-Pratt의 위험회피도 지수이다[12]. 이때, 우변항이 음수이므로 공분산항의 부호는 앞의 결과와 동일함을 알 수 있다.

이제, 식 (32)를 식 (28)에 대입하면,

$$t_i^0 = t_i^* - (P^{\bar{\rho}} + (1+v_i)P^{x\bar{\rho}} x_i) P^{\bar{\rho}} x_i R_i \sigma_\rho^2 \qquad (33)$$

식 (33)을 R_i와 σ_ρ^2에 대해 편미분하면 다음의 식 (34)와 (35)를 얻는다.

11) Kendall and Stuart(1977)에 의하면 공분산을 다음과 같은 분산항으로 표현할 수 있다.

$Cov(U_i', P) = U_i''(P^{\rho})^2 x_i \sigma_\rho^2$, $Cov(U_i', P^x) = U_i'' P^{\bar{\rho}} P^{x\bar{\rho}} x_i \sigma_\rho^2$

12) 이들 모든 값은 임의의 평균 $\bar{\rho}$ 에서 평가된 값이다.

$$\frac{\partial t_i^0}{\partial R_i} = -(P^{\bar{\rho}} + (1+v_i)P^{x\bar{\rho}}x_i)P^{\bar{\rho}}x_i\sigma_\rho^2 < 0 \tag{34}$$

$$\frac{\partial t_i^0}{\partial \sigma_\rho^2} = -(P^{\bar{\rho}} + (1+v_i)P^{x\bar{\rho}}x_i)P^{\bar{\rho}}x_iR_i < 0 \tag{35}$$

따라서, 불확실성하의 최적조세는 위험회피도의 정도가 증가함에 따라 감소하며, 또한 위험요소가 증가함에 따라 감소하는 성질을 갖고 있다. 이는 역시 Farber(1984)의 결과와 동일하다. 각 기업들이 위험회피적일 때 불확실성이 증가함에 따라 생산량을 감소시킬 것이기 때문에, 규제자는 사회최적을 달성하기 위해서 조세수준을 낮추어야 한다는 점을 고려하면 이 결과의 의미를 확인할 수 있다.

IV. 결 론

기존에 이루어진 대부분의 환경오염세와 시장구조에 대한 논의는 독점시장에 초점을 맞추어 왔으며 특히, 시장구조와 오염세간의 확정적인 연관관계를 가정하고 있다. 본 연구는 최근에 이루어지고 있는 과점시장구조하의 최적 환경오염세에 대한 논의를 불확실성하에서 일반화하고 있다. 본 연구의 주요 시사점은 다음과 같다.

첫째, 수요가 불확실한 상황하에서 과점시장의 시장균형이 사회최적을 달성하기 위해서는 생산행위에서 유발되는 오염의 사회적 비용, 생산물 시장의 왜곡정도, 그리고 각 기업의 위험에 대한 선호 등을 반영한 오염세가 구축되어야 한다. 특히, 불확실성이 각 기업에게 미치는 심리적 압박감 혹은 각 기업이 가지고 있는 위험에 대한 선호도에 의해 표현되는 위험부담료에 대해서 적절한 보상이 이루어질 때, 그 위험요소가 시장균형에 미치

는 영향을 오염세를 통해 내재화할 수 있다.

둘째, 과점적인 시장형태하에서 환경오염세의 수준은 수요의 불확실성이 도입되면서 더 낮아져야 하며, 불확실성이 증가할수록 최적 오염세의 수준은 더 낮아져야 함을 보이고 있다.

셋째, 확실성의 경우와 마찬가지로 불확실성하에서도 시장구조의 형태가 완전경쟁적으로 될수록 최적 오염세의 수준은 더 높아져야 하며 독점적이 될수록 그 수준은 더 낮아져야 한다.

넷째, 절대위험회피도의 체감성 가정하에서 조세율의 증가는 시장불확실성하의 균형생산량을 감소시킨다. 따라서, 시장수요의 불확실성이 존재함에도 불구하고 확실성하에서 얻어진 오염세를 근거로 최적 조세가 결정될 경우 시장균형생산량은 사회최적의 수준보다 더 낮아질 것이다.

마지막으로 본 연구의 향후 연구방향을 생각해 본다.

첫째, 우리가 분석한 수요불확실성하의 피구적 조세는 線形(linear) 형태의 오염세를 기반으로 이루어지고 있다. 그러나 최근 환경오염세와 관련한 규제경제이론에서 이슈가 되고 있는 정보의 비대칭성(Asymmetric Information)을 고려하면 불확실성하에서의 非線形(nonlinear) 형태의 오염세를 구축하는 일이 중요한 이슈가 될 수 있다[13].

둘째, 일반적으로 피구적 오염세에서는 환경오염에 대한 사회적 비용함수에 대한 부분적인 정보가 필수적이다. 그러나 환경오염 피해에 대한 불확실성이 존재하는 경우 사회최적 조건과 이에 따른 최적 오염세의 형태가 달라질 것이다. 따라서, 이 경우 사후적(ex post) 개념의 사회최적을 정의해야 할 것이고, 이에 대한 환경오염세의 성질을 논의해야 할 것이다.

마지막으로 불확실성에 관련한 요소가 하나 이상인 경우 즉, 본 연구에서는 수요의 불확실성만을 가정했으나 두 개 이상의 불확실성이 상호연관

13) 정보의 비대칭성하에서 논의되는 비선형의 환경오염세에 대한 연구로는 Kim and Chang (1993), 김재철·이상호(1994), Lee and Kim(1995) 등이 있다.

적으로 작용하는 경우에 있어서 환경오염세의 특징과 그 수준의 변화방향에 대한 연구가 뒤따라야 할 것이다.

〈참 고 문 헌〉

김재철 · 이상호, 「과점시장의 환경오염규제를 위한 최적유인제도에 관한 연구」, 『경제학연구』, 제41집 제3호, 1994, pp. 27~49.

Buchanan, J.M., "External Diseconomies, Corrective Taxes and Market Structure," *American Economic Review* 59, 1969, pp. 174~177.

Dnes, A.W., "The Case of Monopoly and Pollution," *Journal of Industrial Economics* 30, 1981, pp. 213~216.

Farber, S., "Pareto-Optimal Effluent Taxation and Market Structure in the Presence of Uncertain Demand and Detection," *Journal of Industrial Economics* 33, 1984, pp, 105~111.

Ishii, Y., "On the Theory of Monopoly under Demand Uncertainty," *Journal of Economics* 39, 1979, pp. 105~118.

Kendall, M.G. and A. Stuart, *The Advanced Theory of Statistics,* 4th ed, London, Charles Griffin & Co. Ltd, 1977.

Kim, J.C. and K.B. Chang, "An Optimal Tax/Subsidy for Output and Pollution Control under Asymmetric Information in Oligopoly Market," *Journal of Regulatory Economics* 5, 1993, pp. 183~197.

Koenig, E.F., "Indirect Methods for Regulating Externalities under Uncertainty," Quarterly *Journal of Economics* 100, 1985, pp. 479~493.

Lee, S.H. and J.C. Kim, "Oligopolistic Incentives for Pollution Control with Nonzero Conjectures," *Economics Letters* 49, 1995, pp. 95~99.

Leland, H.E., "Theory of the Firm Facing Uncertain Demand," *American Economic Review* 62, 1972, pp. 278~291.

Martin, R.E., "Externality Regulation and the Monopoly Firm," *Journal of Public Economics* 29, 1986, pp. 347~362.

Seade, J., "The Stability of Cournot Revisited," *Journal of Economic Theory* 23, 1980, pp. 15~27.

Shaffer, S., "A First-Best Regulatory Tax for Oligopoly," *Journal of Regulatory Economics* 1, 1989, pp. 373~389.

Shaffer, S., "Optimal Linear Taxation of Polluting Oligopolists," *Journal of Regulatory Economics* 7, 1995, pp. 85~100.

Takayama, A., *Analytical Methods in Economics*, Harvester Wheatsheaf, 1994.

Varian, H.R., "A Solution to the Problem of Externalities when Agents are Well-Informed," *American Economic Review* 84, 1994, pp. 1278~1293.

Weitzman, M.L., "Prices vs. Quantities," *Review of Economic Studies* 41, 1974, pp. 477~491.

Weitzman, M.L., "Optimal Rewards for Economic Regulation," *American Economic Review* 68, 1978, pp. 683~691.

〈부 록〉

1. 〔정리 1〕의 증명

$$t_i^0 = t_i^* + \frac{1}{E[U_i']}\left(Cov(U_i', P) + (1+v_i)x_i^* Cov(U_i', P^x)\right) < t_i^* \text{(증명끝)}$$

2. 〔정리 2〕의 증명

조건 (24)에 의해 $D_i < 0$이므로 $\partial x_i / \partial t_i$의 부호는 분자의 부호와 반대이다. 따라서, 우리는 $E[U_i''(P+(1+v_i)P^x x_i - C_i^{x_i} - t_i)] \geq 0$임만 증명하면 된다.

먼저, 임의의 조세율 t_i에 대해 조건 (23)을 만족하는 해를 $\widetilde{x_i}$로 놓고 그때의 이윤수준을 $\Pi_i \equiv P+(1+v_i)P^x \widetilde{x_i} - C_i^{x_i} - t_i$라고 하자. 또한, $\widehat{\Pi_i} \equiv P+(1+v_i)P^x \widetilde{x_i} - C_i^{x_i} - \widehat{t_i} = 0$을 만족시키는 조세율을 $\widehat{t_i}$로 놓자. 이때, 우리는 다음의 관계식을 얻는다.

$$\Pi_i \lessgtr \widehat{\Pi_i} \quad \Leftrightarrow \quad t_i \gtrless \widehat{t_i} = P+(1+v_i)P^x \widetilde{x_i} - C_i^{x_i} \tag{A1}$$

따라서, 절대위험회피도의 체감성($U_i''' > 0$) 가정 하에서 다음의 (A2)의 관계식을 얻을 수 있다. (이때, $U_i'(\widehat{\Pi_i})$와 $U_i''(\widehat{\Pi_i})$는 상수이다)

$$-\frac{U_i''(\Pi_i)}{U_i'(\Pi_i)} \gtrless -\frac{U_i''(\widehat{\Pi_i})}{U_i'(\widehat{\Pi_i})} \Leftrightarrow P+(1+v_i)P^x \widetilde{x}_i - C_i^{x_i} - t_i \lessgtr 0 \tag{A2}$$

먼저.

$P+(1+v_i)P^x \widetilde{x_i}-C_i^{x_i}-t_i \leq 0$일 때, 관계식 (A2)의 양변에 $-U_i'(\Pi_i)$와 $P+(1+v_i)P^x \widetilde{x_i}-C_i^{x_i}-t_i$를 곱하면 우리는 모든 t_i에 대해서 다음의 관계식 (A3)를 얻는다.

$$U_i'' \cdot (P+(1+v_i)P^x \widetilde{x_i}-C_i^{x_i}-t_i) \geq \frac{U_i''(\widehat{\Pi_i})}{U_i'(\widehat{\Pi_i})} U_i' \cdot (P+(1+v_i)P^x \widetilde{x_i}-C_i^{x_i}-t_i) \tag{A3}$$

마찬가지로 $P+(1+v_i)P^x \widetilde{x_i}-C_i^{x_i}-t_i \geq 0$인 경우엔 관계식 (A2)가 위의 경우와는 반대이지만 역시 관계식 (A2)의 양변에 $-U_i'(\Pi_i)$와 $P+(1+v_i)\ P^x \widetilde{x_i}-C_i^{x_i}-t_i$를 곱하면 우리는 역시 모든 t_i에 대해서 관계식 (A3)를 똑같이 얻을 수 있다. 즉, 식 (A3)는 어느 경우에나 성립한다. 이제, 관계식 (34)의 양변에 기대치를 취하면, 다음의 관계식을 얻는다.

$$E[U_i'' \cdot (P+(1+v_i)P^x \widetilde{x_i}-C_i^{x_i}-t_i)] \geq \frac{U_i''(\widehat{\Pi_i})}{U_i'(\widehat{\Pi_i})} E[U_i' \cdot (P+(1+v_i)P^x \widetilde{x_i}-C_i^{x_i}-t_i)]$$

이때, 시장균형의 일계조건 (23)에 의해 위의 관계식의 우변이 0임을 알 수 있다. (증명 끝)