

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

含污產品之製造商與使用污染者間環保責任分擔的稅制模式分析

研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 98-2410-H-343-006-
執行期間：98年08月01日至99年07月31日
執行單位：南華大學企業管理系管理科學碩士班

計畫主持人：陳焱勝

計畫參與人員：博士班研究生-兼任助理人員：呂宜圳
博士班研究生-兼任助理人員：陸惠玲

處理方式：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

中華民國 99年07月15日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫

成果報告
 期中進度報告

污產品之製造商與使用污染者間環保責任分擔的稅制模式分析

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 98-2410-H-343-006-

執行期間：98年8月1日至99年7月31日

執行機構及系所：南華大學企業管理系管理科學碩士班

計畫主持人：陳焱勝

共同主持人：

計畫參與人員：陸惠玲、呂宜圳

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本計畫除繳交成果報告外，另須繳交以下出國心得報告：

- 赴國外出差或研習心得報告
- 赴大陸地區出差或研習心得報告
- 出席國際學術會議心得報告
- 國際合作研究計畫國外研究報告

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

中華民國 99 年 7 月 20 日

報告內容

(一)前言及研究目的

工業革命之後，強調生產的低成本，而不注重生產對於環境的安全性。隨著產品的大量製造，環境污染愈趨嚴重。近年來經濟高度發展，環保意識也漸漸抬頭，綠色議題愈來愈受到重視，如何兼顧經濟及環境的永續發展，成為世界各國共同最重要的課題。

實務上，政府對含污產品的環保政策大概可區分成下列二種：技術上管制的環保政策(command-and-control system)與實施環境稅的環保政策(environmental tax system)。第一種政策，是政府以法令要求廠商所生產產品的含污量須達到一定的環保標準，對達不到含污標準的廠商施以處罰，這種對廠商實施二分法處罰制度在執行上較易引起爭議，例如：其含污標準應訂在什麼水準？對廠商之含污產品的處置決策，只有通過標準與不通過標準二種選項？一般而言，廠商產品含污量一旦達到標準，廠商就沒有誘因再提高其產品含污的環保標準。相對於第一種環保政策的含污處罰制度，第二種制度較受到大家的注意，亦引起較廣泛的討論。

在污染稅的課徵上，一般有所謂的”污染者付費原則”(Polluter Pays Principle)。但是，問題在於污染者？因此，我們有必要對產品的污染過程作一個了解。一般，產品所產生的污染，若從產品被製出來的時間點作區分，可分為二種。一種為從原料至產品製造完成之製造過程中所產生的污染；另一種從產品形成至產品被使用或被消費所產生的污染。前者稱之為產品的製造污染，後者稱之為消費污染或用污染。對於第一種污染，生產者即是污染者。但是第二種污染，消費者是真的污染者嗎？消費者使用產品所產生的污染，是因為廠商製造出的產品含有會污染環境的成份，如果，廠商可以生產出乾淨的產品 green product，則消費者就不會因為使用而污染環境了。

因此，本計畫擬提出一個新的課稅政策解決上述課稅負擔的問題。進而達到下列之研究目的：

- 1)透過數學模式的建構，分析模型中生產者、消費者的行為模式，得到分擔防污責任最佳解，解釋這個新提出的課稅方法，由生產者及消費者合理的共同負擔了環境稅。
- 2)討論此一新的課稅政策對於污染量及政府稅收影響。
- 3)對市場均衡結果作敏感性分析，討論稅率對於生產者及消費者行為的影響。
- 4)政府課稅原則及目標的討論。

二)文獻探討

一般學者認為：相較於採用污染標準的方法，課環境稅係利用經濟的動機或說市場的力量來改善污染，以使環境的外部性內部化，可能達到環境稅的 double-dividend 的效果。亦即，除了減少污染量外，稅還可以用來減少其它的稅源，達到改善經濟的效果。(Bosquet, 2000; Jacobsen and Bento, 2007; awaguchi, 2008)

在課稅的種類方面：Albrecht(2006)以歐洲的情況建議，將現有課固定排放稅的方式改為課消費(污染)，此消費稅的稅額是根據廠商生產產品對環境的影響程度來課徵。如此方式，不僅減低綠色產品的價格，而可以限制一些不想要的產品分配結果。因此，如果一產品之潛在污染量是可以透過科技儀器偵測的，根據產品含污量，政府可隨產品銷售徵收消費污染稅，以解決環境污染問題。

另外，對於污染稅誰負擔的問題：Chen and Chen(1998)提出二個 case 討論消費者或生產者付稅的問題。研究發現，對生產課稅可以達到較好的效果。Edwards and Rahman(2004)以供需模型來分析生產者對污染的完全義務。其研究認為生產者負責中等程度的義務對於經濟效率及公平方面是較好的，而非負責全的義務。

三)研究方法

本計畫以數學模式來分析上述問題：

本模型之決策者共有三部分，分別為政府(防污單位)、廠商(含污產品製造商)及消費者，其決策關係述如下：

(1)政府決定 t 值， t 為產品被消費者使用後，所產生之單位污染量的污染稅率。

文所考慮的含污產品屬於：政府不可能應用徵污染稅政策誘導廠商製造含污量為零的產品。……(2.1)

(2)廠商依據政府所決定的污染稅率 t ，決定 p 值及 w 值，使其在某一時間區間內利潤最大；其中 p 為品售價； w 為單位產品被消費使用後之污染量。一產品的消費污染稅為 tw ，消費污染稅是政府透過廠商消費者徵收；即一產品的含稅售價為 $p + tw$ 。

(3)本文以符號 x 作為一消費者對單位產品的評價，此評價為消費者獲得單位產品願支付的代價上； X 是隨消費者不同而不同。其中有少數消費者其評價 x 可能為負值(X 為負值表示產品價格降至零時該消費者仍不願擁有產品)。本文假設 X 分配的機率密度函數為 $f(x)$ ，其平均數為 μ ，變異數為 σ^2 ，並假設品的潛在消費量(售價為零之消費量)為 N 。

若以符號 \hat{w} 表示政府不徵污染稅(即 $t = 0$ 之情況)之單位產品含污量，並以符號 $g(w), w \in [0, \hat{w}]$ ，表廠商之單位產品含污量為 w 的減污投入成本；則因邊際成本 $|g'(w)|$ 遞增之故， g 具有下列性質：

$$g(w) > 0, \forall w \in [0, \hat{w}], g(\hat{w}) = 0,$$

$$g'(w) \leq 0, g'(\hat{w}) = 0 \text{ 且 } g''(w) > 0, \forall w \in [0, \hat{w}] \dots \dots \dots (2.2)$$

中 $g'(\hat{w}) = 0$ 表示在單位含污上限 \hat{w} 之減污邊際成本為 0(即產品處於最大含污量時，廠商可輕易將產品減)。

一消費者會購買產品的充要條件為：消費者對產品的評價 x ，不小於其取得該產品代價 $p + tw$ ，即

$$x \geq p + tw$$

廠商所面臨的問題：根據政府所決定的污染稅率 t ，以及了解消費群體中 $f(x)$ 的分配後，廠商應如

決定 (p, w) 值以使得其所對應之總利潤 π 最大；其數學模式為：

$$\max_{(p,w)} \pi = [p - g(w) - c] \cdot N \cdot \int_{p+tw}^{\infty} f(x) dx \dots\dots\dots (2.3)$$

中 c 為廠商單位產品的生產成本。

模式的最佳解：

給定 t 值，令 $(p^*(t), w^*(t))$ 為模式(2.3)式最佳解，並令 k^* 為其含稅之產品單價，即 $k^*(t) = p^*(t) + tw^*(t)$ 。

視模式(2.3)，易知(it is valid that)：若在下述問題(3.2)中取 $k = k^*(t)$ ，則 $(p^*(t), w^*(t))$ 同時為(3.2)

最佳解。……(3.1)

們將求(2.3)之最佳解過程分成下列二階段討論之。

段 I：

給定 t 值，考慮維持消費者獲得單位產品代價 $p + tw$ 為某常數 k 之情形下，廠商應如何決定 (p, w) ，

得其單位利潤 $[p - g(w) - c]$ 最大之問題的數學模式如下：(註：因 k 為常數， $N \int_k^{\infty} f(x)$ 值與 (p, w) 的選擇無關，

在 $p + tw \equiv k$ 之限制下，廠商追求其單位利潤 H 最大，即等於追求其總利潤 π 最大)

$$\begin{cases} \max_{(p,w)} & H = [p - g(w) - c] \dots\dots\dots (3.2) \\ \text{s.t.} & p + tw \equiv k, t \text{ 與 } k \text{ 皆為給定的正數} \end{cases}$$

定 t 與 k ，令 (\bar{p}, \bar{w}) 為式(3.2)最佳解，由(3.2)之限制式得 $p = k - tw$ ， $w \in \left[0, \frac{k}{t}\right]$ ，代入(3.2)目標函數，(3.2)

可改寫成：

$$\max_{w \in \left[0, \frac{k}{t}\right]} H = [k - tw - g(w) - c] \dots\dots\dots (3.2')$$

$H\left(\frac{k}{t}\right) = -g\left(\frac{k}{t}\right) - c < 0$ ，(即廠商在 $\frac{k}{t}$ 點之單位利潤為負值)，故使 H 值最大之點 \bar{w} 不會發生在區間 $\left[0, \frac{k}{t}\right]$

右端點，即 $\bar{w} \neq \frac{k}{t}$ 。

慮(3.2')之 H 對 w 微分得：

$$H'(w) = -t - g'(w), \quad H''(w) = -g''(w) < 0, \quad \forall w$$

若 $H'(0) = -t - g'(0) \leq 0$ ，則 $H'(0) < 0, \forall w \in \left[0, \frac{k}{t}\right]$ ，因而 $\bar{w} = 0$ ，此結果違反(2.1)的假設條件。由上述討論

知： \bar{w} 不會位於區間 $\left[0, \frac{k}{t}\right]$ 的端點，即 $\bar{w} \in \left(0, \frac{k}{t}\right)$ ，故(3.2')的目標函數 H 在 \bar{w} 點的導數須為零，即

$$0 = H'(\bar{w}) = \frac{d}{dw} [k - tw - g(w) - c]_{w=\bar{w}} = -t - g'(\bar{w}), \quad \text{即}$$

$$g'(\bar{w}) = -t, \quad \forall (t, k) \dots \dots \dots (3.3)$$

慮(3.3)對 t 微分並利用(2.2)得：

$$g''(\bar{w}(t)) \cdot \bar{w}'(t) = -1, \quad \text{即 } \bar{w}'(t) = \frac{-1}{g''(\bar{w}(t))} < 0 \dots \dots \dots (3.4)$$

$\frac{d^2}{dw^2} [k(t) - tw - g(w) - c] = \frac{d}{dw} (-t - g'(w)) = -g''(w) < 0, \forall w \in (0, \hat{w})$ ，故恰有一 \bar{w} 值滿足(3.3)式，即

$$\bar{w} = g'^{-1}(-t), \quad \text{其中 } g'^{-1} \text{ 為 } g' \text{ 的反函數} \dots \dots \dots (3.5)$$

用(3.1), (3.3)及(3.5)得知，模式(2.3)最佳解 (p^*, w^*) 之 w^* 須滿足：

$$g'(w^*) = -t, \quad \text{即 } w^* = g'^{-1}(-t), \quad \forall t \dots \dots \dots (3.6)$$

段 II：

用(3.6)得數學模式(2.3)可被改寫成：

$$\max_p \quad \pi = (p - g(g'^{-1}(-t)) - c) \cdot N \cdot \int_{p + tg'^{-1}(-t)}^{\infty} f(x) \dots \dots \dots (2.3')$$

中 t 為給定的正數。

(2.3')式得最佳解之一階必要條件為：

$$0 = \frac{d\pi}{dp} \Big|_{p=p^*} = N \cdot \int_{p^* + tg'^{-1}(-t)}^{\infty} f(x) dx - N \cdot [p^* - g(g'^{-1}(-t)) - c] f(p^* + tg'^{-1}(-t)) \dots (3.7)$$

$$\int_{p^* + tg'^{-1}(-t)}^{\infty} f(x) dx = [p^* - g(g'^{-1}(-t)) - c] f(p^* + tg'^{-1}(-t)) \dots \dots \dots (3.8)$$

其中 p^* 為 t 的函數，記作 $p^* = p^*(t)$

3.8)式可進一步改寫成：

$$[p^* - g(g'^{-1}(-t)) - c] = \frac{\int_{p^* + tg'^{-1}(-t)}^{\infty} f(x)dx}{f(p^* + tg'^{-1}(-t))} \dots\dots\dots(3.8.1)$$

得(2.3')最佳解之二階必要條件為：存在 $p^*(t)$ 的某一去心近旁(deleted neighborhood) B ，使得下列不式成立：

$$\left. \frac{d^2\pi}{dp^2} \right|_{p=p^*(t)} = -2f(p^* + tg'^{-1}(-t)) - [p^* - g(g'^{-1}(-t)) - c]f'(p^* + tg'^{-1}(-t)) < 0, \forall p \in B$$

$$\text{即 } 2f(p^* + tg'^{-1}(-t)) + [p^* - g(g'^{-1}(-t)) - c]f'(p^* + tg'^{-1}(-t)) > 0, \forall p \in B \dots(3.9)$$

由(3.6)及上述推論得知：給定 t 值，廠商的最佳價格 $p^*(t)$ ，由(3.8)式決定，而其最佳單位含污量 $w^*(t)$ ，則由 g 函數決定如下： $w^*(t) = g'^{-1}(-t)$ 。

敏感度分析

1)政府所課之單位產品污染稅率 t 增加，對於廠商總利潤 $\pi^*(t)$ 的影響。

定 t ，現今 $\pi^*(t)$ 為式(2.3)或式(2.3')之最佳解的目標值。即

$$\begin{aligned} \pi^*(t) &= \max_{p,s} [p - g(w(t)) - c] \cdot N \cdot \int_{p+tw}^{\infty} f(x)dx \\ &= [p^*(t) - g(w^*(t)) - c] \cdot N \cdot \int_{p^*(t)+tw^*(t)}^{\infty} f(x)dx \dots\dots\dots(4.1) \end{aligned}$$

慮式(4.1)對 t 微分，並利用本文附錄一證明，可得到：

$$\frac{d\pi^*(t)}{dt} = -N \cdot [p^*(t) - g(w^*(t)) - c] \cdot f(p^*(t) + gw^*(t)) \cdot w^*(t) < 0 \dots\dots\dots(4.2)$$

2)政府所課之單位產品污染稅率 t 增加，對於消費者付出的單位產品代價 $[p^*(t) + tw]$ 的影響。

(3.7)對 t 微分，並利用本文附錄一證明及式(3.9)，可得到：

$$\begin{aligned} \frac{d[p^*(t) + tw^*]}{dt} &= [p^{*'}(t) + w^*(w) + tw^{*'}] \\ &= \frac{f(p^*(t) + tw^*)w^*}{2f(p^*(t) + tw^*) + [p^*(t) - g(w^*) - c]f'(p^*(t) + tw^*)} > 0 \dots\dots\dots(4.3) \end{aligned}$$

四) 結果與討論

本文考慮以政府課徵消費污染稅之方式來解決環境污染問題，並將此稅制下，政府、廠商、消費者之間的決策過程，製作成可以具體討論的數學模式。

本文模式在廠商的決策行為討論上，較以往只限於廠商產品價格、數量的設定，更多了單位最適含污的選擇。而在消費者的設定上，我們更嘗試將消費者對產品的評價以一個機率密度函數的形式來討論，望以此擴大的模式更清楚了解消費稅制下廠商決策的行為。

本模式透過數學的求解，在政府課徵的污染稅率給定之下，得到廠商的最佳單位含污量，如(3.6)式，式中可知，其主要由減污成本函數決定。另外，廠商的最佳訂價，如(3.8)式。而以此課稅方式，如(3.4)，得到最佳單位產品含污量將隨稅率增加而減少的結果，符合以此方式解決環境污染的理想。

本文式(4.2)證明，政府所課之污染稅率增加，會促使廠商最佳總利潤降低。其中 $[\pi^*(0) - \pi^*(t)]$ 即為政府行污染稅 τ 與未採行污染稅制(相當於 $t = 0$ 情況)之廠商的最佳總利潤損失，此項損失為生產廠商反應污染付費的結果。另外，由式(4.3)亦可證明，政府決定之污染稅率 t 增加，會促使消費者取得單位產品所付之代價 $[p^* + tw^*(t)]$ 增加。其中， $[(p^*(t) + tw^*(t)) - p^*(0)]$ 即為，政府採行污染稅 t 與未採行污染稅制(相當於 $t = 0$ 情況)之消費者所付出之單位產品代價的差距，此代價差距亦為消費者反應污染者付費的結果。亦即，本文假設之方式來課污染稅，將由生產者及消費者共同分擔環境稅。

五) 參考文獻

1. Albrecht, J. (2006), The use of consumption taxes to re-launch green tax reforms, *International Review of Law and Economics*, 26, 88-103.
2. Amine, L. S. (2003), An integrated micro-and macrolevel dicussion of global green issues : "It isn't easy being green", *Journal of International Management*, 9, 373-393.
3. Bansal, S. and Gangopadhyay, S. (2003), Tax/subsidy policies in the presence of environmentally aware consumers, *Journal of Environmental Economics and Management*, 45, 333-355.
4. Bento, A.M. and Jacobsen, M. (2007), Ricardian rent, environmental policy and the "double-dividend" hypothesis, *Journal of Environmental Economics and Management*, 53, 17-31.
5. Bosquet, B. (2000), Environmental tax reform : do it work? A survey of the empirical evidence, 34, 19-32.
6. Cremer, H. and Thisse, J. F. (1999), On the taxation of polluting products in a differentiated industry, *European Economic Review*, 43, 575-594.
7. Ekins, P. (1999), European environmental taxes and charges : recent experience, issues and trends, *Ecological Economics*, 31, 39-62.
8. Glazyrina, I., Glazyrin, V., Vinnichenko, S. (2006), The polluter pays principle and potential conflicts in society, *Ecological Economics*, 59, 324-330.
9. Glomm, G., Kawaguchi, D., Sepulveda, F. (2008), Green taxes and double dividends in a dynamic economy, *Journal of Policy Modeling*, 30, 19-32.
10. Hatfield-Dodds, S.(2006), The catchment care principle : A principle for environmental policy, with advantages for efficiency and adaptive governance, *Ecological Economics*, 56, 373-385.
11. Nyborg, k., Howarth, R. B., Brekke, K. A. (2006), Green consumers and public policy : On socially contingent moral motivation, *Resource and Energy Economics*, 28, 351-366.
12. Rahman, M. A. and Edwards, A. C. (2004), Electricity : taxes on emission liabilities. An examination of the economic effectiveness of *Polluter Pays Principles*, *Energy Policy*, 32, 221-235.

錄一：

$$\begin{aligned} \frac{d\pi^*(\tau)}{d\tau} &= \left(p^{*\prime}(\tau) + \tau s^{*\prime}(\tau) \right) \cdot N \cdot \int_{p^*(\tau) + \tau s^*(\tau)}^{\infty} f(x) dx \\ &- N \cdot [p^*(\tau) - h(s^*(\tau)) - c] \cdot f(p^*(\tau) + \tau s^*(\tau)) \cdot \left[p^{*\prime}(\tau) + s^*(\tau) + \tau s^{*\prime}(\tau) \right] \text{ 利用(3.8)} \\ &= -N \cdot [p^*(\tau) - h(s^*(\tau)) - c] f(p^*(\tau) + \tau s^*(\tau)) \cdot s^*(\tau) < 0 \end{aligned}$$

錄二：

慮式(3.7)對 t 微分得：

$$\begin{aligned} 0 &= -f(p^*(t) + tw^*(t)) \cdot \left[p^{*\prime}(t) + w^*(t) + tw^{*\prime}(t) \right] \\ &- [p^*(t) - g(w^*(t)) - c] f'(p^*(t) + tw^*(t)) \left[p^{*\prime}(t) + w^*(t) + tw^{*\prime}(t) \right] \\ &- f(p^*(t) + tw^*(t)) \left[p^{*\prime}(t) - g'(w^*(t)) \cdot w^{*\prime}(t) \right] \\ &\quad \text{♯ } g'(w^*(t)) = -t \\ 0 &= -2f(p^*(t) + tw^*(t)) \cdot \left[p^{*\prime}(t) + tw^{*\prime}(t) \right] - f(p^*(t) + tw^*(t)) \cdot w^*(t) \\ &- [p^*(t) - g(w^*(t)) - c] f'(p^*(t) + tw^*(t)) \left[p^{*\prime}(t) + w^*(t) + tw^{*\prime}(t) \right] \\ 0 &= \left\{ -2f(p^*(t) + tw^*(t)) - [p^*(t) - g(w^*(t)) - c] \cdot f'(p^*(t) + tw^*(t)) \right\} \\ &\cdot \left[p^{*\prime}(t) + w^*(t) + tw^{*\prime}(t) \right] + f(p^*(t) + tw^*(t)) w^*(t) \end{aligned}$$

以，

$$\left[p^*(t) + w^*(t) + tw^*(t) \right] = \frac{f(p^*(t) + tw^*(t))w^*(t)}{2f(p^*(t) + tw^*(t)) + [p^*(t) - g(w^*(t)) - c]f'(p^*(t) + tw^*(t))}$$

3.9式可得上式之分母為正，且分子亦為正，因此上式為正。

無研發成果推廣資料

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本文模式在廠商的決策行為討論上，較以往只限於廠商產品價格、數量的設定，更多了單位最適含污量的選擇。而在消費者的設定上，我們更嘗試將消費者對產品的評價以一個機率密度函數的形式來討論，希望以此擴大的模式更清楚了解消費稅制下廠商決策的行為。本文將消費者之行為以對消費者對產品之評價來建構，提供了比之前的經濟學更具體的描述，並且在此方法上，消費者之分配函數除了和市場需求有關之外，並且和廠商之單位利潤也有關係，都可以由市場調查獲得具體的結果。

以後的研究，可由幾個方向作延伸：第一，決定政府課稅的目標及政府的最適稅率之訂定。第二，對於特定形式減污成本函數的探討。第三，消費者評價函數的形式之實証研究。這些都是未來值得再進一步研究的方向。

