

규제연구 제16권 제2호 2007년 12월

환경기초시설투자와 환경규제

김금수* · 장영재**

본고는 기존의 문헌과 달리 환경기초시설을 통한 오염물질의 직접 정화와 환경규제를 통해 오염물질의 발생량을 줄이는 문제를 동시에 고려하였다. 환경기초시설의 처리 능력과 일반예산의 제약하에서 주어진 환경기준의 위반량을 최소화하는 규제당국자에 관한 이론적 모형을 제시하고 환경기초시설투자가 규제당국자의 단속변수를 모두 줄이게 되나, 위반량 또는 수질에 대한 효과는 불확실한 것으로 분석하였다. 간단한 실증분석을 통해서 한국의 경우 환경기초시설투자의 증가 및 처벌강도의 강화가 지방자치단체의 단속빈도를 낮추게 한 것으로 파악되었다.

핵심용어: 환경기초시설, 환경규제, 단속빈도, 처벌강도, 환경기준치

* 제1저자, 호서대학교 경제학과, 충남 천안시 안서동 268(e-mail: gsgim@office.hoseo.ac.kr)

** 공동저자, 인제대학교 경영학부, 경남 김해시 어방동 607(econyjc@inje.ac.kr)

*** 본고는 2007 경제학공동학술대회에서 발표한 것을 수정 보완한 것이다.

유익한 논평을 주신 이명현 교수님, 홍종호 교수님, 그리고 익명의 두 심사자에게 깊이 감사드립니다.

접수일: 10/15, 게재확정일: 11/12

I. 서 론

가계 또는 기업은 생산을 위해 환경매체(물, 공기)를 하나의 생산요소로 사용한다. 이 과정에서 명시적인 계약 또는 거래관계에 있지 아니한 제3자에게 피해를 입힌다. 이와 같이 보상받지 못한 피해를 유발하는 행위, 즉 환경오염을 우리는 외부효과의 개념으로 이해하고 있다. 환경오염이라는 외부효과가 발생하는 근본적인 원인은 환경매체가 공유자원(共有資源, commons)의 성격을 갖기 때문이다. 그러므로 환경매체의 정화 또는 개선은 공공재(公共財)에 해당된다. 이렇듯이 외부효과, 공유자원, 공공재의 개념은 환경오염이라는 동일한 문제의 서로 다른 측면을 묘사하고 있다. 환경오염과 관련하여 오염원(汚染源)들의 자발적인 감축노력과 더불어 정부는 환경기초시설¹⁾을 설치하여 이미 배출된 오염물질을 직접 정화하고 있다. 동시에 정부는 각종 환경규제를 통하여 오염원들로 하여금 오염물질을 저감하도록 강제하고 있다. 그러나 이미 배출된 오염물질을 정부가 직접 정화하는 것이나 규제를 통해 오염원으로 하여금 오염물질의 발생량을 저감토록 하는 것은 오염물질의 플로우(flow)상 시점의 차이가 있을 뿐 모두 환경개선에 기여한다는 점에서 동일한 행위로 파악할 수 있다. 뿐만 아니라 동일 주체(즉 정부)가 양자(즉 환경규제와 환경기초시설의 운영)의 내용과 수준을 결정한다는 점에서 양자의 적정 수준은 동시에 내생적으로 결정된다고 볼 수 있다. 이미 많은 논자들이 환경기초시설에 대한 투자의 규모와 내역을 결정함에 있어서 환경규제와의 연계를 강조하고 있다(김일중, 1997; 김

1) 환경기초시설이라 함은 그 포괄하는 범위가 매우 넓을 수 있으나 본 연구의 목적상 이미 배출된 오염물질의 저감을 목적으로 하는 시설만을 포함하는 것으로 한다. 이렇게 정의한 환경기초시설은 수질 및 폐기물관련 시설로 대별할 수 있으며, 수질부문은 하수종말처리시설, 폐수중말처리시설, 분뇨처리시설 및 축산폐수처리시설을 포함하고 있다. 또 폐기물부문은 소각시설, 매립시설, 지정폐기물처리시설, 재활용 관련 시설을 포함한다. (김일중, 1997)

홍균, 1997; 변제진, 1997). 본 논문은 양자의 문제를 동시에 고려한 간단한 이론적 모형을 제시하고, 그것에서 얻은 결론을 한국의 경우에 적용해 보는 데 목적이 있다.

환경기초시설의 투자와 환경규제는 동시에 결정되어야 하고 또 동시에 결정되는 것으로 보임에도 불구하고 기존의 이론적 문헌은 이를 동시에 감안하지 못하고 있다. Harford(1978), Garvie and Keeler(1994)는 주어진 환경기준치하에서 규제당국이 피규제 기업의 위반량(즉 기준치를 초과한 오염물질 배출량)을 최소화하는 단속변수를 선택하는 문제를 분석하였다. Viscusi and Zeckhauser(1979)는 단속변수가 외생적으로 주어진 상황에서 규제당국이 피규제기업의 위반량을 최소화하는 기준치를 선택하는 문제를 분석하였다. Neilson and Kim(2001)은 가용한 예산이 외생적으로 주어진 상황에서 규제당국이 환경기준치와 단속변수를 동시에 선택하는 모형을 제시하였다. 그러나 이 모든 모형들은 환경기초시설을 통한 당국의 직접 정화노력을 전혀 감안하지 않았다는 점에서 위에서 지적한 대로 일정한 한계를 가질 수밖에 없다.

한편 Fernandez(1997)는 환경기초시설, 특히 폐수처리시설의 운영원리에 대해 궁구하였는데, 공공처리시설의 운영자가 폐수를 처리하여 방류하는 방류수의 수질을 중시할 것인지 아니면 시설운영비용을 최소화할 것인지를 묻고 실증분석을 통해 방류수 수질을 더욱 중시한다는 결론을 내렸다. 방류수 수질의 일정 정도 유지를 위해 공공처리시설운영자가 선택할 수 있는 대안으로서 처리시설에 대한 투자와 처리시설에 유입되는 폐수를 배출하는 기업 혹은 가계에 대한 단속강화 및 기술공여를 암묵적으로 상정하고 있다. 또 Earnhart(2004)는 공공처리시설을 연구대상으로 하여 상위정부의 단속변수(즉 적발확률과 벌금량)가 공공처리시설의 성과(즉 배출허용기준 대비 폐수의 수질)에 미치는 영향을 분석하고 있다. 그러나 공공처리시설의 성과는 상위정부의 규제당국이 어느 정도 통제할 수 있다고 본다면 분석의 대상이 공공처리시설보다는 일반 기업이나 가계가 더욱 적합하리라고 사료된다. 이상의 논자들은 공공처리시설의 성과를 집중분석하고 단속변수의 선택을 통한 일반오염원의 반응을 동시에 고려하지 못함으로써 역시 일정한 한계를 가질 수밖에 없다.

제II장은 간단한 이론적 모형을 제시하고 있다. 수질부문의 경우 폐수배출시설에 대한 감시 및 단속의 가장 중요한 주체는 지방자치단체이다. 뿐만 아니라 이들은 환경기초시설의 운영주체이기도 하다. 환경기초시설에 대한 투자는 대부분 중앙정부의 예산으

로 이루어지고 있으나 운영주체는 지방자치단체이다.²⁾ 따라서 본 논문은 우리나라의 지방자치단체와 같은 규제당국자를 상정하여, 중앙정부가 제공한 환경기초시설능력 및 일반예산의 제약하에서 주어진 환경기준치를 초과하는 위반량을 최소화하는 규제당국자의 정책선택을 모형화하고자 한다. 모형을 통해 환경기초시설의 투자증대가 규제당국자의 정책선택에 미치는 영향을 분석하고, 또한 이것이 수질과 같은 환경성과에 미치는 효과에 대한 함의를 얻고자 한다.

제III장은 이론적 모형에서 얻은 결론을 한국의 경우에 적용해 실증분석하고 있으며, 환경기초시설의 투자증가 및 처벌강도의 강화가 단속빈도의 감소로 이어진 것으로 파악하였다.

마지막으로 제IV장은 지금까지의 논의를 요약하고 향후의 연구과제를 제시한다.

II. 모 형

환경기준과 예산, 환경기초시설의 규모가 외생적으로 주어지는 한 규제당국이 피규제 오염원의 반응을 감안하여 위반량을 최소화하기 위해 단속변수를 선택하는 상황을 상정한다. 피규제 오염원은 환경기준과 규제당국의 단속변수를 주어진 것으로 보고 역시 자신의 비용을 최소화한다고 가정한다.³⁾ 따라서 규제당국은 마치 선행자(leader)로서 행동하며, 피규제 오염원은 후행자(follower)로서 행동하게 되므로, 분석은 피규제 오염원의 분석에서부터 시작된다. 논의의 편의를 위해 우리는 모두 n 개의 동질적인 오염원이 있는 것으로 가정한다. 대표적인 오염원은 오염물질을 x 만큼 배출함으로써 $C(x)$ 의 비용을 발생시킨다. 이는 아무런 규제가 없을 때의 오염물질 배출량보다 적게 오염물질

2) 환경기초시설은 대부분 중앙정부의 예산으로 건설되는데, 폐수배출부과금 등으로부터 거두어들인 환경개선특별회계가 주원천이다. 그러나 환경기초시설의 운영은 대부분 지방자치단체에서 맡고 있다. 지방자치단체의 입장에서 환경기초시설의 운영은 일정한 환경개선효과를 이루어낼 수 있으나 비용이 전혀 소요되지 않는 것은 아니다. 환경기초시설의 설치비용은 중앙정부의 예산으로 조달한다하더라도 운영비용은 시설규모의 확대에 따라 증가하게 되므로 기초자치단체는 일정한 예산압박을 받게 된다. 환경기초시설의 운영관리비는 매년 투자비의 10% 정도가 소요되는 것으로 파악되고 있다(변재진, 1997).

3) Garvie and Keeler(1994)의 예를 참고.

을 배출함으로써 발생하는 저감비용을 의미하며 $C_x < 0$ 을 가정한다. 이 외에도 오염원은 환경기준치 s 를 초과하여 오염물질을 배출함으로써 규제당국으로부터 적발당해 벌금을 납부해야만 할 가능성이 있다. 기준치를 위반하는 행위는 p 의 확률로 적발되며, 법이 정한 벌금 f 를 납부해야만 한다. 그런데 실제로 징수되는 벌금은 규제당국의 집행의지 E 에 의해 좌우된다. 위법 여부, 벌금량에 대한 규제당국의 판단이 최종적인 것은 아니다. 규제당국과 피규제 오염원 간의 갈등은 법원의 판단에 의해 그 시비가 최종 판결된다. 여기서 규제당국의 집행의지는 법적 소송 등에 투입되는 예산의 규모로 표현할 수 있다. 이 모든 것을 감안하여 대표적인 피규제 오염원은 다음의 최적화 문제에 직면해 있다.

$$\text{Min}_x C(x) + pf(x - s, E)$$

위 문제의 해를 위한 1차 조건은 $-C_x = pf_x$ 이다. 이는 오염물질 한 단위를 추가로 배출함으로써 절감되는 한계저감비용과 적발당했을 때 부과되는 기대벌금량의 증가분, 즉 한계 기대벌금량이 균등화되는 것을 의미한다. 한계 기대벌금량이 위반량에 따라 증가한다는 조건하에서(즉, $f_{xx} > 0$ 인 조건하에서), 환경기준치 s 가 증가하면, 즉 기준치가 완화되면 배출량은 증가한다. 왜냐하면, 위의 1차 조건으로부터 $(\partial x^* / \partial s) = (pf_{xx} / C_{xx} + pf_{xx}) > 0$ 임을 보일 수 있는데, 이 식 우변의 분수식의 분모는 오염원의 최적화 문제의 2차 조건으로서 양(+)의 값을 갖기 때문이다. 동일한 방식으로, 규제당국의 적발확률과 집행의지가 증가하면 오염원의 배출량은 감소함을 보일 수 있다. 즉, $(\partial x^* / \partial p) = (-f_x / C_{xx} + pf_{xx}) < 0$ 이며, $(\partial x^* / \partial E) = (-pf_E / C_{xx} + pf_{xx}) < 0$ 이다(여기서 물론 $f_x > 0, f_E > 0$ 임을 가정하고 있다).

규제당국은 환경기준 s , 규제예산 B , 환경기초시설의 규모 g 를 외생적인 조건으로 인식하고 단속변수 p, E 를 선택하여 환경기준치 대비 위반량을 최소화하고자 하는 것으로 가정한다. 여기서 g 는 시설의 처리능력으로 파악한 규모를 의미하며, 외생적으로 주어지지만 이의 운영에 소요되는 비용 $A(g)$ 는 규제당국의 예산에서 부담하는 것으로 가정한다. 이와 같은 조건하에 있는 규제당국은 피규제 오염원의 반응 $x^*(p, E; s)$ 를 감안하여 다음의 최적화 문제에 직면해 있다.

$$\begin{aligned} & \text{Min}_{p,E} n(x-s) - g \\ & \text{s.t. } M(p,E) + A(g) \leq B \end{aligned}$$

여기서 M 은 단속에 소요되는 예산을 의미하며, 적발활동 및 법적 소송에 필요한 비용 등을 포함한다. 이 문제의 해를 위한 1차 조건은 다음과 같다.

$$n \frac{\partial x^*}{\partial p} - \lambda M_p = 0 \quad (1)$$

$$n \frac{\partial x^*}{\partial E} - \lambda M_E = 0 \quad (2)$$

$$B - M(p,E) - A(g) = 0 \quad (3)$$

여기서 λ 는 라그랑주 승수를 나타낸다. 환경기초시설을 통한 오염물질의 처리는 규제당국의 단속변수 배합에 아무런 영향을 미치지 않는 것처럼 보인다. 왜냐하면 환경기초시설을 통한 처리(또는 처리시설의 규모)는 규제당국의 목표함수인 위반량에는 영향을 미치지만 규제당국의 선택변수가 아니기 때문이다. 이 같은 사실은 식 (1), (2)를 통해서도 알 수 있다. 식 (1), (2)는 환경기초시설을 통한 처리가 전혀 없는 경우의 단속변수 배합을 결정짓는 식들과 동일한 것을 알 수 있다. 식 (1), (2)로부터 다음 식 (4)를 도출할 수 있다.

$$\frac{\partial x^* / \partial p}{\partial x^* / \partial E} = \frac{M_p}{M_E} \quad (4)$$

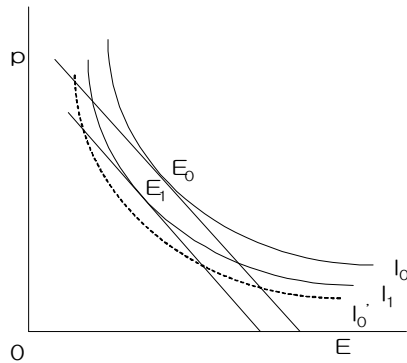
식 (4)의 좌변은 이른바 등위반량(等違反量, iso-non-compliance) 곡선의 기울기를 나타내며, 우변은 예산제약선의 기울기를 나타낸다. 따라서 식 (4)는 예산제약선과 등위반량 곡선이 서로 접하는 방식으로 규제당국이 단속변수를 선택하게 됨을 나타낸다. 이는 마치 소비자가 자신의 예산제약하에서 최적 소비배합을 선택하는 문제와 기본적으로 동일하다. 환경기초시설을 통한 처리가 전혀 없는 경우와 비교하여 기초시설을 운영하는 경우 규제당국의 선택이 변화하게 되는 유일한 이유는 규제당국의 예산제약이 변화하는 것을 통해서이다. 즉 기초시설을 통한 처리능력 또는 규모가 확대되면서 이의 운영

비용이 규제당국의 예산을 압박하기 때문이다. 규제당국의 입장에서 환경처리시설의 처리능력 또는 규모는 선택의 대상이 아니므로 이는 마치 일반단속예산의 변화와 동일한 효과를 갖는다고 할 수 있다. 요약해서 말하면 환경기초시설의 규모 확대가 규제당국의 선택에 영향을 미치는 경로는 예산제약의 변화를 통해서이며, 이는 일반단속예산의 변화가 주는 효과와 동일하다.

그렇다면, 환경기초시설의 투자가 과연 환경의 질을 개선할 것인가? 이에 대한 답은 환경기초시설을 통한 정화효과와 규제당국에 대한 예산압박효과의 상대적 크기에 따라 달라진다. 다음 <그림 1>의 경우는 환경기초시설의 규모 확대로 단속변수는 전과 비교하여 모두 감소하면서 환경의 질은 전보다 개선된 경우를 설명하고 있다.⁴⁾ 그림에서 E_0 은 환경기초시설을 통한 처리가 없었을 경우 규제당국의 정책선택을 나타낸다. 이때 I_0 수준의 위반량을 보이게 된다. 이제 환경기초시설의 확충을 통한 처리가 이루어지면 규제당국이 동일한 단속활동을 유지하더라도 위반량은 감소하게 된다. 가령 환경기초시설의 새로운 능력하에서 I_0' 에 해당하는 만큼의 단속활동만이 필요하다. 동시에 규제당국은 환경기초시설의 운영으로 인해 일반단속예산의 압박을 받게 됨으로써 예산선이 전체적으로 원점을 향해 이동하게 된다. 그러나 새로운 예산조건하에서 규제당국은 이전의 I_0 수준의 위반량을 얼마든지 달성할 수 있다. 규제당국은 위반수준을 최소화하고자 하므로 E_1 에서 정책선택을 하게 되는데, 이때 달성되는 위반수준은 I_1 으로서 I_0' 의 위반량보다 적은 수준을 나타낸다. 즉 환경의 질이 이전보다 개선된다. 그러나 한 가지 생각할 수 있는 점은 이전의 위반수준보다 적은 위반수준을 달성하기 위해 과연 규제당국이 가용한 예산을 사용하여 단속활동을 충분히 벌일 것인가? 이른바 관료주의적 행태를 보이는 규제당국이라면 이전의 위반수준 또는 그것을 약간 상회하는 정도가 되도록 단속활동의 수준을 정하고 잔여예산을 자신들의 사적인 목표를 위해 사용할 수도 있다 (Lee, 1983; Niskanen, 1994).

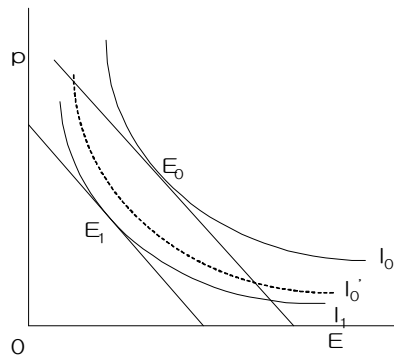
4) 논의의 편의상 직선의 예산선과 원점을 향해 볼록(convex)한 무차별곡선을 가정하고 있다. 더 정확한 분석은 본 절에서 후술한다.

<그림 1> 환경기초시설의 투자가 환경의 질을 개선하는 예



다음은 환경기초시설의 규모 확대가 환경의 질을 오히려 악화하는 예를 생각해 보기로 한다. 이미 설명한 바와 같이 환경기초시설을 통한 오염물질의 처리는 동일한 위반 수준을 유지하기 위한 단속활동의 수준을 낮춘다. 이는 아래의 <그림 2>에서 등위반량 곡선 I_0 가 I_0' 으로 이동하는 것으로 표현되고 있다. 그러나 동시에 규제당국이 직면하는 예산선이 원점을 향하여 이동하는데, 이번에는 그 정도가 커서 이전의 위반량 수준을 달성할 수 없는 경우이다. <그림 2>에서 규제당국이 취할 수 있는 최선의 선택은 E_1 인데 이때 달성되는 위반수준 I_1 은 I_0' 보다 큰 위반수준을 나타내고 있다.

<그림 2> 환경기초시설의 투자가 환경의 질을 악화하는 예



이상의 예에서 환경기초시설을 통한 처리가 환경의 질을 개선할 수도 있고, 악화할

수도 있지만 규제당국의 단속활동은 환경기초시설의 도입 또는 확대 이전과 비교하여 항상 감소하게 되는 것을 볼 수 있다. 환경기초시설이 도입되더라도 규제당국의 단속활동이 변하지 않는 경우는 기초시설 도입에 따른 규제당국의 예산의 변화가 전혀 없는 때이다. <그림 2>를 빌려 설명한다면, 환경기초시설이 도입된 후 이전의 위반수준을 달성할 수 있는 등위반곡선은 I_0' 으로 이동한다. 그러나 예산제약은 바뀌지 않으므로 예산선은 변함이 없다. 따라서 규제당국의 새로운 균형 E_1 은 기존의 균형인 E_0 와 같다. 그러나 위반수준은 기존의 균형에서의 위반수준보다 낮기 때문에 환경의 질이 개선된 상태를 나타내고 있다.

이상 간단한 예를 통해서 논의를 진행해 왔는데, 환경기초시설의 도입이 환경의 질을 개선시키는 일반적인 조건을 확인하기 위해서는 수치적으로 분석할 필요가 있다. 먼저 환경기초시설의 도입이 규제당국의 정책선택에 미치는 영향을 분석한다. 규제당국의 균형을 위한 조건식 (1), (2), (3)으로부터 우리는 $p^*(s, g, B)$, $E^*(s, g, B)$ 및 $\lambda^*(s, g, B)$ 를 구할 수 있다. Cramer's Rule을 이용하여 우리는 다음 식 (5)를 구할 수 있다.

$$\frac{\partial p^*}{\partial g} = \frac{A' [M_p (nx_{EE} - \lambda M_{EE}) - M_E (nx_{pE} - \lambda M_{pE})]}{H} \quad (5)$$

여기서 H 는 규제당국 목표함수의 Hessian을 나타내며, 최적화의 해를 위한 2차 조건으로부터 양(+)의 값을 갖는다. $A'(g)$ 는 환경기초시설의 운영비용이므로 $A' > 0$ 으로 가정할 수 있다. 따라서 위 식 (5)가 음의 값을 갖는 조건, 즉 환경기초시설이 확충됨에 따라 규제당국이 적발률을 낮추는 일반적인 조건은 식 우편 분수식 분자의 대괄호 안에 있는 식이 음(-)의 값을 갖는 것이다. 한편, 규제당국의 균형에서는 위의 식 (4)가 성립하는데, (M_p/M_E) 는 예산선의 기울기로서 E 를 한 단위 더 늘림으로써 예산제약으로 줄일 수밖에 없는 p 의 단위수를 나타내며, (x_p/x_E) 는 등위반곡선의 기울기를 나타내는 것으로서 E 를 한 단위 더 늘릴 때 동일한 위반수준을 유지하기 위해 줄여야 하는 p 의 단위수를 나타낸다. 규제당국의 균형에서는 위 두 한계량이 균등화되어야 하며, 식 (5) 우편 분수식 분자의 대괄호 안의 식이 음(-)의 값을 갖기 위해서는 E 를 한 단위 더 늘릴 때 등위반곡선의 기울기가 예산선의 기울기보다 완만해야 한다. 이를 식으로 간단히 요약하면 $(M_p/M_E) < (nx_{pE} - \lambda M_{pE}) / (nx_{EE} - \lambda M_{EE})$ 이며, 이는 결국 식 (5) 분

자의 대괄호 안의 식이 음(-)의 값을 가짐을 의미하기 때문이다. 동일한 방식으로 아래의 식 (6)이 음(-)의 값을 갖기 위한 조건, 즉 환경기초시설이 확충됨에 따라 규제당국이 집행의지를 낮추는 일반적인 조건은 식 (6)의 분자의 대괄호의 식이 양(+)의 값을 갖는 것이다. 즉 균형으로부터 p 를 한 단위 더 늘림에 따라 등위반곡선의 기울기가 예산선의 기울기보다 더 가팔라지는 형태를 가질 때 식 (6)은 음(-)의 값을 갖게 된다.

$$\frac{\partial E^*}{\partial g} = \frac{-A' [M_p(nx_{Ep} - \lambda M_{Ep}) - M_E(nx_{pp} - \lambda M_{pp})]}{H} \quad (6)$$

이상을 요약하면 <그림 1> 및 <그림 2>에서 볼 수 있는 것과 같이 균형에서 등위반곡선이 예산선보다 더욱 볼록(convex)한 형태를 갖는다면 환경기초시설의 확대는 두 정책변수, 단속빈도(p)와 처벌강도(E)의 감소로 이어진다고 할 수 있다.

한편, 규제당국이 주어진 외생변수와 피규제 기업의 반응을 감안하여 최소화시킨 위반수준을 N 이라고 하면, $N = n(x^*(p^*(g, B, s), E^*(g, B, s)) - s) - g$ 로 표현할 수 있다. 포락정리(envelope theorem)에 의하면 다음 식 (7), (8)이 성립한다.

$$\frac{\partial N}{\partial g} = -1 - \lambda A' \quad (7)$$

$$\frac{\partial N}{\partial B} = \lambda \quad (8)$$

식 (8)에 의하면 λ 는 규제당국이 사용할 수 있는 예산을 한 단위 추가로 늘릴 때 종국적으로 감소되는 위반량(non-compliance level)이라고 할 수 있다. 따라서 식 (7)은 환경기초시설의 투자가 위반량을 감소시키기 위해서는 다음의 한계조건을 만족해야 함을 말해주고 있다.

$$\frac{1}{A'} > -\lambda \quad (9)$$

A' 이 환경기초시설을 한 단위 확대할 때 소요되는 비용이므로 식 (9)의 좌변은 예산 한 단위를 늘려 확대할 수 있는 환경기초시설의 규모, 즉 환경기초시설의 확대에 투입된 예산의 한계편익이라고 할 수 있다. 식 (9)의 우변은 환경기초시설을 확대하기 위해 투입된 예산으로 말미암아 배제된 일반예산(즉 단속예산)의 잃어버린 효과, 즉 환경기초

시설의 확대에 투입된 예산의 한계비용이라고 해석할 수 있다. 그러므로 (9)는 한계편익이 한계비용을 초과할 때 환경기초시설투자가 위반량을 감소시킬 수 있는 조건을 나타내고 있다. 또는 한계편익과 한계비용이 균등화될 때 환경기초시설의 최적투자규모를 확인할 수 있다.

III. 실증분석

1. 추정방정식 및 자료

위의 이론적 모형을 통해 일정한 조건하에서 환경기초시설의 도입 또는 규모 확대가 규제당국의 단속변수를 감소시키는 것을 살펴보았다.

본 절에서는 위의 이론적 모형을 구성하기 위해 상정하였던 우리나라 지방자치단체를 대상으로 환경기초시설의 도입이 단속변수에 미치는 영향을 실증분석하고자 한다. 단속변수 중 단속빈도(*INSF1*)를 종속변수로 하고 이를 설명하기 위한 설명변수로서 환경기초시설투자의 누적액(*FACINVACC*), 처벌강도(*PUNS*), 지방자치단체 외 단속활동(*INSF2*), 지방자치단체의 예산(*BUD*), 국내총생산(*GDP*), 환경기준치 변화를 포착하기 위한 더미변수(*DUMMY*)를 택하였다. 추정방정식은 아래의 식과 같이 지수함수의 형태를 가지며, 오차항은 포아송분포를 이루는 것으로 가정한다. 지수함수의 형태를 갖는다고 가정하는 것은 종속변수인 단속빈도가 정(+)의 값을 갖기 때문이다. 포아송분포를 가정한 것은 단속빈도가 기본적으로 가산자료(count data)이기 때문이다. 분석에 사용된 자료는 1991년부터 2004년까지의 시계열자료이며, 아래의 식에서는 시간을 나타내는 첨자를 생략하고 있다.

$$INSF1 = \exp(\beta_1 FACINVACC + \beta_2 PUNS + \beta_3 INSF2 + \beta_4 BUD + \beta_5 GDP + \beta_6 DUMMY)$$

종속변수로 설정된 단속빈도(*INSF1*)는 기초자치단체의 폐수배출업체에 대한 지도점검횟수를 나타낸다. 환경기초시설투자의 누적액을 설명변수로 택한 이유는 환경기초시

설의 처리능력이 자본저량(capital stock)에 관련되기 때문이다. 우리의 이론적 모형에 의하면 환경처리시설 능력의 증가는 단속변수의 감소로 이어지므로 환경기초시설투자액의 누적액에 대한 추정계수는 (-)의 값을 보일 것으로 기대한다. 분석에 사용된 자료는 환경백서에서 밝히고 있는 환경부 예산 항목 중 수질보전을 위한 투자액이다(단위는 억 원임). 일정한 예산제약하에서 처벌강도(PUNS)의 증가는 단속빈도의 감소로 이어지는 것을 기대할 수 있다. 따라서 처벌강도의 추정계수는 음(-)의 값을 가질 것으로 기대할 수 있다. 점검에서 위반사항이 적발된 오염원에는 크게 경고, 개선명령, 조업정지, 고발의 네 가지의 처벌이 가해지는데, 분석에 사용된 처벌강도에 대한 자료는 위에 나열된 순서대로 임의의 점수를 부여하고 가중평균하여 계산하였다.⁵⁾ 자치단체 외 단속활동이란 중앙정부 차원에서 조직되어 활동하는 감시대, 즉 환경부 중앙단속반의 활동과 4대강 감시대의 단속활동을 의미한다. 이들 지방자치단체 외 단속활동의 증가는 지방자치단체가 단속활동을 종전처럼 벌이지 않아도 수질개선목표를 달성할 수 있는 것을 의미하므로 이의 추정계수는 음(-)의 값을 가질 것으로 기대한다. 환경부 중앙단속반의 단속활동은 1997년 한강감시대를 필두로 조직되어 단속활동을 전개하고 있는 4대강 환경감시대에 2002년 편입되어 단속활동을 중지하였다. 지방자치단체의 일반예산(BUD)은 단속활동의 여력이 늘어나는 것을 의미하므로 이의 계수는 양(+)의 값을 갖는 것으로 기대할 수 있다. 정확하게는 지방자치단체의 단속예산을 사용해야 하나 이에 대한 자료를 얻는 것이 용이하지 아니하므로 대리변수로서 지방자치단체의 총지출액(BUD1)과 환경부 전체예산(BUD2)을 사용하였다(단위는 지자체예산은 십억 원이며, 환경부 예산은 억 원임). 국내총생산은 생산활동, 나아가 오염물질의 총배출량을 반영하기 위해 택한 설명변수이다. 따라서 이의 계수는 양(+)의 값을 갖는 것으로 기대할 수 있다(단위는 십억 원임). 마지막으로 더미변수는 환경기준치의 변화로 인한 효과를 포착하기 위해 선택된 설명변수이다. 환경기준치의 강화는 피규제 오염원들의 기대벌금량을 높이는 것이 되므로 규제당국은 위반수준을 높이지 않으면서 단속변수를 낮출 수 있다. 따라서 이의 계수는 음(-)의 값을 갖는 것으로 기대할 수 있다. 우리나라의 수질환경기준치는 1994년, 1996년 두 차례의 큰 변화가 있었다. 1994년에는 일일 폐수배출량이 2,000m³ 이상인 기업에

5) 가중치는 임의로 할당하여 계산하였다. 분석에 사용된 점수는 경고, 개선명령, 조업정지, 고발에 각각 1, 2, 3, 4점을 부여하고 이를 모든 처벌건수에 적용하여 총점을 계산한 결과이다.

적용되는 BOD 기준 배출허용기준이 강화되었다. 1996년에는 BOD 기준이 다시 한 번 강화되었으며 추가로 폐놀에 대한 기준이 강화되었다(Kim, Oh and Kelleher, 2002). DUMMY1은 1994년 이후에 적용되는 더미변수이며, DUMMY2는 1996년 이후에 적용되는 더미변수이다. 이상 화폐금액으로 표시되는 변수들은 모두 2000년 불변 실질액을 적용하여 사용하였다. 다음 <표 1>은 분석에 사용된 자료의 요약통계량이다.

<표 1> 사용자료의 요약통계량

변수	평균	표준편차
<i>INSF1</i>	80,389	17,718
<i>INSF2</i>	7,865	9,292
<i>FACINVACC</i>	14,084	10,512
<i>PUNS</i>	202	8
<i>BUD1</i>	53,962	18,843
<i>BUD2</i>	23,183	9,242
<i>GDP</i>	516,698	109,192

2. 분석결과

앞에서 설정한 추정방정식을 로그변환한 후 최우추정법(Maximum Likelihood Method)에 의하여 다음 <표 2>, <표 3>, <표 4>와 같이 방정식의 계수를 추정하였다. 모든 표에서 추정하고 있는 계수는 서로 크게 다르지 않으나, <표 2>는 DUMMY1을 포함하고 있으며, <표 3>은 DUMMY2를 포함하고 있고, <표 4>는 DUMMY1과 DUMMY2를 모두 포함하고 있는 점에 차이가 있다. 추정계수의 크기가 차이를 보인다 할지라도 부호는 표에 따라 크게 변하지 않고 있음을 먼저 지적할 수 있다.

먼저 본고의 초점이라 할 수 있는 환경기초시설투자 누적액(FACINVACC)의 추정계수는 모두 음(-)의 값을 보이고 있어서, 환경기초시설의 투자가 지속되면서 단속활동은 점차 감소되어 온 사실을 시사하고 있다. 이와 더불어 흥미로운 결과는 처벌강도(PUNS)의 추정계수 역시 모두 음(-)의 값을 시험한 점이다. 이는 단속활동에 있어서 처벌강도

가 단속빈도와 주어진 단속예산을 두고 경합을 벌이는 대안적인 정책수단이 되고 있음을 말해주고 있다. 지자체의 단속빈도(INSF1)와 대체관계에 있으리라고 기대했던 지자체의 단속빈도(INSF2)는 이와 달리 모두 양(+)의 값을 시현하고 있다. 이 같은 결과는 단속빈도에 관한 의사결정이 지자체를 포함한 중앙정부 또는 범정부 차원에서 이루어져 시행되고 있거나 지자체의 의사결정이 중앙정부의 의사결정에 보조를 맞춰 이루어지고 있음을 암시하고 있다. 지자체의 단속예산에 대한 대리변수로 사용되었던 지자체의 총지출액(BUD1)과 환경부의 총예산액(BUD2)의 추정계수는 대체로 음(-)의 값을 보이고 있어서 앞에서 제시하였던 가설을 지지해 주지 못하고 있다. DUMMY2만을 포함했던 <표 3>의 경우에만 지자체의 총지출액(BUD1)의 추정계수가 양(-)의 값을 보이고 있을 뿐이다. 한편 국내총생산의 추정계수는 모두 양(+)의 값을 시현하고 있어서 가설을 지지해 주고 있다. 더미변수의 경우, DUMMY1의 계수는 가설과는 달리 양(+)의 값을 보이고 있는 반면 DUMMY2의 계수는 가설과 맞게 음(-)의 값을 시현하고 있다. 1994년에 이어 BOD 기준이 재차 강화되고 특정유해 수질오염물질이 추가된 1996년의 기준치 강화를 염두에 둔 단속당국의 결정일 수 있으며, 또는 강화된 기준치에 대해 피규제 오염원의 준수율이 향상됨에 따라 당국이 단속활동을 줄인 결과를 반영한 것이라고 해석할 수 있겠다.

<표 2> 추정결과(DUMMY1 포함)

설명변수	추정계수	표준오차	Z 통계량	Probability
FACINVACC	-7.79e-06	9.19e-07	-8.48	0.000
PUNS	-1.1094541	.0107048	-10.22	0.000
INSF2	1.44e-06	2.84e-07	5.06	0.000
BUD1	-.000219	.0000592	-3.70	0.000
BUD2	-.0032497	.0000451	-72.08	0.000
GDP	.0000693	8.49e-06	8.17	0.000
DUMMY1	.6882289	.0074301	92.63	0.000
CONS	11.59696	.0527455	219.87	0.000

〈표 3〉 추정결과(DUMMY2 포함)

설명변수	추정계수	표준오차	Z 통계량	Probability
FACINVACC	-.0000263	8.95e-07	-29.34	0.000
PUNS	-.6677526	.0085198	-78.38	0.000
INSF2	2.51e-06	2.84e-07	8.86	0.000
BUD1	.0005588	.0000586	9.54	0.000
BUD2	-.0010771	.0000635	-16.95	0.000
GDP	.0000509	8.58e-06	5.94	0.000
DUMMY2	-.2143656	.0054731	-39.17	0.000
CONS	12.9674	.0499498	259.61	0.000

〈표 4〉 추정결과(DUMMY1 및 DUMMY2 포함)

설명변수	추정계수	표준오차	Z 통계량	Probability
FACINVACC	-5.98e-06	9.24e-07	-6.48	0.000
PUNS	-.0833209	.0107814	-7.73	0.000
INSF2	9.53e-07	2.84e-07	3.35	0.001
BUD1	-.0002097	.0000591	-3.55	0.000
BUD2	-.0023311	.0000647	-36.01	0.000
GDP	.0000392	8.63e-06	4.55	0.000
DUMMY1	.6579192	.0075911	86.67	0.000
DUMMY2	-.1102459	.0055752	-19.77	0.000
CONS	11.54811	.052785	218.78	0.000

IV. 결 론

환경기초시설의 투자를 통한 이미 배출된 오염물질의 직접 정화와 환경규제를 통해 피규제 오염원들로 하여금 오염물질의 배출을 줄이게 하는 것은 동시에 적절히 결정되어야 할 문제임에도 불구하고 기존의 문헌에서는 이를 감안하지 않았다. 본고에서는 양자의 문제를 동시에 고려하는 간단한 이론적 모형을 제시하고 이를 한국의 경우에 적용하여 실증분석하였다. 최소한 수질부문의 경우 우리나라의 지방자치단체는 지도단속의 주체이면서 동시에 환경기초시설의 운영주체이기도 하다. 환경기초시설은 주로 중앙정부의 투자에 의해 건설되며, 그 운영은 지방자치단체에 맡겨진다. 따라서 우리나라의 지방자치단체는 일정한 환경기초시설능력과 일반예산의 제약하에서 단속변수(즉 감시빈도와 처벌강도)를 선택하게 된다. 본고는 우리나라의 지방자치단체와 같은 제약을 가진 규제당국자를 상정하여 간단한 이론적 모형을 제시하였으며, 환경기초시설의 투자가 이 같은 규제당국의 정책선택에 미치는 영향을 분석하였다. 환경기초시설의 투자는 일정한 조건하에서 규제당국의 단속빈도 및 처벌강도를 모두 낮추게 되지만, 이것이 환경성과(예를 들면, 수질)에 미치는 영향은 불확실한 것으로 분석되었다.

이론적 모형에서 도출된 결론을 바탕으로 본고는 한국의 경우를 대상으로 실증분석하였다. 환경기초시설의 투자는 처벌빈도의 감소로 이어지는 것으로 파악되었으며, 처벌강도는 단속빈도와 대체관계에 있는 것으로 분석되었다. 이 외에도 1996년에 기준치가 대폭 강화됨에 따라 단속활동이 감소된 점이 파악되었다. 흥미로운 연구과제의 하나는 본고의 연구를 바탕으로 환경기초시설의 투자가 과연 수질을 개선했는가를 실증분석하는 것이다. 본고의 한계는 많다. 무엇보다 실증분석에 사용된 자료가 매우 부족하다는 점이다. 한 가지 해결방안은 시도별 자료를 통해 패널분석을 시도하는 것이다. 이 외에도 종속변수로 사용된 단속빈도에 대한 자료가 단순한 점검횟수가 아니라 대상기업의 수 대비 점검횟수와 같이 더욱 정치화될 필요가 있음을 지적할 수 있다. 또 오염배출 규모의 대리변수로 사용된 국내총생산이 매우 복합적인 정보를 담을 수 있다는 점이 지적될 수 있다. 미흡한 자료의 보완을 통해 본고의 실증분석을 더욱 충실히 하는 것과 더불어 위에서 제기된 새 주제는 향후의 연구과제로 남긴다.

참고문헌

- 김일중, 「환경기초시설투자과 환경예산」, 『환경예산과 정책목표』, 한국환경기술개발원, 1997, pp.85-134.
- 김홍균, 「수질부문 환경기초시설 투자 및 운영과 환경예산」, 『환경예산과 정책목표』, 한국환경기술개발원, 1997, pp.183-228.
- 변재진, 「환경기초시설투자과 중앙정부 예산」, 『환경예산과 정책목표』, 한국환경기술개발원, 1997, pp.135-182.
- Earnhart, D., “Regulatory Factors Shaping Environmental Performance at Publicly-Owned Treatment Plants,” *Journal of Environmental Economics and Management*, 48, 2004, pp.655-681.
- Fernandez, L., “Estimation of Wastewater Treatment Objectives through Maximum Entropy,” *Journal of Environmental Economics and Management*, 32, 1997, pp.293-308.
- Garvie, D. and Keeler, A., “Incomplete Enforcement with Endogenous Regulatory Choice,” *Journal of Public Economics*, 55, 1994, pp.141-162.
- Harford, J., “Firm behavior under imperfectly enforceable pollution standards and taxes,” *Journal of Environmental Economics and Management*, 5, 1978, pp.26-43.
- Kim, G., Oh, W. and Kelleher, D., “An Empirical Study of Environmental Standard-Setting in Korea,” *The Korean Economic Review*, 18(2), 2002, pp.305-314.
- Neilson, W. and Kim, G., “A Standard-Setting Agency and Environmental Enforcement,” *Southern Economic Journal*, 67(3), 2001, pp.757-763.
- Lee, D., “Monitoring and Budget Maximization in the Control of Pollution,” *Economic Inquiry*, 21, 1983, pp.565-575.
- Niskanen, W., *Bureaucracy and Public Economics*, 2nd ed., Aldershot, UK, Edward Elgar, 1994.

Viscusi, W. and Zeckhauser, R., "Optimal Standards with Incomplete Enforcement,"
Public Policy, 27, 1979, pp.437-456.

Investment in Basic Treatment Facilities and Environmental Regulation

Geum-Soo Kim, Young-Jae Chang

While existing literatures have analyzed, in turn, the direct provision of environmental quality through basic environmental facilities as well as the enforcement of environmental regulations, we simultaneously analyze the impacts of both activities. We provide a model of an environmental regulatory agency that tries to minimize non-compliance by choosing a combination of enforcement parameters under the constraints of a level of basic environmental facilities and limited budget. An empirical analysis of the Korean experience demonstrates that an increase in basic treatment facilities investment led to a decrease in regulators' inspection efforts.

Key words: Basic Environmental Treatment Facility, Environmental Regulation, Inspection Frequency, Punishment Stringency, Environmental Standards

