不完全한 費用情報下에서 自己選擇 規制를 위한 最適誘引體系의 設定*

李 相 鎬**

논 문 초 록 :

본 연구는 주인(principal)인 규제자가 대리인(agent)인 피규제기업에 대한 비용정보뿐만 아니라 회계자료에 대해서도 정보획득이 불가능하고, 또한 기업이 직면한 시장수요에 대해서도 불완전한 정보를 지니고 있는 이중의 비대칭정보하에서, 정보제약이 제한하는 사회차선의 해를 비교분석한다. 구체적인 분석결과는 다음과 같다. 첫째, 최적유인체계하에서는 비대칭정보의 존재로 말미암아 피규제기업 및 소비자에게 일정한 정보지대를 제공하고 있으며, 이에 따라 사회최적과 차선 간의 생산량에는 일정한 왜곡이 발생한다. 둘째, 비대칭정보가 제공하는 정보지대의 크기는 효율성 지표에 비례적이며, 이 값은 소비자와 기업 간의 연관관계에 의해 결정된다. 마지막으로 사회차선의 결과는 조세재원의 사회적 비용의 크기에 의존한다.

핵심주제어 : 이중의 비대칭정보, 자기선택문제, Bayesian 최적유인체계
경제학문헌목록 주제분류 : D8, L5

Ⅰ. 서 론

1980년대 중반까지 자연독점산업의 가격규제는 전통적으로 수익률 규제(rate-of-return regulation)를 기반으로 하고 있었다. 수익률 규제는 독점기업의 비용정보를 기반으로 하여 수익과 비용이 일치하도록 자본에 대한 일정한 수익률만을 보장시켜 주는 가격규제체제로, 규제경제이론에 따르면 피규제기업의 생산량 증가(allocative efficiency)를 유인할 수 있지만, 생산방식의 비효율성(production inefficiency)을 초래하는 상반관계(trade-off)가 존재하게 된다.[1] 즉, 수익률 규제

* 본 논문을 완성하는 과정에서 본 경제학부의 미시경제학세미나를 통해 유익한 토론을 해 주신 손용엽 교수, 정진필 교수와 한국전자통신연구원의 이상규 박사, 그리고 발전적인 논평을 해 주신 익명의 심사자들께 감사드린다.

** 전남대학교 경영대학 경제학부 조교수(기업경영연구소 상임연구원).

1) 수익률 규제에 대한 경제학적 이론은 Averch and Johnson (1962)에서 시작되어, Baumal

하에 놓여 있는 독점기업은 노동투입량 대비 자본에 대한 상대적인 비중을 과중하게 증가시킴으로써(overcapitalization) 비효율적인 생산방식을 채택하려는 유인이 발생한다. 이러한 점은 비대칭정보(asymmetric information)하에서 주인(principal)으로서 규제자가 대리인(agent)으로서 피규제기업을 규제하는 경우에 정보지대(informational rent)와 최적유인(incentive) 간에는 상반관계(trade-off)가 존재함을 극명하게 보여 주고 있다.

이에 따라 비대칭정보하에서 정보지대와 유인 간의 상반관계를 최적적으로 조절하려는 연구가 1980년대에 들어서서 유인규제이론분야를 중심으로 성장하였으며, 이러한 연구의 최초 연구는 Loeb and Magat(1979)를 들 수 있다. 그들은 비용정보에 대한 비대칭적 상황하에서 적절한 보조금(또는 조세)제도를 통한 유인체계를 제시하여 일정한 정보지대를 피규제기업에게 지불함으로써 피규제기업의 비효율적인 행위를 치유할 수 있음을 보였다. 그들의 연구는 이후 신규제경제학(new regulatory economics)분야로 불리는 일단의 연구를 가속시키게 되었다. Baron and Myerson(1982)은 규제자가 비용정보에 대해 어느 정도의 분포형태를 통해 사전정보를 알고 있을 때, 이를 이용해 정보지대를 최소화하는 Bayesian 유인체계를 최초로 설계하여 Loeb-Magat에 이은 후속연구의 지평을 열었다.[2)] 이후 Baron-Myerson의 모형은 여러 연구자들에 의해 다양한 형태로 확장되었다. 먼저, Sappington(1983)은 Baron-Myerson모형을 다생산물 독점기업으로 확장하여 기업의 정보지대의 크기에 따른 가격체계의 왜곡 정도를 보였으며, Baron and Besanko(1984)는 피규제기업의 비용정보를 사후적으로 감사하는 체계를 구축하였다. 반면, Laffont and Tirole(1986)은 피규제기업의 회계정보를 이용해 기업의 총비용자료를 활용하는 보조금 유인체계를 설계하여 Baron-Myerson의 연구를 일반화하였다. 또한, 이들은 회계정보 사용에 따른 기업의 도덕적 해이(moral hazard)의 문제와 보조금제도 사용에 따른 사회적 조세부담(excess burden)의 문

and Klevorick(1970), Zajac(1970), Bailey(1973), Das(1980) 등 많은 학자들에 의해 확장·개발되었다.

2) 이 밖에 Non-Bayesian 규제방식에서는 피규제기업의 생산비용이나 시장수요에 대한 사전정보가 전혀 없더라도 회계정보(과거 생산량, 가격, 비용자료 등)를 이용해 보조금(조세)체계를 설정함으로써 피규제기업의 행위를 사회최적과 일치시키는 유인제도를 제시하고 있다. Non-Bayesian 규제연구는 Tam(1981), Finsinger and Vogelsang(1982, 1985), Sappington and Sibley(1988), Vogelsang(1989), Sibley(1989), Kim and Chang(1993), Schwermer(1994), Train(1994), Kim and Lee(1995), Kim and Jung(1995), Lee(1997a, b)등에 의해 소개·확장되고 있다. 그러나, 이들 연구는 정부보조에 의해 발생하는 초과적 조세부담의 문제를 안고 있다.

제도 함께 고려하고 있다. 반면, Lewis and Sappington(1988a)은 Baron-Myerson 모형을 이용하여 비용정보에 대한 비대칭의 가정을 대신하여 수요정보에 대한 비대칭적 상황을 상정하여 Bayesian 유인체계를 설정하고 있다. 또한, Lewis and Sappington(1988b), Laffont and Tirole(1990a) 등은 각기 자신들의 모형을 기반으로 하여 비용조건과 수요정보에 대해 모두 불완전한 경우에 있어서 최적유인제도를 설계하고 있다. 이밖에 Laffont and Tirole(1990b)은 독점시장에 경쟁이 도입되는 경우 최적 시장구조에 대한 유인체계적 가격결정을 분석하였으며, Lee and Kim(1996)은 외부적인 보조가 없는 경우, 즉 사회적 조세부담문제를 제거한 경우의 최적유인체계와 효율적인 가격체계를 살펴보았다.3)

본 연구는 이들 Bayesian 최적규제연구와 궤를 같이하여, 이중의 비대칭정보(doubly asymmetric information)하에 놓여 있는 규제자와 피규제기업 간의 주인-대리인문제의 해를 구하여 정보지대와 유인체계 간의 상반관계를 구체적으로 살펴보고자 한다. 즉, 규제자가 규제기업에 대한 비용정보뿐만 아니라 회계적 비용자료에 대해서도 정보획득이 불가능하고, 또한 기업이 직면한 시장수요에 대해서도 불완전한 정보를 지니고 있을 때, 이러한 정보제약이 제한하는 사회차선의 해를 비교분석하고자 한다. 이러한 시도는 불완전한 정보체계하에서의 차선해와 완전정보체계하에서의 최적해를 비교가능하게 함으로써 정보제약과 유인체계 간의 상반관계 또는 정보제약 제거에 따른 사회적 편익의 증가관계를 파악할 수 있게 한다. 본 연구에서 분석한 최적유인체계에 대한 구체적인 결과는 다음과 같다. 첫째, 비대칭정보의 존재로 말미암아 피규제기업 및 소비자에게 일정한 정보지대를 제공하고 있으며, 이에 따라 사회최적과 차선 간의 생산량에는 왜곡이 발생한다. 즉, 정보지대를 제어하는 유인체계와 최적가격체계 간에는 분리성(incentivepricing dichotomy)이 성립하지 않는다. 둘째, 이중의 비대칭정보가 제공하는 정보지대의 크기는 효율성 지표에 비례적이며, 구체적인 크기는 소비자와 기업 간의 연관관계에 의해 결정된다. 마지막으로 사회차선의 결과는 조세재원의 사회적 비용의 크기에 의존한다.

본 연구의 결과는 이중의 비대칭정보상황을 분석하고 있는 기존 연구와 몇 가지 점에서 차이가 난다. 먼저, Baron-Myerson류의 모형, 예를 들어 Lewis and Sappington(1988b)과 Lee and Kim(1996)에서는 일반조세(public funds)에 근거한

3) Laffont and Tirole(1993)은 자신들의 연구결과를 집대성하여 Bayesian 최적유인규제제도의 설정과 이론적 설명에 대한 방대한 조사를 하고 있다.

보조금정책이 가져올 초과적 부담(excess burden)을 고려하지 않고 분석을 하고 있으나, 본 연구에서는 초과적 부담의 영향을 직접적으로 고려하여 초과적 부담의 잠재적 비용이 차선해에 미치는 영향을 살펴보고 있다. 또한, Laffont-Tirole류의 모형에서는 회계자료에 근거한 최적유인제도를 살펴보고 있으나, 본 연구에서는 이러한 가능성이 배제되어 비용정보에 대한 제약이 훨씬 심각한 경우를 상정하고 있다. 따라서 비용에 대한 회계자료를 사용하는 그들의 결과와 달리 본 연구에서는 유인체계와 최적가격체계 간에 분리성이 성립하지 않으며, 사회차선의 가격형태에는 일정한 왜곡이 발생하게 된다. 마지막으로 Non-Bayesian 연구, 예를 들어 Kim and Jung(1995)에서는 일반조세에 의한 초과적 부담문제, 회계자료의 접근문제, 정보지대에 대한 과다한 지출문제 등이 상존하고 있는 제한점이 있으나, 본 연구에서는 이러한 제반 문제를 포괄하는 연구분석을 시도하고 있다.

본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 먼저, 제II절에서는 본 연구목적에 적합하도록 Baron-Myerson 및 Laffont-Tirole류의 Bayesian모형을 기본모형으로 소개하고 있다. 제III절에서는 완전정보하에서 독점기업의 최적(first-best)규제문제를 살펴보고 있다. 제IV절에서는 독점기업의 비용정보를 갖지 못한 경우에 차선해(second-best)의 문제를 분석하며, 제V절에서는 비용조건뿐만 아니라 수요정보에 대해서도 알지 못하는 경우에 차선해(third-best)의 문제를 파악하고 있다. 마지막으로 제VI절에서는 주요 분석결과를 비교하고 규제경제적 시사점을 논의하고 있다.

II. 기본모형

시장에서 제공되는 동일한 독점상품을 수요하는 소비자가 두 가지 유형인 경우를 상정하자. 소비자유형 $i(=1,2)$에 속하는 소비자수와 그들의 수요량을 α_i와 q_i라 하면, 시장총수요량은 $Q=\alpha_1 q_1+\alpha_2 q_2$이다. 또한, 소비자유형 i가 소비행위를 통해 얻게 되는 효용은 $S_i(q)$이다. 이 때, $S_1(q)=S(q)$, $S_2(q)=\theta S(q)$라고 하자($\theta>1$). 즉, 소비자는 소비자유형의 행태를 결정짓는 수요모수(demand parameter) θ에 의해 구분된다. 또한, 효용함수 $S(q)$는 $S_q>0$, $S_{qq}\leq 0$을 만족한다.[4]

4) 이 때, $S_q \equiv \partial S/\partial q$이다. 이하에서는 편의상 이 같은 표기는 모두 편미분값을 나타낸다.

생산물을 시장에 제공하는 독점기업의 비용함수는 $C=C(\beta)Q$인 비용불변산업을 가정한다. 여기서, β는 기업의 생산함수(한계비용 및 평균비용)를 결정짓는 비용모수(cost parameter)이다. 이 때, $C_\beta>0$, $C_{\beta\beta}\geq 0$. 즉, 비용모수 β의 증가는 생산비용(한계비용 및 총비용)을 증가시키는 데 영향을 미치고 있다. 따라서 기업이 비용효율적일수록 낮은 비용모수 β를 지니게 된다. 독점기업은 두 유형의 소비자그룹에 대해 비선형의 가격차별화를 실시하고 있으며, 각 소비자유형에 대해 T_i의 가격을 설정하는 경우 생산활동을 통해 얻게 되는 총수입은 $\alpha_1 T_1+\alpha_2 T_2$이다. 한편, 독점기업은 규제자의 가격 및 생산량 규제하에 놓여 있어서 생산량(q_1, q_2) 및 가격(T_1, T_2)결정은 규제자가 설정하게 된다. 마지막으로 규제자는 독점기업의 이윤수준을 조절하기 위해 t만큼의 보조금 또는 조세를 설정하게 된다.[5] 따라서 규제하의 독점기업의 이윤은 아래와 같다.

$$U=t+\alpha_1 T_1+\alpha_2 T_2-C(\beta)Q \tag{1}$$

한편, 독점기업의 상품을 소비하는 소비자 전체의 소비자잉여는 다음과 같다.

$$V=\alpha_1 V_1+\alpha_2 V_2=\alpha_1\{S(q_1)-T_1\}+\alpha_2\{\theta S(q_2)-T_2\} \tag{2}$$

여기서, 첫번째 항 (V_1)은 소비자유형 1의 소비자잉여이고, 두 번째 항 (V_2)은 소비자유형 2의 소비자잉여이다.

마지막으로, 규제자는 공리주의적인 입장에서 아래와 같은 사회적 후생을 최대화한다고 가정한다.

$$\begin{aligned} W &= V+U-(1+\lambda)t \\ &= \alpha_1\{S(q_1)+\lambda T_1\}+\alpha_2\{\theta S(q_2)+\lambda T_2\}-(1+\lambda)C(\beta)Q-\lambda U \end{aligned} \tag{3}$$

즉, 사회적 후생은 소비자잉여(V)와 독점기업의 이윤(U)의 합에서 독점기업을 보조하기 위한 일반조세(public funds)에 의해 발생하는 사회적 비용을 뺀 값으로 정의된다. 즉, 일반조세를 통해 t만큼 규제자가 재원을 조달하는 경우, 재원조달에 따른 초과부담에 따라 효율성이 상실되는 효과가 발생하기 때문에 이러

5) 예를 들어, 고정비용이 큰 자연독점산업의 경우 산업활동을 위한 정부보조가 일정 부분 필요한 반면, 그렇지 않은 경우에는 규제기업의 이윤은 정부의 조세수입원으로 활용할 수 있다.

한 비용은 일반조세의 잠재비용(shadow cost: $\lambda>0$)을 유발시키게 된다.6)

규제자가 위와 같은 규제자의 목적을 실현하는 데에는 규제자가 지닌 정보력에 의존한다. 이하에서는 규제자가 가지고 있는 정보력에 따른 사회최적의 변화 정도를 살펴보기로 한다. 제Ⅲ절에서는 완전정보하에서, 제Ⅳ절에서는 규제기업의 비용모수 β에 대한 정보가 없는 비대칭정보하에서, 그리고 제Ⅴ절에서는 비용모수 β뿐만 아니라 소비자유형의 행태를 결정짓는 수요모수 θ도 모르는 이중의 비대칭정보하에서 각각 분석하기로 한다.

Ⅲ. 완전정보하에서의 사회최적(first-best)

완전정보하에 놓여 있는 규제자의 최적규제조합 $\{(q_1, T_1),\ (q_2, T_2)\}$과 규제기업의 이윤$\{U\}$은 아래의 문제를 푼 해결책과 같다.

$$\begin{aligned}
\text{Max}\quad & W=\alpha_1\{S(q_1)+\lambda T_1\}+\alpha_2\{\theta S(q_2)+\lambda T_2\}-(1+\lambda)C(\beta)Q-\lambda U \\
s.t.\quad & S(q_1)-T_1 \ \geq\ 0:\ IR_1 \\
& \theta S(q_2)-T_2 \ \geq\ 0:\ IR_2
\end{aligned}$$

이 때, 두 개의 제약식은 소비자의 시장참여제약(individual rationality constraint)으로, 각 소비자가 지출하는 금액이 자신의 총편익(willingness to pay)보다 크지 않아야만 소비자가 시장에 참여하여 소비행위를 한다는 것을 의미한다.

위의 식에서 보는 바와 같이, W는 U에 대해 감소함수이기 때문에 규제하의 최적이윤은 모든 β에 대해 $U(\beta)=0$이다. 또한, $U=0$일 때, W는 T_i에 대해 증가함수이기 때문에 두 개의 제약식은 등식이 된다. 즉, $T_1=S(q_1)$, $T_2=\theta S(q_2)$로 완전가격차별화의 결과와 동일하다. 이 결과를 목적식 W에 대입하면, 다음과 같다.

$$\text{Max}\quad W=(1+\lambda)\{\alpha_1 S(q_1)+\alpha_2\theta S(q_2)-C(\beta)Q\}$$

---

6) 예를 들어, 재정조달을 위한 소득세지출은 소비자의 소비수준을 저하시키고 아울러 근로의욕을 저하시킴에 따라 전체 소득증가에 음(−)의 효과를 가져오게 된다. 초과적 조세부담에 따른 사회적 비용에 대한 논의는 Browning(1987) 및 Fullerton(1991) 등 참조. 미국의 경우 $\lambda=0.3$ 정도이다.

따라서 최적규제생산량은 다음과 같은 일계조건에 의해 결정된다.

$$W_{q_1} = (1+\lambda)\alpha_1(S_{q_1} - C(\beta)) = 0 \text{ 또는 } S_{q_1} = C(\beta) \tag{4}$$

$$W_{q_2} = (1+\lambda)\alpha_2(\theta S_{q_2} - C(\beta)) = 0 \text{ 또는 } \theta S_{q_2} = C(\beta) \tag{5}$$

이 같은 최적결과는 한계편익과 한계비용이 일치하는 곳에서 최적생산량이 결정되어야 함을 의미하는 것이다. 식 (4)와 (5)를 만족하는 값을 q_i^F라고 놓으면, $q_1^F < q_2^F$이다.

[정리 1] 완전정보하에서의 최적규제는 다음과 같다.

1.1) 모든 β에 대해 $U^F(\beta) = 0$.

1.2) $V_1^F = S(q_1^F) - T_1 = 0$, $V_2^F = \theta S(q_2^F) - T_2 = 0$.

1.3) $S_{q_1} = \theta S_{q_2} = C(\beta)$. 따라서 $q_1^F < q_2^F$이다.

Ⅳ. 비용정보에 대한 비대칭정보하에서의 사회최적(second-best)

비용모수 β에 대한 정보가 없는 상황하에서 규제자가 β에 대한 사전분포를 사용하여 독점기업을 규제하는 경우를 살펴보자. 즉, 규제자는 사전(ex ante)에 일반정보(common knowledge)로서 $\beta \in [\underline{\beta}, \overline{\beta}]$의 연속밀도분포함수 $f(\beta)$를 알고 있다고 가정한다. 또한, β의 누적분포함수 $F(\beta)$는 단조위험률(monotone hazard rate)을 지닌다고 가정한다. 즉, $d\left[\frac{F(\beta)}{f(\beta)}\right]/d\beta \geq 0$.[7] 이는 기업이 비용효율적일수록(비용모수 β가 줄어들수록 $\frac{F(\beta)}{f(\beta)}$가 감소하여) 그 가능성이 확율적으로 줄어든다는 것을 의미한다.

이러한 상황에서, 규제자는 독점기업으로 하여금 규제자와의 계약관계를 유지하면서 β를 진실되게 보고하도록 유인하는 직접규제방식(truth-telling mechanism)을 찾으면 비대칭정보의 문제가 해결된다.[8] 이 때, 규제자는 β를 근거로

7) 이 같은 가정은 Bayesian 문헌에서 일반적으로 사용하는 것이다. 또한, 일반적인 분포함수인 균일분포, 정규분포, 로그분포, 지수분포 등이 모두 이 성질을 만족한다.

8) 유인이론(incentive theory)에 기초한 revelation principle에 의하면, 어떠한 형태의 규제제도라도 피규제자로 하여금 직접적으로 자신의 정보를 진실되게 보고하도록 만드는 유인규제제도로 재구성하는 것이 가능하다.

하여 제반 규제정책을 실현하게 될 것이므로, 모든 규제변수들은 β의 함수가 된다. 즉, $q_i(\beta)$, $T_i(\beta)$, $t(\beta)$이고, 따라서 $U(\beta)$이다.

먼저, 피규제기업의 계약참여제약(individual rationality constraint)은 $U(\beta)\geq 0$이다. 다음으로, 피규제기업의 정보제공에 대한 유인일치제약(incentive compatibility constraint)에 대해 살펴보자. 비용모수 β값을 알고 있는 독점기업이 β_0이라고 보고했을 때 그 기업의 이윤은 다음과 같다.

$$U(\beta_0|\beta)=t(\beta_0)+\alpha_1 T_1(\beta_0)+\alpha_2 T_2(\beta_0)-C(\beta)Q(\beta_0) \tag{6}$$

따라서 $\beta_0=\beta$이기 위한 유인일치제약의 일계조건과 이계조건은 다음과 같다. (즉, 독점기업의 이윤이 $\beta_0=\beta$에서 최대화가 되기 위해서는 다음의 두 조건이 모두 충족되어야 한다.)

$$\beta_0=\beta\text{에서 } U_{\beta_0}(\beta_0|\beta)=0,\, U_{\beta_0\beta_0}(\beta_0|\beta)\leq 0. \tag{7}$$

이때, $U_{\beta_0}(\beta_0|\beta)=\dot{t}+\alpha_1\dot{T}_1+\alpha_2\dot{T}_2-C(\beta)\dot{Q}(\beta_0)$.

여기서, $U(\beta)\equiv U(\beta|\beta)$로 정의하여, $\beta_0=\beta$에서 비용모수 β의 변화에 대한 규제이윤의 변화율 $\dot{U}(\beta)$을 살펴보면, 포락선정리(envelope theorem)에 의해 다음과 같은 관계식이 성립한다.

$$\dot{U}(\beta)=U_\beta(\beta_0|\beta)+\left(\frac{\partial\beta_0}{\partial\beta}\right)\cdot U_{\beta_0}(\beta_0|\beta)=U_\beta(\beta_0|\beta)=-C_\beta Q(\beta) \tag{8}$$

식 (8)은 기업이 비용정보를 제대로 보고하는 유인일치제약의 일계조건이 만족되는 경우에 성립하는 관계식이다. 또한, $\beta_0=\beta$에서 일계조건 $U_{\beta_0}(\beta_0|\beta)=0$이 항상 만족되기 때문에, 음함수정리(implicit function theorem)를 이용하면, $\frac{\partial\beta_0}{\partial\beta}=-U_{\beta_0\beta}(\beta_0|\beta)/U_{\beta_0\beta_0}(\beta_0|\beta)$ 또는

$$U_{\beta_0\beta_0}(\beta_0|\beta)=-U_{\beta_0\beta}(\beta_0|\beta)=C_\beta\dot{Q}(\beta)\leq 0. \tag{9}$$

식 (9)의 결과는 식 (7)의 유인일치제약의 이계조건을 이용한 결과이다. 결국 식 (8)과 식 (9)가 성립해야만 규제기업은 자신의 비용정보를 진실되게 보고할 것이다.

따라서 비대칭정보하에 놓여 있는 규제자의 최적규제조합 $\{(q_1, T_1), (q_2, T_2)\}$과 규제기업의 이윤$\{U\}$은 아래의 문제를 푼 해결책과 같다.

$$\text{Max} \int_{\underline{\beta}}^{\bar{\beta}} W(\beta) f(\beta)\, d\beta \tag{10}$$
$$\begin{aligned} s.t.\quad & S(q_1) - T_1 \geq 0 && : IR_1 \\ & \theta S(q_2) - T_2 \geq 0 && : IR_2 \\ & U(\beta) \geq 0 && : IR_{firm} \\ & \dot{U}(\beta) = -C_\beta Q(\beta) && : IC_{firm1} \\ & C_\beta \dot{Q}(\beta) \leq 0 && : IC_{firm2} \end{aligned}$$

식 (10)의 문제를 해결하면 다음과 같은 최적규제생산량을 얻게 된다.[9)]

$$S_{q_1} = C(\beta) + \frac{\lambda}{1+\lambda} \frac{F(\beta)}{f(\beta)} C_\beta \tag{11}$$

$$\theta S_{q_2} = C(\beta) + \frac{\lambda}{1+\lambda} \frac{F(\beta)}{f(\beta)} C_\beta \tag{12}$$

이 같은 사회차선(second-best)의 결과는 한계편익이 생산의 한계비용과 비대칭정보가 가져오는 사회적 비용의 합과 일치하는 곳에서 최적생산량이 결정되어야 함을 의미하는 것이다.[10)] 위의 식 (11)과 식 (12)를 만족하는 값을 q_i^S라고 놓으면, $q_1^S < q_2^S$이다. 또한, $C_\beta > 0$이므로 $q_i^S \leq q_i^F$가 성립한다. (단, $\beta = \underline{\beta}$인 경우에만 $F(\underline{\beta}) = 0$이므로 항상 $q_i^S = q_i^F$이다.)

이와 같은 결과가 의미하는 바는 다음과 같다. 첫째, 비대칭정보가 존재하는 경우 사회차선의 생산량은 완전정보하의 최적생산량에 비해 줄어드는 경향이 있다($q_i^S \leq q_i^F$). 왜냐하면, 정보의 비대칭으로 말미암아 일정한 정보지대를 독점기업에게 제공해야 하고. 이에 따라 사회적 비용이 발생하므로 이를 최소화하는 차선의 규제생산량은 상대적으로 줄어들어야 하기 때문이다.

9) 〈부록 1〉 참조.

10) 이와 같은 결과는 회계자료를 통해 기업의 총비용정보를 알 수 있도록 가정한 Laffont and Tirole(1993)의 결과와 다르다. 그들의 모형에서는 비용정보에 대한 비대칭성에 상관없이 최적생산량 설정체계는 일정하여 최적가격체계(Ramsey Pricing)에 아무런 변화가 없다(incentive-pricing dichotomy). 단, 비대칭정보의 역할은 최적유인체계하에서 기업의 정보지대를 높이고 그에 따른 도덕적 해이를 어느 정도 용납하도록 한다.

둘째, 비대칭정보하에서의 사회차선의 생산량은 가장 비용효율적인 경우 ($\beta = \underline{\beta}$)를 기준으로 하여 완전정보하의 생산량과 점차적으로 괴리를 나타낸다.11) 왜냐하면, 기업의 비용정보를 모르는 상황에서 차선의 생산량을 결정하기 위한 근거로 가장 비용효율적일 가능성을 기준으로 하여 설정하는 것이 사회적으로 가장 효율적이기 때문이다.

셋째, 사회차선의 자원배분은 조세재원의 사회적 비용에 의존한다. 만약 조세재원의 사회적 비용이 발생하지 않는다면($\lambda = 0$의 경우), 정보제약에 상관없이 최적의 해는 항상 일정하다($q_i^S = q_i^F$). 반면, $\lambda > 0$인 경우, λ가 증가할수록 최적 생산량은 감소하게 된다. 즉, $\frac{\partial q_i^S}{\partial \lambda} < 0$.

[정리 2] 비용모수에 대한 비대칭정보하에서의 최적규제는 다음과 같다.

2.1) 모든 β에 대해 $U^S(\beta) = -\int_{\beta}^{\bar{\beta}} C_\beta(\tilde{\beta}) Q^S(\tilde{\beta}) d\tilde{\beta} \geq 0.$

2.2) $V_1^S = S(q_1^S) - T_1 = 0$, $V_2^S = \theta S(q_2^S) - T_2 = 0.$

2.3) $S_{q_1} = \theta S_{q_2} = C(\beta) + \frac{\lambda}{1+\lambda} \frac{F(\beta)}{f(\beta)} C_\beta$. 따라서, $q_1^S \leq q_2^S$이다.

Ⅴ. 수요와 비용정보에 대한 비대칭정보하에서의 사회최적(third-best)

마지막으로 규제기업에 대한 비용정보와 소비자들의 수요형태에 대한 정보를 갖지 못한 경우의 사회최적을 살펴보기로 하자. 여기서, 비용모수 β에 대한 가정은 제Ⅳ절의 가정을 그대로 사용하기로 한다.

수요모수 θ에 대한 정보가 없는 규제자는 이제 두 유형의 소비자그룹을 시장에 참여하게 하는 소비자의 시장참여제약뿐만 아니라 그들의 선호체계대로 자기선택(self-selection)하도록 유인하는 유인일치제약도 함께 고려해야 한다. 즉, 각 유형의 소비자그룹은 자신에게 적합한 가격 및 생산량 체계를 선택한 경우가 다른 그룹에게 적합한 가격 및 생산량체계를 선택한 경우보다 더 만족스러워야 한다.

---

11) 〈부록 1〉에서 보듯이 $\dot{q}_1 < 0$, $\dot{q}_2 < 0$이다.

따라서 비대칭정보하에 놓여 있는 규제자의 최적규제조합 $\{(q_1, T_1), (q_2, T_2)\}$과 규제기업의 이윤 $\{U\}$은 아래의 문제를 푼 해결책과 같다.

$$Max \int_{\underline{\beta}}^{\bar{\beta}} W(\beta) f(\beta) d\beta \tag{13}$$

$$\begin{aligned} s.t. \quad & S(q_1) - T_1 \geq 0 && : IR_1 \\ & \theta S(q_2) - T_2 \geq 0 && : IR_2 \\ & S(q_1) - T_1 \geq S(q_2) - T_2 && : IC_1 \\ & \theta S(q_2) - T_2 \geq \theta S(q_1) - T_1 && : IC_2 \\ & U(\beta) \geq 0 && : IR_{firm} \\ & \dot{U}(\beta) = -C_\beta Q(\beta) && : IC_{firm1} \\ & C_\beta \dot{Q}(\beta) \leq 0 && : IC_{firm2} \end{aligned}$$

식 (13)의 문제를 해결하면 다음과 같은 최적규제생산량을 얻게 된다.[12)]

$$S_{q_1} = C(\beta) + \frac{\lambda}{1+\lambda}\left\{\frac{F(\beta)}{f(\beta)} C_\beta + \frac{\alpha_2(\theta-1)}{\alpha_1}\right\} \tag{14}$$

$$\theta S_{q_2} = C(\beta) + \frac{\lambda}{1+\lambda} \frac{F(\beta)}{f(\beta)} C_\beta \tag{15}$$

이 같은 사회차선의 결과는 제IV절과 마찬가지로 한계편익이 생산의 한계비용과 비대칭정보가 가져오는 사회적 비용의 합과 일치하는 곳에서 최적생산량이 결정되어야 함을 의미하는 것이다. 이 때, 소비자 유형 2의 일계조건 식 (15)에 의하면 소비자수요의 비대칭정보가 유발하는 사회적 왜곡현상을 직접적으로 반영하지 않고 있다. 위의 식 (14)와 식 (15)를 만족하는 값을 q_i^T라고 놓으면, $q_1^T < q_2^T$이다. 또한, $q_1^T < q_i^S$, $q_2^T = q_i^S$가 성립한다. 그리고, $\beta = \underline{\beta}$인 경우에도 항상 $q_1^T < q_i^S$, $q_2^T = q_i^S$의 결과가 성립한다.[13)] 이와 같은 결과가 발생하는 이유는 다음과 같다. 사회후생의 극대화라는 측면에서 볼 때, 효율성에 기여하는 역

12) 〈부록 2〉 참조.

13) 이와 같은 결과는 소비자선호에 대한 비대칭정보를 다룬 일반적인 자기선택모형의 결과이다. Mussa and Rosen(1978), Maskin and Riley(1984) 및 Srinagesh and Bradburd (1989) 등 참조. 그러나 시장구조의 변화, 예를 들어 경쟁도입으로 소비자의 유보효용(reservation utility)이 존재하는 경우에는 그 결과가 달라지게 된다. Laffont and Tirole (1990b) 참조.

할을 담당하는 소비자그룹은 소비의 상대적인 크기로 보아 고수요자들($\theta S(q)$)이다. 따라서 정보의 비대칭성을 극복하기 위해서는 고수요자들의 편익을 우선적으로 고려하여 최적의 생산량을 공급하는 대신, 저수요자들의 생산량을 조절하여 그 편익을 왜곡시킴으로써 정보지대를 최소화할 수 있다. 또한, 이와 같은 결과, 즉 가장 효율적인 경우를 기준으로 하여 차선의 생산량의 크기를 조절함으로써 정보지대를 최소화하게 되는 현상은 비용정보의 비대칭성에서도 발생한다. 즉, $\beta=\underline{\beta}$인 경우에 항상 $q_i^S=q_i^F$이다.

이하에서는 수요 및 비용정보의 비대칭성으로 말미암아 발생한 결과를 정리하고 있다. 첫째, 이중의 비대칭정보가 존재하는 경우 사회차선의 생산량은 완전정보하의 생산량에 비해 줄어드는 경향이 있다($q_i^T\leq q_i^F$). 왜냐하면, 정보의 비대칭으로 말미암아 제공하게 되는 정보지대를 최소화하는 차선의 규제생산량은 상대적으로 줄어들어야 하기 때문이다. 반면, 비용정보의 비대칭성이 존재하는 경우와 비교할 때, 고수요자의 최적생산량은 변화가 없으나 ($q_2^T=q_2^S$), 저수요자의 최적생산량은 더 줄어든다($q_1^T<q_1^S$). 그리고 이 결과는 비용정보의 비대칭성에 무관하게 결정된다.

둘째, 이중의 비대칭정보하에서의 사회최적생산량은 가장 효율적인 경우를 기준으로 하여 완전정보하의 그것과 점차적으로 괴리를 나타낸다. 왜냐하면, 정보를 모르는 상황에서 최적생산의 근거를 가장 효율적일 가능성을 기준으로 하여 설정하는 것이 사회적으로 가장 효율적이기 때문이다.

셋째, 사회최적의 자원배분은 조세재원의 사회적 비용에 의거한다. 즉, λ가 증가할수록 최적생산량은 감소하게 된다. 즉, $\dfrac{\partial q_i^T}{\partial\lambda}<0$.

[정리 3] 수요 및 비용모수에 대한 이중의 비대칭정보하에서의 최적규제는 다음과 같다.

3.1) 모든 β에 대해 $U^T(\beta)=-\int_{\beta}^{\bar{\beta}}C_\beta(b,Q^T(b))\,db\geq 0.$

3.2) $V_1^T=S(q_1^T)-T_1=0\,,\ V_2^T=\theta S(q_2^T)-T_2=(\theta-1)\,S(q_1^T)>0.$

3.3) $\theta S_{q_2}=C(\beta)+\dfrac{\lambda}{1+\lambda}\,\dfrac{F(\beta)}{f(\beta)}\,C_\beta<S_{q_1}=\theta S_{q_2}+\dfrac{\lambda}{1+\lambda}\,\dfrac{\alpha_2(\theta-1)}{\alpha_1}$

따라서 $q_1^T<q_2^T$이다.

Ⅵ. 결 론

본 연구는 비대칭정보하에 놓여 있는 규제자와 피규제기업 간의 주인-대리인 문제를 대상으로 Bayesian 최적유인규제제도를 살펴보았고, 이를 통해 정보지대와 유인체계 간의 상반관계를 분석하였다. 구체적으로 본 연구에서는 규제자가 규제기업에 대한 비용정보뿐만 아니라 회계적 비용자료에 대해서도 정보획득이 불가능하고, 또한 기업이 직면한 시장수요에 대해서도 불완전한 정보를 지니고 있을 때, 이중의 비대칭정보제약이 제한하는 사회차선의 해를 비교분석하였다.

이하에서는 최적유인체계와 관련된 분석결과의 몇 가지 시사점 및 향후 연구방향에 대해서 정리하고 있다.

첫째, 비대칭정보의 존재는 규제기업 및 소비자에게 일정한 정보지대를 제공하고 있다. 이러한 정보지대를 제공함으로써 규제기업 및 소비자가 자신의 진실한 정보를 밝히도록 유인함으로써 사회최적의 결과를 달성하고 있다. 그러나 정보지대를 제공하는 것도 사회적 비용을 유발시키기 때문에 정보지대를 최소화하려는 규제력이 작용하고, 이에 따라 사회최적과 차선 간의 생산량에는 왜곡이 발생한다(구체적인 결과는 $q_1^F \geq q_1^S > q_1^T$, $q_2^F \geq q_2^S = q_2^T$이다). 이러한 결과는 Laffont and Tirole(1993)의 결과(incentive-pricing dichotomy)와 차이가 있다. 즉, 그들의 모형에서처럼 회계자료에 근거한 최적유인제도를 설정할 경우 최적자원배분체계 또는 최적가격체계(Ramsey Rule)에 독립적으로 정보지대를 조절할 수 있으나, 회계자료를 사용하지 못한 경우 자원배분체계의 변화는 불가피하다. 따라서 추가적인 회계정보의 제공 여부가 최적자원배분체계에 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

둘째, 비대칭정보가 제공하는 정보지대의 크기는 효율성 지표에 비례적이다. 즉, 비용효율적인 기업($\underline{\beta}$) 또는 고소비자($S_2(q)$)일수록 정보지대를 최대한 얻게 되는 반면, 비용비효율적인 기업($\overline{\beta}$) 또는 저소비자($S_1(q)$)일수록 정보지대는 없어진다. 따라서 정보의 비대칭성이 존재하더라도 효율적인 경제주체는 완전정보의 경우와 동일한 결과를 향유하게 된다(구체적으로, $q_2^T(\underline{\beta}) = q_2^S(\underline{\beta}) = q_2^F$이다).

셋째, 이중의 비대칭정보에 따른 정보지대의 크기는 소비자와 기업 간의 연관관계에 의해 결정된다. 예를 들어, 완전정보의 경우에는 정보지대가 전혀 지불되

지 않기 때문에, 그리고 비용정보 또는 수요정보에 대한 단일의 비대칭정보하에서는 한쪽의 경제주체에 대해서는 정보지대를 조절할 수 있기 때문에 두 경제주체 간의 연관관계가 존재하지 않는다. 그러나 이중의 비대칭정보하에서는 정보지대가기업이윤과 소비자잉여에 동시에 영향을 미치게 된다. 즉, θ가 커질수록 소비자 유형 2의 잉여가 증가하며, 이에 따라 q_2^T도 증가하고, 이러한 결과는 $U^T(\beta)$를 증가시키게 된다.

넷째, 사회차선의 결과는 조세재원의 사회적 비용(λ)의 크기에 의존한다. 즉, λ가 증가할수록 재원조달의 사회적 비용이 증가하게 되고 이는 정보지대의 잠재가격이 증가함을 의미한다. 따라서 사회최적자원배분의 편익보다 정보지대를 줄이는 것이 사회적으로 바람직하게 되어 사회차선의 생산량은 감소하게 된다. 이러한 결과는 Baron-Myerson류의 모형에서 간과한 일반조세(public funds)에 근거한 보조금정책이 가져올 초과적 부담의 효과를 명확하게 보여 주고 있다.

마지막으로, 최적유인체계와 관련된 향후 연구방향으로 크게 두 가지 정도가 중요한 이슈로 파악된다. 먼저, 독점산업에 대한 경쟁도입의 효과이다. 1980년대 중반 이후의 자율화와 민영화의 추세는 자연독점산업에 대한 직접적인 행위규제(behavioral regulation)에서 구조규제(structural regulation)로의 변화를 예고하고 있다. 따라서 산업구조가 경쟁적인 상황으로 전이해 감에 따라 최적유인체계가 어떻게 변화되어야 할 것인가에 대한 연구는 중요한 이슈가 될 것이다(이에 대한 연구는 Laffont and Tirole(1993) 및 Lee(1996) 등 참조). 다음으로, Stigler가 지적했듯이, 규제산업에 대한 포획(capture)의 가능성에 대한 연구이다. 기존의 연구에서는 규범론적 규제자를 가정하여 최적유인체계를 설정하였으나, 규제자가 포획가능하여 피규제자와의 담합가능성이 존재하는 경우에 최적유인체계가 어떻게 설정되어야 하는지를 향후에 고려해야 할 것이다. 이러한 상황을 반영하기 위해서는 포획가능한 규제자에 대한 유인일치제약을 동시에 고려하는 최적 유인체계가 설정되어야 할 것이다.

參考文獻

1. Averch, H. and L.Johnson, “Behavior of the Firm under Regulatory Constraint”, *American Economic Review,* Vol. 52, No. 5, pp.1053-1096, 1962.

2. Baily, E., *Economic Theory of Regulatory Constraint,* Lexington, MA: Lexington Books, 1973.
3. Baron, D.P. and D.Besanko, "Regulation, Asymmetric Information, and Auditing", *RAND Journal of Economics,* Vol. 15, 1984, pp.447-470.
4. ____________ and R.B.Myerson, "Regulating a Monopolist with Unknown Costs", *Econometrica,* Vol. 50, 1982, pp.911-930.
5. Baumol, W. and A.Klevorick, "Input Choices and Rate-of-Return Regulation: An Overview of the Discussion", *Bell Journal of Economics and Management Science,* Vol. 1, No. 1, 1970, pp.162-190.
6. Browning, E.K., "On the Marginal Welfare Cost of Taxation", *American Economic Review,* Vol. 77, No. 1, 1987, pp.11-23.
7. Das, S., "On the Effect of Rate-of-Return Regulation under Uncertainty", *American Economic Review,* Vol. 70, No. 3, 1980, pp.456-460.
8. Finsinger, J. and I.Vogelsang, "Performance Indicies for Public Enterprises", *Public Enterprise in Less-developed Countries* (ed., L. P. Jones), Cambridge, England: Cambridge University Press, 1982, pp.281-296.
9. ________________________, "Strategic Management Behavior under Reward Structures in a Planned Economy", *The Quarterly Journal of Economics,* Vol. 100, 1985, pp.263-270.
10. Fullerton, D., "Reconciling Recent Estimates of the Marginal Welfare Cost of Taxation", *American Economic Review,* Vol. 81, 1991, pp.302-308.
11. 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.
12. _________ and C.Y.Jung, "Regulating a Multiproduct Monopolist", *Journal of Regulatory Economics,* Vol. 8, 1995, pp.299-307.
13. ________ and S.H.Lee, "An Optimal Regulation in an Intertemporal Oligopoly Market: The Generalized Incremental Surplus Subsidy (GISS) Scheme", *Information Economics and Policy,* Vol. 7, 1995, pp.225-249.

14. Laffont, J.J. and J.Tirole, "Using Cost Observation to Regulate Firms", *Journal of Political Economy,* Vol. 94, 1986, pp.614-641.

15. ______________________, "The Regulation of Multiproduct Firms I", *Journal of Public Economics,* Vol. 43, 1990a, pp.1-36.

16. ______________________, "Bypass and Cream Skimming", *American Economic Review,* Vol. 80, 1990b, pp.1042-1061.

17. ______________________, *A Theory of Incentives in Procurement and Regulation,* The MIT Press, 1993.

18. Lee, S.H., "A Note on Regulating Oligopolistic Industries: A Hierarchical Model", *Journal of Regulatory Economics,* Vol. 12, No. 1, 1997a, pp.91-97.

19. ________, "A Note on Regulating a Multiproduct Monopolist", *Journal of Regulatory Economics,* Vol. 12, No. 3, 1997b, pp.311-317.

20. Lee, S.K., "A Study on Bayesian Incentive Regulatory Schemes for Optimal Market Structure", Ph.D. dissertation, Korea Advanced Institute of Science and Technology, 1996.

21. ________ and J.C.Kim, "An Incentive Scheme of a Non-linear Price Schedule for Regulating a Monopolist with Unknown Cost", *Economics Letters,* Vol. 50, 1996, pp.271-278.

22. Lewis, T.R. and D.E.M.Sappington, "Regulating a Monopolist with Unknown Demand", *American Economic Review,* Vol. 78, 1988a, pp.986-998.

23. "Regulating a Monopolist with

27. Sappington, D.E.M., "Optimal Regulation of a Multiproduct Monopoly

28. ________________ and D.Sibley, "Regulating without Cost Information: The Incremental Surplus Subsidy Scheme", *International Economic Review,* Vol. 29, 1988, pp.297-306.

29. Schwermer, S., "Regulating Oligopolistic Industries: A Generalized Incentive Scheme", *Journal of Regulatory Economics,* Vol. 6, 1994,

부 록 1: 정리 2의 증명

식 (10)의 문제를 풀기 위해 제약식들을 정리하면 다음과 같다. 먼저, IC_{firm1}를 적분하면, $U(\beta)=-\int_{\beta}^{\bar{\beta}} C_{\beta}(b)Q(b)db+U(\bar{\beta})$이다. 여기서 $\dot{U}(\beta)<0$, 즉 기업의 이윤은 β에 대해 감소함수이고 독점기업에게 이윤을 제공할수록 사회적 비용은 증가하므로 $U(\bar{\beta})=0$이면, 모든 β에 대해 IR_{firm}이 성립된다. 이 때,

$$U(\beta)=-\int_{\beta}^{\bar{\beta}} C_{\beta}(b)Q(b)db \tag{A1.1}$$

또한, 식 (3)에서 $W(\beta)=\alpha_1 S(q_1(\beta))+\alpha_2\theta S(q_2(\beta))-\lambda t(\beta)-C(\beta)Q(\beta)$로 정리가 되기 때문에 목적식 W는 T_i에 직접적으로 아무런 영향을 받지 않는다. 그러나 정부보조금 t는 T_i가 커질수록 줄어들어 사회적 초과부담을 줄여 주기 때문에 두 개의 IR제약식은 등식이 되도록 정하는 것이 바람직하다. 즉, $T_1=S(q_1)$, $T_2=\theta S(q_2)$으로 수요에 대한 완전정보를 갖고 있는 경우엔 완전가격차별화를 실시하게 된다. 이 결과를 식 (10)의 목적식 W에 대입하면, 다음과 같다

$$\begin{aligned}
&\text{Max} \quad \int_{\underline{\beta}}^{\bar{\beta}} W(\beta)f(\beta)\,d\beta \\
&s.t. \quad W(\beta)=(1+\lambda)\{\alpha_1 S(q_1(\beta))+\alpha_2\theta S(q_2(\beta))-C(\beta)Q(\beta)\}-\lambda U(\beta) \\
&\qquad\ \dot{U}(\beta)=-C_{\beta}Q(\beta) \\
&\qquad\ C_{\beta}\dot{Q}(\beta)\le 0 \\
&\qquad\ U(\bar{\beta})=0
\end{aligned}$$

문제의 풀이를 간편하게 하기 위해 마지막 두 개의 제약식(IC_{firm2}의 충분조건과 IR_{firm})을 일단 제외한 후에 해를 구하여, 그 해가 제외한 두 개의 제약식을 만족한다는 것을 보이기로 한다. 이제, 최적제어이론(optimal control theory)을

$$H = [(1+\lambda)\{\alpha_1 S(q_1(\beta)) + \alpha_2 \theta S(q_2(\beta)) - C(\beta)Q(\beta)\} - \lambda U(\beta)]f(\beta)$$
$$- \mu(\beta) C_\beta Q(\beta)$$

이 때, μ는 미분방정식의 승수이다. 최대원리(maximum principle)에 의해 일계조건을 구하면

$$H_{q_1} = (1+\lambda)\alpha_1 (S_{q_1} - C(\beta))f(\beta) - \mu(\beta)\alpha_1 C_\beta = 0 \tag{A1.2}$$

$$H_{q_2} = (1+\lambda)\alpha_2(\theta S_{q_2} - C(\beta))f(\beta) - \mu(\beta)\alpha_2 C_\beta = 0 \tag{A1.3}$$

$$\dot{\mu} = - H_U = \lambda f(\beta). \tag{A1.4}$$

또한, 횡단조건(transversality condition)은 $\mu(\underline{\beta}) = 0$이다. 이 조건과 식 (A1.4)에 의해 $\mu(\beta) = \lambda F(\beta)$임을 알 수 있고, 이를 식 (A1.2)와 (A1.3)에 대입하면 식 (11), (12)와 같은 최적규제생산량을 얻게 된다.

마지막으로 위의 결과가 최적해임을 입증하기 위해서는 문제풀이과정에서 제외한 두 개의 제약식이 만족되는지를 확인해야 한다. 먼저, IR_{firm}에서 $U(\bar{\beta}) = 0$이 만족되는 것은 바로 알 수 있다. 즉, 식 (A1.1)에서 $U(\beta) = -\int_\beta^{\bar{\beta}} C_\beta(b)\, Q^S(b)\, db$이기 때문이다.

다음으로 IC_{firm2}의 충분조건인 $C_\beta \dot{Q}(\beta) \le 0$임을 보기 위해 식 (11), (12)에 음함수정리(implicit function theorem)를 이용하면,

$$\frac{\partial q_1}{\partial \beta} = \frac{\left[C_\beta + \frac{\lambda}{1+\lambda}\left\{\frac{\partial}{\partial\beta}\left(\frac{F(\beta)}{f(\beta)}\right)C_\beta + \frac{F(\beta)}{f(\beta)}C_{\beta\beta}\right\}\right]}{S_{q_1 q_1}} < 0$$

$$\frac{\partial q_2}{\partial \beta} = \frac{\left[C_\beta + \frac{\lambda}{1+\lambda}\left\{\frac{\partial}{\partial\beta}\left(\frac{F(\beta)}{f(\beta)}\right)C_\beta + \frac{F(\beta)}{f(\beta)}C_{\beta\beta}\right\}\right]}{\theta S_{q_2 q_2}} < 0,$$

따라서 $\dot{Q} = \alpha_1 \dot{q}_1 + \alpha_2 \dot{q}_2 < 0$이고 $C_\beta > 0$이므로, $C_\beta \dot{Q}(\beta) \le 0$이 만족된다. (증명 끝)

부 록 2: 정리 3의 증명

식 (13)의 문제를 풀기 위해 제약식들을 정리하면 다음과 같다. 먼저, IC_2와 IR_1에 의하면, $\theta S(q_2)-T_2\geq\theta S(q_1)-T_1>S(q_1)-T_1\geq 0$이 성립한다. 따라서 IR_2는 중복된 제약식이다. 또한, 부록 1과 마찬가지의 이유로 목적식 W는 T_i에 직접적으로 아무런 영향을 받지 않으나, t는 T_i가 커질수록 줄어들어 사회적 초과부담을 줄여 주기 때문에 IC_2제약식 $\theta S(q_2)-\theta S(q_1)+T_1\geq T_2$에서 등식이 되도록 T_2를 정하는 것이 바람직하고, 이 경우 역시 IR_1제약식이 등식이 되도록 정하면 IC_1이 저절로 성립되어 중복된 제약식임을 알 수 있다. 즉, $T_1=S(q_1)$ $T_2=\theta S(q_2)-(\theta-1)S(q_1)$으로 수요에 대한 비대칭정보를 갖고 있는 경우에는 이차가격차별화를 실시하게 된다. 부록 1의 결과와 더불어 이상의 결과를 식 (13)의 목적식 W에 대입하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
&\text{Max} \quad \int_{\underline{\beta}}^{\bar{\beta}} W(\beta)f(\beta)\,d\beta \\
&s.t. \quad W(\beta)=\ (1+\lambda)\{\alpha_1 S(q_1(\beta))+\alpha_2\theta S(q_2(\beta))-C(\beta,Q(\beta))\} \\
&\qquad\qquad\qquad -\lambda\{\alpha_2 S(q_1)(\theta-1)+U(\beta)\} \\
&\qquad \dot{U}(\beta)=-C_\beta Q(\beta) \\
&\qquad C_\beta\dot{Q}(\beta)\leq 0 \\
&\qquad U(\bar{\beta})=0
\end{aligned}$$

〈부록 1〉과 마찬가지로 최적제어이론기법을 통해 위 식을 해밀토니안 함수형태로 바꾸면 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
H=&[\,(1+\lambda)\{\alpha_1 S(q_1(\beta))+\alpha_2\theta S(q_2(\beta))-C(\beta)Q(\beta)\} \\
&-\lambda\{\alpha_2 S(q_1)(\theta-1)+U(\beta)\}]f(\beta)-\mu(\beta)C_\beta Q(\beta)
\end{aligned}$$

역시 최대원리(maximum principle)에 의해 일계조건을 구하면

$$H_{q_1}=[\,(1+\lambda)\alpha_1(S_{q_1}-C(\beta))-\lambda\alpha_2(\theta-1)]f(\beta)-\mu(\beta)\alpha_1 C_\beta=0 \quad \text{(A2.1)}$$

$$H_{q_2}=(1+\lambda)\alpha_2(\theta S_{q_2}-C(\beta))f(\beta)-\mu(\beta)\alpha_2 C_\beta=0 \quad \text{(A2.2)}$$

$$\dot{\mu} = -H_U = \lambda f(\beta). \tag{A2.3}$$

횡단조건(transversality condition) $\mu(\underline{\beta}) = 0$에 의해 $\mu(\beta) = \lambda F(\beta)$이므로 이를 식 (A2.1), (A2.2)에 대입하면 다음과 같은 최적규제생산량을 얻게 된다.

마지막으로 독점기업의 계약참여조건과 유인일치제약의 충분조건인 $\dot{q}_1 < 0$과 $\dot{q}_2 < 0$은 부록 1의 분석과 유사하므로 생략한다. (증명 끝)