

汚濁負荷量のインセンティブ規制に関する理論的考察

ウーター大学Ph. D. コス 学生員 福山 敬
鳥取大学工学部 正会員 ○多々納 裕一

鳥取大学工学部 正会員 小林 潔司
京都大学防災研究所 正会員 岡田 憲夫

1. はじめに

一般に、環境汚染の原因の1つである企業による汚染物質の排出は、不確実な環境に対して行われるためその規制が難しく、規制を行う行政主体は汚染源である企業(民間主体)に設定した規制基準値を常に遵守させることは容易ではない。本研究は、閉鎖性水域に汚濁物質を排出する民間主体の汚濁規制問題に焦点をあて、その有効な規制政策について検討するものである。

2. 本研究の基本的考え方

閉鎖性水域の汚濁規制政策の1つとして、行政主体が対象水域に対して排出可能な汚濁総量(可能容量)を決定し、各汚染源にそれを配分・規制するという汚濁負荷量規制制度がとられるようになった。ところが、一般に汚濁物質の排出は不確実な環境に対して行われるため、行政主体が民間主体の汚濁物質の排出量を常に正確に監視し、把握することは困難である。また、行政主体は民間主体の持つ汚濁処理技術に関する内部情報をすべては知り得ないと考えるのが妥当であろう。このため、行政主体は目標とする最善の状態を効率的に達成できず、次善の方策を模索する必要性が生じる。このとき、1)企業行動をいかに望ましい方向に誘導していくか、2)企業の汚濁処理に関する内部情報をどのように収集するかが重要となる。1)は、モラル・ガードをさせ、行政主体が民間主体の直面するリスクを適切に分担するインセンティブシステムを開発することにより、2)は、企業が自己の持つ内部情報を正直に顯示するような自己選抜メカニズムを開発することによって達成できる。

本研究では、このような考えの下に、閉鎖性水域における汚濁負荷量のインセンティブ規制の構築を試みる。そして、このインセンティブ規制が長期的にも、企業により良い汚濁処理技術の導入を動機づけるとともに、将来の汚濁負荷量削減の可能性を増大させ、社会により良い環境基準の達成の可能性をもたらしめる1つの有効な規制制度であることを示す。

3. インセンティブ規制

(1) 民間主体の行動モデル

民間主体の行動のモデル化にあたって、民間主体は

1社のみで独占企業(もしくは独占競争企業)であるとする。民間主体は1つの財のみを生産する考えよう。この民間主体のあるインセンティブ規制(補助金・罰金)の下での利潤は以下になる。

$$\pi(x, q, \theta; \varepsilon, \Phi) = p(x) \cdot x - C(x) - G(q; \theta) + \Phi(r(s, \varepsilon)) \quad (1)$$

なお、 x :生産量、 q :排水処理量、 θ :汚濁処理技術、 π :利潤、 ε :水質の不確実性(リスク)を表す確率変数、 $p(x)$: x の逆需要関数、 $C(x)$: x の生産費用、 $G(q; \theta)$:汚濁処理費用である。インセンティブ規制 $\Phi(r)$ は観測地点の水質(の悪さ) r の関数であり、水質 r は生産に伴う汚濁負荷量生産量 $g(x)$ と汚濁処理量 q の差として定義される汚濁排出量 s とリスク ε により決定される。以下、簡単な次式を仮定する。

$$r(s, \varepsilon) = s + \varepsilon = [g(x) - q] + \varepsilon \quad (2)$$

危険回避的な民間主体は期待効用の金銭換算値を最大化すると考える。

$$\max_{x, q} U(x, q, \theta; \Phi) \quad (3)$$

$$U(x, q, \theta; \Phi) = u^{-1}(E[u(\pi(x, q, \theta; \varepsilon, \Phi))]) \quad (4)$$

E : ε に対する期待値、 u : $N-M$ 効用関数である。ここで、線形インセンティブ規制 $\Phi = M - m r$ (m :罰金率、 M :固定補助金)を用いれば、1階の最適条件は以下になる。

$$p(x) \cdot (1 - 1/\eta(x)) = dC/dx + m \cdot dg/dx, \quad \partial G/\partial q = m \quad (5)$$

$\eta(x) = -(dx/dp)/(x/p)$ は、需要の価格弾力値である。

(2) 行政主体の行動モデル

行政主体は、社会の集合的厚生(の極大)を目的とする功利主義的政府であると考える。

$$\max_{\Phi} U(x^*, q^*, \theta; \Phi) - (1 + \lambda) \cdot E[\Phi(r^*)] + E[W(r^*)] \quad (6)$$

ここで、 $r^* = g(x^*) - q^* + \varepsilon$ である。 $W(r^*)$ は水質 r^* の達成により社会の得る金銭 W で評価された効用であり、環境の価値関数と呼ぶ。また、 $(1 + \lambda) \cdot E[\Phi(r^*)]$ は、規制のための補助金が税により徴収されることの社会的費用である。 $\lambda (> 0)$ は課税によるデッドウェイトロスを示すパラメータである。生産量 x^* 及び汚濁処理量 q^* の決定は民間主体に委ねられる。よって、企業の最適化条件式(5)は民間主体が汚濁処理を行なうインセンティブをもつための制約条件となる。このとき、最適インセンティブ規制問題は次のように定式化できる。

$$\begin{aligned} \text{Max}_{\Phi} \quad & U(x, q, \theta; \Phi) - (1+\lambda) \cdot E[\Phi(r)] + E[W(r)] \\ \text{subject to} \quad & p(x) \cdot (1-1/\eta(x)) = dC/dx + m \cdot dg/dx, \quad \partial G/\partial q = m \quad (5)' \end{aligned}$$

$$U(x, q, \theta; \Phi) \geq U_0. \quad (8)$$

式(8)を保留効用制約と呼び、いかなる技術を持つ企業に対しても効用水準 U_0 を保証することを意味する。

4. 誘引両立的顯示メカニズム

(1) 誘引両立性

行政主体は民間主体の持つ内部情報を完全には知り得ず、民間主体の内部情報を獲得するためのメカニズムの設計が必要となる。行政主体がパラメータ θ の値を知らない場合、問題(7), (5)', (8)を正確に定式化することができない。このような情報の非対称性が存在するとき、行政主体は民間主体の真の意志を制度内容に反映できるようなメカニズムの設計が重要となる。すなわち、民間主体が自己の内部情報を正直に表明することを前提としなくても、結果的に真の内部情報を正直に表明する誘因をもつような顯示メカニズム(誘引両立的顯示メカニズム)の設計が必要となる。このようなメカニズムを持った規制を設定できれば、行政主体は民間主体の自由な表明にしたがって望ましいインセンティブ規制制度を決定することができる。

民間主体の汚濁処理技術 θ は集合 $\Theta = [\underline{\theta}, \bar{\theta}]$ の要素であり、集合 Θ は全ての主体に知られている。このとき、いかなる企業 θ も申告する値 $\hat{\theta}$ が真の値 θ である時に最大の効用を得れば、そのインセンティブ規制 $\Phi(\hat{\theta}) = (m(\hat{\theta}), M(\hat{\theta}))$ は誘引両立的となる。この誘引両立性の条件は次の恒等式が成立することである。

$$\left. \frac{\partial U(x(\hat{\theta}), q(\hat{\theta}), \theta; \Phi(\hat{\theta}))}{\partial \hat{\theta}} \right|_{\hat{\theta}=\theta} = 0 \quad (9)$$

$$\left. \frac{\partial^2 U(x(\hat{\theta}), q(\hat{\theta}), \theta; \Phi(\hat{\theta}))}{\partial \hat{\theta}^2} \right|_{\hat{\theta}=\theta} \leq 0 \quad (10)$$

ここで、 $x(\hat{\theta}), q(\hat{\theta})$ は民間主体が $\hat{\theta}$ を申告したときの最適行動を表す。危険回避度一定の効用関数を仮定すれば式(9), (10)は、次式で表される。

$$\dot{U}(\theta) = - \frac{\partial G(q, \theta)}{\partial \theta}, \quad \dot{q}(\theta) \leq 0 \quad (11)$$

ただし、 $\dot{U} = dU(x(\theta), q(\theta), \theta; \Phi(\theta))/d\theta$ である。

(2) 誘引両立的インセンティブ規制の構築

行政主体が θ に関して主観的な分布 $F(\theta)$ を持ち、社会の期待厚生最大を図ると考えれば、式(7), (5)', (8)及び式(11)より、情報の非対称性の下での誘引両立的イ

ンセンティブ規制は以下のように定式化できる。

$$\begin{aligned} \text{Max}_{\Phi} \int_{\Theta} [U(x, q, \theta; \Phi) - (1+\lambda) E[\Phi(r)] + E[W(r)]] dF(\theta) \\ \text{subject to} \end{aligned} \quad (12)$$

$$p(x) \cdot (1-1/\eta(x)) = C' + g' \cdot m, \quad G' = m \quad (5)'$$

$$U(x, q, \theta; \Phi) \geq U_0. \quad (8)'$$

$$\dot{U}(\theta) = - \frac{\partial G(q, \theta)}{\partial \theta}, \quad \dot{q}(\theta) \leq 0 \quad (9)'$$

よって、誘引両立的インセンティブ規制は最適制御問題として定式化されることとなる。

(3) 数値計算例

行政主体が θ の分布に関してnull情報しか持ち得ないと考え、一様分布 $F(\theta) = \theta/(\bar{\theta} - \underline{\theta})$ を仮定する。数値計算にあたり、次の様に特定化を行った。

関数型: $u = -\exp(-c\pi)$, $p(x) = a \cdot x^{-1/\eta}$, $C(x) = b \cdot x^f$ $G(q, \theta) = d \cdot q^{\beta} \theta^{\gamma}$, $g(x) = f \cdot x^{\nu}$, $W(r) = -h \cdot r^{\iota} + k$
パラメータ: $\sigma^2 = 0.2$, $\Theta = (\underline{\theta}, \bar{\theta}) = (0.1, 0.8)$, $c = 1$ $k = 100$, $U_0 = 3000$, $a = 1000$, $b = 2$, $d = 2$, $f = 12$ $\alpha = 2$, $\beta = 2$, $\gamma = 2$, $\iota = 3$, $\nu = 0.1$, $\eta = 2$, $\lambda = 0.1$

以上の特定化より得られた結果の一部を図-1に示す。図-1より、民間主体は保持する汚濁処理技術が良いほどより高い効用を得ることになる。これより、本インセンティブ規制は、民間主体に長期的により良い汚濁処理技術を導入しようという誘引を与えるといえる。

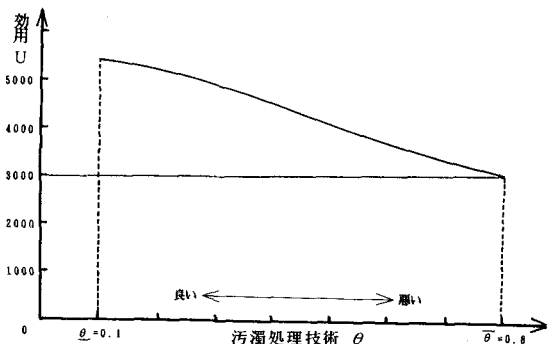


図-1 <汚濁処理技術と企業の効用の関係>

5. おわりに

以上、1つの有効な環境規制制度としてのインセンティブ規制の設計問題について理論的な考察を行った。今後、環境価値関数の決定方法、複数企業への拡張等の基礎的研究が必要であると考えられる。

<参考文献>

福山敬：汚濁負荷量のインセンティブ規制に関する理論的考察，平成2年度鳥取大学修士論文，1991，3。