

# 納入延遲策略下的政府環境誘因 管制分析

翁仁甫\*、梁雅婷\*\*

## 摘要

鑒於過往關於資訊不對稱下的環境管制分析，皆未將環境管制當局可採取延遲 (delay) 策略，做為管制政策工具的可能性納入討論的範圍。本研究擬擴展 Boyer and Laffont (1999) 的當事-代理 (principal-agent) 環境管制分析架構，將政府環境管制當局可以採取延遲策略，做為其環境誘因管制 (environmental incentive regulation) 工具的可能性納入考慮，建構一個考慮延遲策略的環境誘因管制模型，進行政府環境誘因管制措施的福利與經濟影響效果分析，我們除了將探究政府環境管制當局在何種情況下，可以藉由採取延遲策略來達成提升社會福利水準的目的外，亦將針對受管制廠商之國籍別（本國或外國籍），對於資訊不對稱下政府最適環境管制措施的可能影響提出說明。

關鍵詞：環境誘因管制、延遲、誘因理論、當事-代理模型

JEL 分類代號：D82, D86, Q58

---

\* 國立台北大學財政學系副教授，本文聯繫作者。電話：(02)86741111 轉 67397，Email：  
[zfueng@mail.ntpu.edu.tw](mailto:zfueng@mail.ntpu.edu.tw)。

\*\* 國立台北大學財政學研究所碩士

# 納入延遲策略下的政府環境誘因 管制分析

翁仁甫、梁雅婷

## 壹、前言

管制經濟學 (regulation economics) 發展至 1980 年代，正式邁入了新管制經濟學 (new regulation economics) 時代，新管制經濟學置重點於管制者和被管制者之間的契約關係以及當事-代理 (principal-agent) 分析方法的應用，強調資訊不對稱 (asymmetric information)，以及如何利用誘因理論 (theory of incentives) 來解決資訊不對稱所引發的問題。新管制經濟學涵蓋的研究方向其實相當多元化，例如環境管制、研究發展經濟、消費者保護、金融活動管制等等，都包含在新管制經濟學的討論範疇當中，本文擬針對新管制經濟學中的環境管制問題進行進一步探討。

環境管制的政策工具很多，例如：污染排放管制、皮古稅 (Pigouvian tax)、對於污染減量的補貼、拍賣汙染排放許可證、押金退款制度 (deposit refund system) 等，政策工具的選擇已經成為環境經濟學爭論的主要問題之一，Cropper and Oates (1992) 對於這個問題有詳細的回顧，Segerson (1996) 以及 Lewis (1996) 也有相關討論。

然而，環境管制分析最初是在訊息完全 (complete information) 的情況下進行討論，在這一情況下，為了解決污染外部性的問題，管制者基本上可以對廠商的汙染排放進行直接管制或者是課徵租稅（此種租稅即一般所謂的皮古稅），這是因為在訊息完全的情況下，管制者可以事先精確的掌握最適汙染量。然而在現實社會中，由於不確定性因素的存在，管制者基本上並無法在政策規劃階段便確切知悉最適汙染量，同時，管制者與

被管制者之間也存在著資訊不對稱的問題。因此，忽略不確定性因素的存在以及管制者與被管制者之間所存在的訊息不對稱問題，便成為傳統環境管制分析的一項缺憾。

爲了彌補傳統環境管制分析的上述不足，自1970年代以後，許多學者開始在存在不確定因素的情況下從事環境管制研究，這一系列的文獻包括 Weitzman (1974)、Adar and Griffin (1976)、Fishelson (1976) 以及 Roberts and Spence (1976)。同時，爲了處理資訊不對稱下的經濟分析問題而發展出來的誘因理論以及當事-代理模型，也在此一時期逐漸發展成熟，並成爲當今研究資訊不對稱經濟問題的主要分析架構。舉例而言，Mirrlees (1971) 將此一架構運用在所得稅分析，Baron and Myerson (1982) 將其應用在獨占廠商的管制分析，而 Maskin and Riley (1984) 則是透過這類模型進行差別取價分析，關於誘因理論的其他應用，可參考 Laffont and Tirole (1993)、Salanie (1997)、Laffont (2000) 以及 Laffont and Martimort (2002)，在這些文獻當中，當然也包括了以資訊不對稱下的環境管制問題爲探討主題的研究，其中 Baron (1985a, 1985b) 擴展 Baron and Myerson (1982) 探討自然獨占廠商管制問題的分析架構來從事環境管制分析，Laffont (1994) 運用當事-代理模型，在管制者和廠商之間存在資訊不對稱的情況下，探討污染管制問題，這篇文章除了建立外部性管制分析的一般化架構外，並將討論的範圍進一步延伸至非點源污染 (nonpoint source pollution)<sup>1</sup> 的層面。Boyer and Laffont (1999) 則是以政治經濟及公共選擇的角度切入，試圖對於環境政策形成的政治背景提出解釋。

另一方面，Ueng and Yang (2005a, 2005b) 及翁仁甫 (2007) 發現在資訊不對稱的情況下，政府管制當局或當事人 (principal) 將可以藉由採取延遲策略，鬆綁相關誘因相容限制條件，並藉以達成降低成本性訊息租金的目的，同時，由於上述效果的存在，使得政府管制當局在某些情況下，確實可以透過運用延遲策略，來做爲提升社會福利水準之

---

<sup>1</sup> 污染狀況依污染源特性可分爲：點源污染 (point source pollution) 與非點源污染 (nonpoint source pollution)。污染排放來自單一可鑑定的來源，如工廠或家庭的煙囪、排水溝、汽車排氣管等，稱爲點源污染。若污染物進入空氣、水或土壤後，因擴散而不易鑑定其來源，稱爲非點源污染，如都市雨水逕流。

政策工具。其中，Ueng and Yang (2005a, 2005b) 係將上述概念分別運用在 Laffont and Tirole (1993) 的政府管制、採購分析以及 Salanie (1997) 的獨占差別取價分析架構上，翁仁甫 (2007) 則是進一步將此一想法應用於 Laffont (2000) 分析政府當局公共財貨提供問題的模型架構。值得注意的是，過往關於資訊不對稱下的環境管制分析，包括先前所提及的 Baron (1985a, 1985b)、Laffont (1994) 以及 Boyer and Laffont (1999) 等文，皆未曾將環境管制當局（一國的環境管制當局多半為環境保護署(EPA)）採取延遲策略做為管制政策工具的可能性納入考慮<sup>2</sup>，本研究即希望能夠補足上述缺口，藉由擴展 Boyer and Laffont (1999) 的當事-代理環境管制分析架構<sup>3</sup>，將政府環境管制當局可以選擇採取延遲策略做為環境誘因管制工具之可能性納入考慮，進行政府環境誘因管制措施的福利與經濟影響效果分析。我們除了將探究政府環境管制當局在何種情況下，可以藉由採取延遲策略搭配相關環境誘因管制政策工具來達成提升社會福利水準的目的外，亦將針對受管制廠商之國籍別（本國或外國籍）對於政府最適環境管制措施的可能影響提出說明。

## 貳、模型與分析

如前已述，本文擬以 Boyer and Laffont (1999) 的當事-代理環境管制分析架構為基礎，進一步將政府環境管制當局，可以選擇採取延遲策略，做為環境誘因管制工具之可能性納入考慮，建構一個考慮延遲策略的環境誘因管制模型，進行政府環境誘因管制措施的福利與經濟影響效果分析。以下便就 Boyer and Laffont (1999) 的模型架構進行簡略說明。

---

<sup>2</sup> 這裡所謂的延遲策略，是指環境管制當局延後環境誘因契約執行時間點的策略性作法。

<sup>3</sup> 如正文所述，Laffont (1994) 在存在訊息不對稱的情況下，建立了外部性管制分析的一般化模型架構，Boyer and Laffont (1999) 則是進一步利用此類分析模型，對環境政策形成的政治背景提出解釋，本文將延續他們的模型架構進行討論。

## 一、Boyer and Laffont (1999) 模型概述

Boyer and Laffont (1999) 考慮的是政府授權給一個自然獨占廠商，來執行並實現一項特定的公共計畫，而此一公共計畫之完成所能創造的社會價值，將會是以  $S$  表示的固定值，又此一計畫實現之成本函數為：

$$C(\theta, d) = \theta(k - d) \quad (1)$$

上述由 (1) 式所表示的成本函數當中， $k$  值為一固定常數， $d$  為伴隨計畫完成所製造的污染量，而  $\theta$  為廠商的成本特性，又當  $k \leq d$  時，獨占廠商實現計畫之成本將等於或小於零（即此時  $C \leq 0$ ），為了排除此一不合理情況的發生，我們將在  $k > d$  的前提下進行分析，此外，成本特性  $\theta$  為自然獨占廠商之私有訊息。這樣，在給定污染量  $d$  底下（由於  $k$  為一固定常數，因此當  $d$  既定下， $(k - d)$  亦將成為固定值）， $\theta$  的大小即可用以衡量廠商實現相關公共計畫的相對效率狀態，詳言之，在其他條件不變下（即在  $(k - d)$  固定下），若廠商所對應的  $\theta$  值較高，代表了此一廠商相對於其他廠商，為了讓公共計畫實現，需耗費較高的成本，因而其生產效率將相對較低。

實際上，在 (1) 式的成本函數設定下：

$$C_d = -\theta$$

這意味廠商降低一單位的污染排放量，將會使成本增加  $\theta$  元，又：

$$C_{d\theta} = -1$$

這則是表示隨著  $\theta$  提高一元，廠商降低一單位污染排放量的邊際成本也會提高一塊錢。

如此，在上述成本函數設定底下，廠商的生產能力（效率）與降低污染水準的能力

(效率)之間所呈現的,將會是正向關係。在存在單維度 (one dimension) 的非對稱訊息下,上述生產力與污染排除能力間具有正向關係的假設,相較於其他設定而言(設定廠商的生產能力與降低污染能力呈反向關係),似乎較為符合現實狀況同時也較為有趣。

另外,關於反映廠商成本特性的  $\theta$  值方面,則是假設  $\theta \in \{\underline{\theta}, \bar{\theta}\}$ , 並且以  $\Delta\theta$  表示  $\bar{\theta}$  與  $\underline{\theta}$  之間的差異,即  $\Delta\theta = \bar{\theta} - \underline{\theta}$ , 又由於設定  $\theta$  為自然獨占廠商之私有訊息,因而只有自然獨占廠商可能確切知悉  $\theta$  值究竟為  $\underline{\theta}$  亦或是  $\bar{\theta}$ , 相對的,就政府環境管制當局而言,在廠商成本特性方面,假設其僅能掌握  $\theta = \underline{\theta}$  以及  $\theta = \bar{\theta}$  之發生機率將分別為  $v$  以及  $(1-v)$  (即僅能掌握  $p(\theta = \underline{\theta}) = v$  以及  $p(\theta = \bar{\theta}) = (1-v)$ )。

再者,以  $t$  表示政府環境管制當局對於執行計畫自然獨占廠商的補償性貨幣(名目)轉移金。這樣,就廠商而言,執行並實現此一計畫將可以獲取以下的利潤(租利(rent)):

$$U = t - C(\theta, d) = t - \theta(k - d) \quad (2)$$

至於廠商排放污染所引發的社會負效用將被表示為  $V(d)$ , 並且  $V' > 0$ ,  $V'' > 0$ 。如此,消費者之福利(以消費者剩餘衡量)將會是:

$$S - V(d) - (1 + \lambda)t \quad (3)$$

第(3)式中的  $\lambda$  一項,乃是政府透過課徵間接稅募集公基金來融通  $t$  所造成之邊際無謂損失(邊際超額負擔)。

至於模型中的環境管制當局,被設定為慈善的社會福利極大追求者,同時社會福利函數則是呈現功利主義式的函數型態,如此,當模型中的自然獨占廠商,為股份全由本國人士持有之本國廠商時<sup>4</sup>,社會福利函數將為:

---

<sup>4</sup> 本文稍後將進一步探討自然獨占廠商並非股份全由本國人士持有之本國廠商的情況。

$$\begin{aligned}
 W &= S - V(d) - (1 + \lambda)t + t - \theta(k - d) \\
 &= S - V(d) - (1 + \lambda)\theta(k - d) - \lambda U
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

值得說明的是，在上述社會福利函數下，我們進一步假設模型中的  $S$  值大到足以使此一公共計畫之實現，在任何情況下都令社會期待（即可使社會福利為正值）。

這樣，在 Boyer and Laffont (1999) 的模型設定下，當訊息為完全時，亦即當環境管制當局也能充分掌握廠商的成本（效率）型態時，追求社會福利極大之管制當局將設定：

$$V'(d) = (1 + \lambda)\theta \tag{5.1}$$

以及：

$$t = \theta(k - d) \tag{5.2}$$

(5.1) 式顯示，在不存在非對稱訊息的情況下，廠商的污染排放量，將會是可以使污染排放之邊際社會成本等於其邊際社會利益的效率排放水準 (efficient level of pollution)<sup>5</sup>，又 (5.2) 式展示在此一情況下，廠商將不存在超額利潤，這主要是因為當  $\lambda > 0$  時，由 (4) 式可知，政府環境管制當局提供廠商超額利潤（租金(rent)）<sup>6</sup>，將會是具有社會成本的（也就是會讓社會福利下降）。

另一方面，在訊息不對稱的情況下，如果以  $(\underline{t}, \underline{d})$  表示政府環境管制當局所提出對應於低成本（高效率）型態廠商並且內容包含補償性貨幣轉移金以及污染排放水準的契

<sup>5</sup> 嚴格而言，由於模型中的公基金係由課徵扭曲性的間接稅來融通，所以經濟體系並非真正的處於最佳 (first best) 狀態，而此處所謂的效率排放水準，指的是可以使污染排放之邊際社會成本等於其邊際社會利益的排放量。

<sup>6</sup> 在當事-代理分析架構下，給予代理人之利潤（效用）超過保留水準（通常設為零）的部分，習慣上被稱為是租金 (rent)。

約， $(\bar{t}, \bar{d})$  表示管制當局所提出對應於高成本（低效率）型態廠商並且內容包含補償性貨幣轉移金以及污染排放水準的契約，那麼，可使預期社會福利極大的最適契約組合當中的污染排放量必須滿足：

$$V'(\underline{d}) = (1 + \lambda)\theta \quad (6)$$

以及：

$$V'(\bar{d}) = (1 + \lambda)\bar{\theta} + \frac{v}{(1-v)}\lambda\Delta\theta \quad (7)$$

(6) 式顯示  $\underline{d}$  會維持在效率水準，另透過 (7) 式則是可以看出  $\bar{d}$  會大於效率水準<sup>7</sup>。

## 二、納入延遲策略下的環境誘因管制分析

以上我們簡略的回顧了 Boyer and Laffont (1999) 的模型架構與一些基本發現，接下來我們便將以 Boyer and Laffont (1999) 的模型為基礎，將政府環境管制當局可以選擇採取延遲策略，做為環境誘因管制工具之可能性納入考慮，建構一個納入延遲策略下的環境誘因管制分析模型，以進行政府環境誘因管制措施的福利與經濟影響效果分析。

將環境管制當局採取延遲策略進行環境誘因管制的可能性納入考慮後，管制當局與計畫執行廠商之間所訂定的契約，其內容除了仍舊包含補償性貨幣轉移金以及污染排放水準外，契約中將另外明訂計畫的執行時間點，詳言之，如果我們以  $D_L$  表示對應於低成本（高效率）型態廠商的契約執行時間點的延遲期數， $D_H$  代表對應於高成本（低效率）型態廠商的契約執行時間點的延遲期數，則對應於低成本（高效率）型態的契約內容將

---

<sup>7</sup> 關於正文中 (6)、(7) 兩式的詳細推演過程，以及其背後的經濟涵意，請參考 Boyer and Laffont (1999) 的分析。



成爲  $(\underline{t}, \underline{d}, D_L)$ ，而對應於高成本（低效率）型態廠商的契約內容則會是  $(\bar{t}, \bar{d}, D_H)$ 。

如此，當我們將環境管制當局採取延遲策略進行環境誘因管制的可能性納入考慮後，若政府環境管制當局與廠商所面對的貼現因子分別爲  $0 < \delta_G < 1$  以及  $0 < \delta_F < 1$ ，則政府環境管制當局的目標函數將會成爲：

$$E(W) = v(\delta_G)^{D_L} [S - V(\underline{d}) - (1 + \lambda)\underline{\theta}(k - \underline{d}) - \lambda U] \\ + (1 - v)(\delta_G)^{D_H} [S - V(\bar{d}) - (1 + \lambda)\bar{\theta}(k - \bar{d}) - \lambda U] \quad (8)$$

同時，在此一情況下，環境管制當局所面對的誘因相容(IC)與個人理性(IR)限制條件將分別爲：

$$(\delta_F)^{D_L} [\underline{t} - \underline{\theta}(k - \underline{d})] \geq (\delta_F)^{D_H} (\bar{t} - \underline{\theta}(k - \bar{d})) \quad (9.1)$$

$$(\delta_F)^{D_H} [\bar{t} - \bar{\theta}(k - \bar{d})] \geq (\delta_F)^{D_L} (\underline{t} - \bar{\theta}(k - \underline{d})) \quad (9.2)$$

以及：

$$(\delta_F)^{D_L} [\underline{t} - \underline{\theta}(k - \underline{d})] \geq 0 \quad (9.3)$$

$$(\delta_F)^{D_H} [\bar{t} - \bar{\theta}(k - \bar{d})] \geq 0 \quad (9.4)$$

值得說明的是，將環境管制當局採取延遲策略進行環境誘因管制的可能性納入考慮，並不會改變典型的逆選擇分析架構底下，僅有對應高成本（低效率）型態廠商之個人理性限制條件（即 (9.4) 式）以及對應低成本（高效率）型態廠商之誘因相容限制條件（即 (9.1) 式）會產生約束效果（限制效果）的標準結果，因此，我們可以排除 (9.2) 以及 (9.3) 兩條不產生限制效果限制式。另外，由於對應高成本（低效率）型態廠商之誘因相容限制條件並不會產生約束效果，這表示我們無法藉由延遲對應於低成本（高

率) 型態廠商的契約執行時間點, 或是讓低成本 (高效率) 型態廠商的污染排放水準由效率狀態偏離, 來達到汲取訊息租金的效果, 因而上述做法只會對社會福利產生負向影響, 於是我們不難推論出以下結果: 在最適狀況下, 對應於低成本 (高效率) 型態廠商的契約執行時間點的延遲期數將會等於零 (即  $D_L = 0$ ), 也就是說, 如果有延遲的情況產生, 也只會發生在廠商為高成本 (低效率) 的情況, 並且對應於低成本 (高效率) 型態廠商的污染排放水準會維持在效率狀態。這樣, 政府環境管制當局所面對的數學規劃問題可簡化為:

$$\begin{aligned} \text{MAX } E(W) = & v[S - V(\underline{d}^*) - (1 + \lambda)\underline{\theta}(k - \underline{d}^*) - \lambda\underline{U}] \\ & + (1 - v)(\delta_G)^{D_H} [S - V(\bar{d}) - (1 + \lambda)\bar{\theta}(k - \bar{d}) - \lambda\bar{U}] \end{aligned} \quad (10)$$

$$\text{s.t. } \underline{U} = (\delta_F)^{D_H} [\Delta\theta(k - \bar{d})] \quad (11.1)$$

以及:

$$\bar{U} = 0 \quad (11.2)$$

其中,  $\underline{d}^*$  可滿足  $V'(\underline{d}^*) = (1 + \lambda)\underline{\theta}$ 。

實際上, 上述數學規劃問題將等同於:

$$\begin{aligned} \text{MAX } [-v\lambda(\delta_F)^{D_H} (\Delta\theta(k - \bar{d}))] \\ + (1 - v)(\delta_G)^{D_H} [S - V(\bar{d}) - (1 + \lambda)\bar{\theta}(k - \bar{d})] \end{aligned} \quad (12)$$

如此, 在給定  $D_H$  之下, 最適  $\bar{d}$  (以下以  $\bar{d}^*$  表示) 必須滿足:

$$v\lambda(\delta_F)^{D_H} \Delta\theta + (1 - v)(\delta_G)^{D_H} [-V'(\bar{d}^*) + (1 + \lambda)\bar{\theta}] = 0 \quad (13)$$

利用以上條件可進一步整理出:

$$V'(\bar{d}^*) = (1 + \lambda)\bar{\theta} + \frac{\nu}{(1 - \nu)} \lambda \Delta \theta \left( \frac{\delta_F}{\delta_G} \right)^{D_H} \quad (14)$$

將上式與稍早  $D_L = 0$  以及  $\bar{d}^*$  會維持在效率狀態的結果相配合，我們發現：延遲只會伴隨著廠商為高成本（低效率）型態的情況出現，並且對應於高成本（低效率）廠商之契約中的污染排放量會相對較高，也就是說，延遲會伴隨高污染排放水準。

接下來，讓我們進一步探究政府環境管制當局選擇採取延遲策略做為環境誘因管制工具的充分條件。為此，將 (12) 式對  $D_H$  取導數並利用包絡定理，便可推得對任何  $D_H$  而言，進一步提高  $D_H$  的邊際預期社會福利為：

$$\begin{aligned} & -\lambda \nu \ln(\delta_F) (\delta_F)^{D_H} [\Delta \theta (k - \bar{d}^*)] \\ & - \{ -(1 - \nu) \ln(\delta_G) (\delta_G)^{D_H} [S - V(\bar{d}^*) - (1 + \lambda)\bar{\theta}(k - \bar{d}^*)] \} \end{aligned} \quad (15)$$

這樣，在  $D_H$  等於零的情況下，延遲可以提高預期社會福利的條件將會是：

$$-\lambda \nu \ln(\delta_F) [\Delta \theta (k - \bar{d}^*)] - \{ -(1 - \nu) \ln(\delta_G) [S - V(\bar{d}^*) - (1 + \lambda)\bar{\theta}(k - \bar{d}^*)] \} > 0 \quad (16)$$

即：

$$-\lambda \nu \ln(\delta_F) [\Delta \theta (k - \bar{d}^*)] > \{ -(1 - \nu) \ln(\delta_G) [S - V(\bar{d}^*) - (1 + \lambda)\bar{\theta}(k - \bar{d}^*)] \} \quad (17)$$

上述條件式的左側一項即為延遲的社會利益（即政府環境管制當局透過延遲可以汲取之訊息租金額），而右側一項乃是延遲所引起的社會成本（即延遲讓消費者剩餘延後實現的損失），如此，條件式的成立表示延遲的利益超過延遲的成本，在這一情況下，延遲自然可以使預期社會福利提高，也因此促使追求預期社會福利極大的環境管制當局採取延遲策略。

實際上，(17) 式另可改寫為：

$$\delta_G > (\delta_F)^\varepsilon \quad (18)$$

$$\text{其中：} \varepsilon = \frac{\lambda v \Delta \theta (k - \bar{d}^*)}{(1-v)[S - V(\bar{d}^*) - (1+\lambda)\theta(k - \bar{d}^*)]}$$

由 (18) 式我們發現當  $\delta_G = \delta_F$  時，政府採取延遲策略可以提高預期社會福利之條件將會成爲  $\varepsilon > 1$ ，即：

$$\frac{\lambda v \Delta \theta (k - \bar{d}^*)}{(1-v)[S - V(\bar{d}^*) - (1+\lambda)\theta(k - \bar{d}^*)]} > 1 \quad (19)$$

此外，透過 (14) 式可知當  $\delta_G = \delta_F$  時， $\bar{d}^*$  將會獨立於  $D_H$ ，這意味如果 (19) 式成立，那麼對於任何大於零之  $D_H$  而言，上述延遲可以提高預期社會福利之條件式 ((16) 式) 都會成立，這表示在  $\delta_G = \delta_F$  的情況下，若是 (19) 式不成立，則政府環境管制當局將選擇完全不延遲，另一方面，如果 (19) 式得以成立，那麼政府環境管制當局將會選擇採取無限期的延遲策略（文獻上稱爲停工 (shutdown) 策略）。

前述分析顯示，當  $\delta_G = \delta_F$  時，延遲期間若非是無限期，就會是完全不延遲，當  $\delta_G \neq \delta_F$  時，則情況將有所不同，此時之最適  $\bar{d}$  與  $D_H$ （以  $D_H^*$  表示），可以透過 (13) 式以及讓 (15) 式等於零所共同構成之下列聯立方程組解出：

$$\begin{cases} v\lambda(\delta_F)^{D_H} \Delta \theta + (1-v)(\delta_G)^{D_H} [-V'(\bar{d}) + (1+\lambda)\bar{\theta}] = 0 & (20.1) \\ -\lambda v \ln(\delta_F)(\delta_F)^{D_H} [\Delta \theta (k - \bar{d})] + (1-v) \ln(\delta_G)(\delta_G)^{D_H} [S - V(\bar{d}) - (1+\lambda)\bar{\theta}(k - \bar{d})] = 0 & (20.2) \end{cases}$$

基本上，經由上述過程求解得出的最適延遲期間，將有可能是有限期間的延遲（即  $0 < D_H^* < \infty$ ）。以下我們便進一步建立一個數值例，來展現有限期間的延遲爲最適延遲策略的可能性，此一數值例之設定如下：

$$S = 31, V(\bar{d}) = 2\bar{d}^2, \bar{\theta} = 0.4, \underline{\theta} = 0.2, v = 0.5, \lambda = 0.2, k = 60, \delta_G = 0.98, \delta_F = 0.92$$

在上述設定下，(18) 式可以成立，這表示延遲確實可以提高預期社會福利水準，接著，透過先前介紹的求解程序，並運用數學軟體 Mathematica 7.0 為求解工具，我們即可推得這一數值例底下，對應於高成本（低效率）型態廠商的最適污染排放量以及延遲期間將分別為  $\bar{d}^* = 0.1223$  以及  $D_H^* = 23.5772$ ，其中，最適延遲期間為有限正值的結果，正展現出有限期間的延遲為最適延遲策略的可能性。

在繼續分析前，我們透過命題 1 總結這一小節的分析結果：

#### 【命題 1】

將環境管制當局採取延遲策略進行環境誘因管制的可能性納入考慮下，

- (1) 對應於低成本（高效率）型態廠商的契約執行時間點的延遲期數將會等於零，並且對應於低成本（高效率）型態廠商的污染排放水準會維持在效率狀態。
- (2) 延遲只會伴隨著廠商為高成本（低效率）型態的情況出現，並且對應於高成本（低效率）型態廠商契約中的污染排放量會相對較高。
- (3) 延遲可以提升預期社會福利水準的充分條件為：

$$\delta_G > (\delta_F)^\varepsilon \quad \left( \text{其中：} \varepsilon = \frac{\lambda v \Delta \theta (k - \bar{d}^*)}{(1 - v)[S - V(\bar{d}^*) - (1 + \lambda)\bar{\theta}(k - \bar{d}^*)]} \right)。$$

- (4) 當  $\delta_G = \delta_F$  時，延遲期間若非是無限期，就會是完全不延遲；當  $\delta_G \neq \delta_F$  時，最適延遲期間將有可能是有限期間的延遲（即  $0 < D_H^* < \infty$ ）。

值得說明的是：上述命題中有關於最適延遲期間將有可能是有限期間延遲的發現，乃是過去環境誘因管制分析文獻所未曾論及的<sup>8</sup>。

---

<sup>8</sup> 實際上，Ueng and Yang (2005a, 2005b) 以及翁仁甫 (2007) 已發現：就管制者而言，最適延遲期間將有可能是有限期間的延遲。但是這些討論所涉及的管制問題，都不是本文所討論的環境管制問題。

### 三、計畫執行廠商為國外廠商的情況

在現實世界中，政府環境管制當局委託外國而非本國廠商來執行計畫的情況也經常發生，又執行計畫廠商的國籍別，顯然是影響一國社會福利的重要因素，也因此必然會對政府環境管制當局的環境管制誘因契約安排，產生一定的影響。基於以上理由，我們有必要考慮環境管制當局係授權國外而非國內廠商來執行相關計畫的情況<sup>9</sup>。當環境管制當局委託國外廠商來執行計畫時，如果我們假設污染係伴隨計畫的執行發生於本國境內，並且國外廠商之股東皆為外國籍人士，那麼，社會福利函數將縮減成為消費者剩餘函數，如此，政府環境管制當局的目標函數在這一情況下將成為：

$$E(W) = v(\delta_G)^{D_L} [S - V(\underline{d}) - (1 + \lambda)\underline{t}] + (1 - v)(\delta_G)^{D_H} [S - V(\bar{d}) - (1 + \lambda)\bar{t}] \quad (21)$$

必須特別說明的是，在國外廠商的部份股東為本國籍人士的情況下，本文以下的主要分析結果並不會因此改變，因此為簡化分析，我們將把討論的焦點擺在國外廠商之股東皆為外國籍人士的狀況<sup>10</sup>。

至於在此情況下，環境管制當局所面對的具有實質約束力之限制式，仍將會是對應高成本（低效率）型態廠商之個人理性（IR）限制條件以及對應低成本（高效率）型態廠商之誘因相容（IC）限制條件如下：

<sup>9</sup> Vislie (2001) 在其環境管制分析，以及翁仁甫 (2007) 在其政府當局公共財貨提供時點延遲的分析中，都曾論及受管制廠商國籍別為外國廠商的情況。

<sup>10</sup> 詳言之，在外國籍廠商之股份可能部份由本國籍人士所持有時，若以  $\alpha$  ( $0 \leq \alpha < 1$ ) 表示本國籍人士的持股比例，則社會福利函數將為：

$$E(W) = v(\delta_G)^{D_L} [S - V(\underline{d}) - (1 + \lambda)\underline{t} + \alpha\underline{U}] + (1 - v)(\delta_G)^{D_H} [S - V(\bar{d}) - (1 + \lambda)\bar{t} + \alpha\bar{U}]$$

由於  $\alpha$  值的大小並不會影響本文的主要分析結果，因此我們將在  $\alpha = 0$  的設定下進行討論，以簡化本文的分析。

$$(\delta_F)^{D_L} [\underline{t} - \underline{\theta}(k - \underline{d})] = (\delta_F)^{D_H} [\bar{t} - \theta(k - \bar{d})] \quad (22.1)$$

以及：

$$(\delta_F)^{D_H} [\bar{t} - \bar{\theta}(k - \bar{d})] = 0 \quad (22.2)$$

接著，基於和計畫執行廠商為國內廠商時相同的理由，在廠商為外國籍的情況下， $D_L = 0$  和  $\underline{d}$  會維持在效率狀態的結果仍舊成立無虞。這樣，環境管制當局在此一情況下所面對的問題將會是：

$$\begin{aligned} MAX \quad E(W) = & v[S - V(\underline{d}) - (1 + \lambda)\underline{\theta}(k - \underline{d}) - (1 + \lambda)\underline{U}] \\ & + (1 - v)(\delta_G)^{D_H} [S - V(\bar{d}) - (1 + \lambda)\bar{\theta}(k - \bar{d}) - (1 + \lambda)\bar{U}] \end{aligned} \quad (23)$$

$$s.t. \quad \underline{U} = (\delta_F)^{D_H} [\Delta\theta(k - \bar{d})] \quad (24.1)$$

以及：

$$\bar{U} = 0 \quad (24.2)$$

實際上，上述數學規劃問題將等同於：

$$MAX \quad -v(1 + \lambda)(\delta_F)^{D_H} [\Delta\theta(k - \bar{d})] + (1 - v)(\delta_G)^{D_H} [S - V(\bar{d}) - (1 + \lambda)\bar{\theta}(k - \bar{d})] \quad (25)$$

如此，在給定  $D_H$  之下，最適  $\bar{d}$ （以下以  $\bar{d}^{**}$  表示）必須滿足：

$$v(1 + \lambda)(\delta_F)^{D_H} \Delta\theta + (1 - v)(\delta_G)^{D_H} [-V'(\bar{d}^{**}) + (1 + \lambda)\bar{\theta}] = 0 \quad (26)$$

整理以上條件可進一步得出：

$$V'(\bar{d}^{**}) = (1 + \lambda)\bar{\theta} + \frac{v}{(1-v)}(1 + \lambda)\Delta\theta\left(\frac{\delta_F}{\delta_G}\right)^{D_H} \quad (27)$$

上式表示對應於高成本（低效率）廠商之契約中的污染排放量會相對較高。接下來，同樣可以探究此一情況下，政府環境管制當局選擇採取延遲策略做為環境誘因管制工具的充分條件，為此，將 (25) 式對  $D_H$  取導數並利用包絡定理，便可推得對任何  $D_H$  而言，進一步提高  $D_H$  的邊際預期社會福利為：

$$\begin{aligned} & -(1 + \lambda)v\ln(\delta_F)(\delta_F)^{D_H} [\Delta\theta(k - \bar{d}^{**})] \\ & -\{-(1-v)\ln(\delta_G)(\delta_G)^{D_H} [S - V(\bar{d}^{**}) - (1 + \lambda)\bar{\theta}(k - \bar{d}^{**})]\} \end{aligned} \quad (28)$$

這樣，在計畫執行廠商為外國廠商的情況下，當  $D_H$  等於零時，延遲可以提高預期社會福利的條件將會是：

$$\delta_G > (\delta_F)^\eta \quad (29)$$

$$\text{其中： } \eta = \frac{(1 + \lambda)v\Delta\theta(k - \bar{d}^{**})}{(1-v)[S - V(\bar{d}^{**}) - (1 + \lambda)\bar{\theta}(k - \bar{d}^{**})]}$$

由 (29) 式我們發現當  $\delta_G = \delta_F$  時，政府採取延遲策略可以提高預期社會福利之條件將會成為  $\eta > 1$ ，即：

$$\frac{(1 + \lambda)v\Delta\theta(k - \bar{d}^{**})}{(1-v)[S - V(\bar{d}^{**}) - (1 + \lambda)\bar{\theta}(k - \bar{d}^{**})]} > 1 \quad (30)$$

此外，透過 (27) 式可知當  $\delta_G = \delta_F$  時， $\bar{d}^{**}$  將會獨立於  $D_H$ ，這意味如果 (30) 式成立，那麼對於任何大於零之  $D_H$  而言，延遲可以提高預期社會福利之條件式 ((28) 式) 都會成立，這表示在  $\delta_G = \delta_F$  的情況下，若是 (30) 式不成立，則政府環境管制當局將選



擇完全不延遲，另一方面，如果 (30) 式得以成立，那麼政府環境管制當局將會選擇採取無限期延遲策略（停工策略）。

至於當  $\delta_G \neq \delta_F$  時，則情況將有所不同，此時最適  $\bar{d}$  與  $D_H$  組合（以下以  $D_H^{**}$  表示），將是可以透過 (26) 式以及讓 (28) 式等於零所共同構成之下列聯立方程組加以解出：

$$\begin{cases} v(1+\lambda)(\delta_F)^{D_H} \Delta\theta + (1-v)(\delta_G)^{D_H} [-V'(\bar{d}) + (1+\lambda)\bar{\theta}] = 0 & (31.1) \\ -(1+\lambda)v \ln(\delta_F)(\delta_F)^{D_H} [\Delta\theta(k-\bar{d})] + (1-v) \ln(\delta_G)(\delta_G)^{D_H} [S-V(\bar{d})] \\ \quad - (1+\lambda)\bar{\theta}(k-\bar{d}) = 0 & (31.2) \end{cases}$$

同樣的，經由上述過程求解得出的最適延遲期間，將有可能是有限期間的延遲（即  $0 < D_H^{**} < \infty$ ）。如果再次利用前一小節所建構的數值例為例，那麼當模型中的公共計畫執行廠商為外國廠商時，對應於低效率型態廠商的最適污染排放量以及延遲期間將分別為  $\bar{d}^{**} = 0.1223$  以及  $D_H^{**} = 51.9373$ ，其中，最適延遲期間為有限正值的結果，展現出在計畫執行廠商為外國廠商的情況下，最適延遲策略仍然有可能是有限期間的延遲。

在結束本小節的討論前，以命題 2 彙整計畫執行廠商為國外廠商下的主要分析結果：

**【命題 2】**

- (1) 對應於低成本（高效率）型態廠商的契約執行時間點的延遲期數將會等於零，並且對應於低成本（高效率）型態廠商的污染排放水準會維持在效率狀態。
- (2) 延遲只會伴隨著廠商為高成本（低效率）型態的情況出現，並且對應於高成本（低效率）型態廠商契約中的污染排放量會相對較高。
- (3) 延遲可以提升預期社會福利水準的充分條件為：

$$\delta_G > (\delta_F)^\eta \quad \left( \text{其中：} \eta = \frac{(1+\lambda)v\Delta\theta(k-\bar{d}^{**})}{(1-v)[S-V(\bar{d}^{**})-(1+\lambda)\bar{\theta}(k-\bar{d}^{**})]} \right)。$$

- (4) 當  $\delta_G = \delta_F$  時，延遲期間若非是無限期，就會是完全不延遲；當  $\delta_G \neq \delta_F$  時，最適延遲期間將有可能是有限期間的延遲（即  $0 < D_H^{**} < \infty$ ）。

如果比較命題 2 與命題 1 的內容，可發現政府環境管制當局在廠商國籍別為本國或外國籍等兩種不同情況下所選擇的最適契約內容，雖然存在一些相似處，但又似乎並非全然相同，至於其間具體差異為何？則是本文下一小節的討論主題。

## 四、廠商國籍別對於政府環境管制措施的影響

以上我們已就計畫執行廠商為國內以及國外廠商的情況，分別進行了相關討論，接下來便利用稍早的分析結果，進一步探究廠商國籍別對於政府環境管制措施的影響。

由於  $\delta_G$  與  $\delta_F$  是否相同，會影響到相關比較分析的結果，因此以下將分成  $\delta_G = \delta_F$  以及  $\delta_G \neq \delta_F$  等兩種情況進行討論：

### (一) $\delta_G = \delta_F$ 情況下的比較

透過命題 1 以及命題 2 可知，當  $\delta_G = \delta_F$  時，政府環境管制當局若不是採取無限期延遲策略（停工策略），就是採取完全不延遲策略，並且當情況為採取完全不延遲策略下，比較 (14) 式以及 (27) 式不難發現， $\bar{d}^{**} > \bar{d}^*$ ，也就是說，相對於廠商為國內廠商的情況，當執行計畫廠商為國外廠商時，對應於高成本（低效率）型態廠商的最適污染排放量會比較高，至於對應於低成本（高效率）型態廠商的污染排放水準，則是無論廠商國籍別為何，都會維持在效率水準（這一部份同樣請參考命題 1 與命題 2 的結果）。探究上述結果背後的經濟理由，乃是相對於廠商為國內廠商的情況，當執行計畫廠商為國外廠商時，透過讓高成本（低效率）型態廠商的污染排放水準由效率狀態偏離一小單位所能汲取的訊息租金，將會由  $\lambda v(\delta_F)^{D_H} \Delta \theta$  元成為較高的  $(1 + \lambda)v(\delta_F)^{D_H} \Delta \theta$  元（這是由於相對於廠商為國內廠商的情況，當執行計畫廠商為國外廠商時，社會剩餘將不包括生產者剩餘，這樣，透過公基金來融通一塊錢補償性貨幣轉移金的社會成本，將會由  $\lambda$  元成為  $(1 + \lambda)$  元，在污染排放扭曲所引起的消費者剩餘減損效果，不會因為廠商國籍別而有所

差異的情況下，上述訊息租金汲取效果的差異，便成爲造成  $\bar{d}^{**} > \bar{d}^*$  結果的原因。

## (二) $\delta_G \neq \delta_F$ 情況下的比較

在  $\delta_G \neq \delta_F$  的情況下，若計畫執行廠商爲國內廠商，則利用 (20.1) 以及 (20.2) 兩式，我們可以整理出在最適契約組合下，下列條件式必須成立：

$$1 = \frac{\ln(\delta_F)(k - \bar{d})}{-\ln(\delta_G)[S - V(\bar{d}) - (1 + \lambda)\bar{\theta}(k - \bar{d})]} [-V'(\bar{d}) + (1 + \lambda)\bar{\theta}] \quad (32.1)$$

上式可改寫爲：

$$-\ln(\delta_F)(k - \bar{d})[V'(\bar{d}) - (1 + \lambda)\bar{\theta}] + \ln(\delta_G)[S - V(\bar{d}) - (1 + \lambda)\bar{\theta}(k - \bar{d})] = 0 \quad (32.2)$$

若執行廠商爲國外廠商，利用 (31.1) 以及 (31.2) 兩式可整理出在最適契約組合下，下列條件式必須成立：

$$1 = \frac{\ln(\delta_F)(k - \bar{d})}{-\ln(\delta_G)[S - V(\bar{d}) - (1 + \lambda)\bar{\theta}(k - \bar{d})]} [-V'(\bar{d}) + (1 + \lambda)\bar{\theta}] \quad (33.1)$$

上式可改寫爲：

$$-\ln(\delta_F)(k - \bar{d})[V'(\bar{d}) - (1 + \lambda)\bar{\theta}] + \ln(\delta_G)[S - V(\bar{d}) - (1 + \lambda)\bar{\theta}(k - \bar{d})] = 0 \quad (33.2)$$

比較 (32.2) 以及 (33.2) 兩式可以得知，當  $\delta_G \neq \delta_F$  時，最適契約中的  $\bar{d}$  一項，將不會因爲計畫執行廠商之國籍別而有所差異，即在此一情況下， $\bar{d}^* = \bar{d}^{**}$ 。這樣，在  $\bar{d} = \bar{d}^* = \bar{d}^{**}$  以及  $D_H = D_H^*$  的情況下評估 (28) 式，便可推得廠商國籍別爲外國籍時， $D_H$  由  $D_H^*$  進一步提高的邊際預期社會福利會是：

$$\begin{aligned}
& -v \ln(\delta_F)(\delta_F)^{D_H^*} [\Delta\theta(k - \bar{d}^*)] + \{-\lambda v \ln(\delta_F)(\delta_F)^{D_H^*} [\Delta\theta(k - \bar{d}^*)] \\
& + (1-v) \ln(\delta_G)(\delta_G)^{D_H^*} [S - V(\bar{d}^*) - (1+\lambda)\bar{\theta}(k - \bar{d}^*)]\} \quad (34)
\end{aligned}$$

由於 $\bar{d}^*$ 與 $D_H^*$ 可以使 (20.2) 式成立，這表示 (34) 式中的大括號一項會等於零，因此 (34) 式的符號將決定於 $-v \ln(\delta_F)(\delta_F)^{D_H^*} [\Delta\theta(k - \bar{d}^*)]$ 一項，又由於 $-v \ln(\delta_F)(\delta_F)^{D_H^*} [\Delta\theta(k - \bar{d}^*)] > 0$ ，因此 (34) 式將會大於零，而 (34) 式符號為正表示當計畫執行廠商為國外廠商時，延遲期間由 $D_H^*$ 進一步提高將可以使預期社會福利水準提高，這意味 $D_H^{**} > D_H^*$ ，也就是相對於廠商為國內廠商的情況，當執行計畫廠商為國外廠商時，最適延遲期間將會比較長。至於產生上述 $D_H^{**} > D_H^*$ 結果的經濟理由為：相對於廠商為國內廠商的情況，當執行計畫廠商為國外廠商時，透過些許延後對應於高成本型態廠商契約的執行時點所能汲取的訊息租金，將會由 $-\lambda v \ln(\delta_F)(\delta_F)^{D_H^*} [\Delta\theta(k - \bar{d}^*)]$ 元變成較高的 $-(1+\lambda)v \ln(\delta_F)(\delta_F)^{D_H^*} [\Delta\theta(k - \bar{d}^*)]$ 元，事實上，就是這一差別導致了 $D_H^{**} > D_H^*$ 的結果。當然，以上關於廠商國籍別差異對於最適契約內容影響效果的比較分析結果，也可透過本文稍早所建立的數值例來展現，詳言之，在該數值例之相關設定下，可得出 $\bar{d}^* = \bar{d}^{**} = 0.1223$ 的結果，這顯示了最適契約中的污染排放水準，將不會因為計畫執行廠商之國籍別為本國籍或外國籍而有所不同，另外， $D_H^{**} = 51.9373 > D_H^* = 23.5772$ 的結果，則是展現了相對於廠商為國內廠商的情況，當執行計畫廠商為國外廠商時，最適延遲期間將會比較長。

接著讓我們將以上比較分析結果整理於命題 3：

**【命題 3】**

- (1) 當 $\delta_G = \delta_F$ 時，政府環境管制當局若不是採取無限期延遲策略（shutdown 策略），就是採取完全不延遲策略，並且當情況為採取完全不延遲策略下， $\bar{d}^{**} > \bar{d}^*$ ，也就是說，相對於廠商為國內廠商的情況，當執行計畫廠商為國外廠商時，對應於高成本（低效率）型態廠商的最適污染排放量會比較高，至於對應於低成本（高效率）型態廠商的

污染排放水準，則是無論廠商國籍別為何，都會維持在效率水準。

- (2) 當  $\delta_G \neq \delta_F$  時， $\bar{d}^* = \bar{d}^{**}$ ，亦即最適契約中的污染排放水準，將不會因為計畫執行廠商之國籍別而有所差異。又相對於廠商為國內廠商的情況，當執行計畫廠商為國外廠商時，最適延遲期間將會比較長（即  $D_H^{**} > D_H^*$ ）。

命題 3 的結果隱含政府環境管制當局在進行環境誘因管制時，為達成極大化預期社會福利的目標，應視計畫執行廠商之國籍別來設計其最適誘因契約，又本文所進行的比較分析結果，可做為政府環境管制當局進行環境誘因管制時，依據計畫執行廠商之國籍別，設計其最適誘因契約內容的參考依據。

此外，由於  $\delta_G$  與  $\delta_F$  是否相同，對於本文的分析的結果會產生關鍵性的影響，因此有必要釐清  $\delta_G = \delta_F$  或  $\delta_G \neq \delta_F$  才是比較適當的模型設定方式？基本上，合理的說法為：在存在市場不完美 (market imperfections) 以及市場失靈 (market failures) 的前提下，無論廠商國籍別如何，我們都無法排除政府環境管制當局與廠商所面對的貼現因子將有所差異的可能性<sup>11</sup>。

## 參、結論

鑒於過往關於資訊不對稱下的環境管制分析，皆未將環境管制當局可採取延遲策略，做為管制政策工具的可能性納入討論的範圍。本研究藉由擴展 Boyer and Laffont (1999) 的當事-代理環境管制分析架構，將政府環境管制當局可以採取延遲策略，做為其環境誘因管制工具的可能性納入考慮，建構出一個考慮延遲策略的環境誘因管制模型，進行政府環境誘因管制措施的福利與經濟影響效果分析。

---

<sup>11</sup> 關於  $\delta_G$  與  $\delta_F$  相互關係的進一步討論，可參考 Ueng and Yang (2005a) 第 3.3 節。

首先，本文針對計畫執行廠商國籍別為本國或外國籍等兩種不同情況，分別提出了政府環保當局採取延遲策略可以提升預期社會福利水準的前提條件，並發現無論廠商國籍別為何，最適延遲策略都有可能會是有限期間的延遲，而不是文獻中所曾考慮過的完全不延遲或是無限期延遲（停工）策略。此外，文中也進一步探究了廠商國籍別對於政府環境管制措施的可能影響，同時彙整出兩種不同國籍別狀態下最適環境誘因管制契約內容的具體差異，基本上，相關比較分析的結果，可做為政府環境管制當局進行環境誘因管制時，依據計畫執行廠商之國籍別，設計其最適誘因契約內容的參考依據。

最後，本文分析是在計畫執行廠商的可能型態只有兩種（即低成本（高效率）與高成本（低效率）兩種型態）的前提下進行的，未來可以嘗試在廠商的可能型態超過兩種，甚或是在廠商可能型態為連續的設定下進行討論。再者，於計畫執行廠商為外國廠商的情況下，我們假設廠商執行計畫過程中所產生的污染將全數排放於國內，進一步討論執行計畫外國廠商之污染僅有部份排放於國內，而部份係於國外排放的情況，則是另一個可以嘗試的調整方向。

(收件日期為民國 99 年 5 月 25 日，接受日期為民國 100 年 8 月 22 日)

## 參考文獻

### (1)中文部份

翁仁甫，2007，「政府當局公共財貨提供時點的延遲與社會福利-供給面分析」，經濟研究，43：129-148。

## (2)英文部份

- Adar, Z. and J. M. Griffin, 1976, "Uncertainty and the Choice of Pollution Control Instruments," *Journal of Environmental Economics and Management*, 3: 178-188.
- Baron, D. P., 1985a, "Regulation of Prices and Pollution under Incomplete Information," *Journal of Public Economics*, 28: 211-231.
- Baron, D. P., 1985b, "Noncooperative Regulation of a Nonlocalized Externality," *Rand Journal of Economics*, 16: 553-568.
- Baron, D. P. and R. B. Myerson, 1982, "Regulating a Monopolist with Unknown Costs," *Econometrica*, 50: 911-930.
- Boyer, M. and J. J. Laffont, 1999, "Toward a Political Theory of the Emergence of Environmental Incentive Regulation," *Journal of Economics*, 30: 137-157.
- Cropper, M. and W. Oates, 1992, "Environmental Economics: A Survey," *Journal of Economic Literature*, 30: 675-740.
- Fishelson, G., 1976, "Emission Control Policies under Uncertainty," *Journal of Environmental Economics and Management*, 3: 189-197.
- Laffont, J. J., 1994, "Regulation of Pollution with Asymmetric Information," in Dosi, C. and T. Tomasi, ed., *Nonpoint Source Pollution Regulation: Issues and Analysis*, 39-66, Dordrecht: Kluwer Academic.
- Laffont, J. J., 2000, *Incentive and Political Economy*, New York: Oxford University Press.
- Laffont, J. J. and D. Martimort, 2002, *The Theory of Incentives: The Principal-agent Model*, Princeton: Princeton University Press.
- Laffont, J. J. and J. Tirole, 1993, *Theory of Incentive in Procurement and Regulation*, Cambridge: MIT Press.
- Lewis, T. R., 1996, "Protecting the Environment When Costs and Benefits are Privately Known," *The Rand Journal of Economics*, 27: 819-847.
- Maskin, E. and J. Riley, 1984, "Monopoly with Incomplete Information," *The Rand Journal of Economics*, 15: 171-196.

- Mirrless, J. A., 1971, "An Exploration in the Theory of Optimum Income Taxation," *Review of Economic Studies*, 28: 175-208.
- Roberts, M. J. and M. Spence, 1976, "Effluent Charges and Licenses under Uncertainty," *Journal of Public Economics*, 5: 193-208.
- Salanie, B., 1997, *The Economics of Contracts: A Primer*, Cambridge: MIT Press.
- Segerson, K., 1996, "Issues in the Choice of Environmental Policy Instruments," in Braden, J. B., H. Folmer, and T. S. Ulen, ed., *Environmental Policy with Political and Economic Integration: The European Union and the United States*, 149-174, Brookfield: Edward Elgar.
- Ueng, Z. F. and C. C. Yang, 2005a, "Time Delay and the Extraction of Information Rent in Regulation," *Journal of Economics*, 84: 1-26.
- Ueng, Z. F. and C. C. Yang, 2005b, "Extracting Consumer Information Rent by Delaying the Delivery of Goods/Services," *Economics Letters*, 87: 103-108.
- Vislie, J., 2001, "Environmental Regulation, Asymmetric Information and Foreign Ownership," Memorandum, Department of Economics, Oslo University.
- Weitzman, M. L., 1974, "Prices vs. Quantities," *The Review of Economic Studies*, 41: 477-491.



# An Analysis of Governmental Environmental Incentive Regulation with Delay

Zen-Fu Ueng<sup>\*</sup> and Ya-Ting Liang<sup>\*\*</sup>

## Abstract

The past environmental regulation analyses under asymmetric information often disregard the possibility that environmental regulatory authorities may take the delay strategy as regulatory policy tool. This research will construct a model of environmental incentive regulation with delay by expanding the model of Boyer and Laffont (1999). Using our structure, we engage in economy and welfare effect analysis of environmental incentive regulation measures. We explore the condition that the regulation delay can improve social welfare. In addition, we explain the potential influence of the nationality of firm on governmental environmental regulation measures.

**Keywords:** Environmental Incentive Regulation, Delay, Incentive Theory, Principal-agent Model

**JEL Classification:** D82, D86, Q58

---

\* Associate Professor, Department of Public Finance, National Taipei University.

Corresponding Author. Tel: (02)86741111 ext. 67397, Email: [zfueng@mail.ntpu.edu.tw](mailto:zfueng@mail.ntpu.edu.tw).

\*\* Master, Department of Public Finance, National Taipei University.