環境政策與生產結構*

林奇蓉**、陳佩琳***

摘　要

本文應用一南北國模型探討環境政策差異對北國廠商生產決策的影響。本文假設中間財的生產過程會排放污染。在考量兩國污染稅、生產成本及契約成本下，北國廠商在本國自行生產、南國自行生產、本國外包及南國外包中選擇最有利的中間財生產方式。本文研究結果顯示當不完全契約造成的扭曲效果大時，廠商會偏好自行生產；而當扭曲效果小時，廠商會偏好外包。在北國污染稅高於南國的情況下，當兩國污染稅相對低時，北國廠商會選擇在南國生產；當兩國污染稅相對高時，北國廠商會留在固定成本較低的北國製造。此外，兩國環境政策差異的加大，會提高廠商選擇外包的可能性。本文結果亦爲污染庇護所假說爲何在實證上無法取得明確證據提供了一個理論的解釋。

關鍵詞：外包、FDI、環境政策、污染稅、污染庇護所假說

JEL 分類代號：F12, F13, F18

---

* 作者由衷感謝兩位匿名審查委員惠賜寶貴意見使本文更臻完善，惟文中若有疏漏之處，概由作者負責。

** 國立東華大學經濟學系副教授，本文聯絡作者。電話：(03)8635540，Email: clin@mail.ndhu.edu.tw。

*** 國立東華大學經濟學系碩士。

DOI：10.3966/054696002013120094002

環境政策與生產結構

林奇蓉、陳佩琳

壹、前言

工業革命以來，所得增加與技術進步雖然大幅地改善了人類的生活品質，但商品產量的增加與石化燃料的大量使用也逐漸對自然環境產生影響。過去政府與廠商以追求經濟利益作爲首要目標，忽視經濟活動對環境資源造成的破壞。如今全球暖化、氣候變遷加劇、生物種類銳減以及以污染爲肇因之疾病的增加，都在在顯示了過去未適當管制的污染排放已對整個自然環境、生態系統與人類健康等各層面造成了不小的衝擊。有鑑於環境問題對人類造成的損害有日益嚴重的趨勢，各國也就更積極地對經濟活動進行修正或加以限制。如關稅暨貿易總協定的烏拉圭回合談判與 1992 年的北美自由貿易協定 (North American Free Trade Agreement, NAFTA)，都在經貿合作的內容之外，同時對環境保護的部分也進行討論。而 1992 年於聯合國環境發展會議 (United Nations Conference on Environment and Development, UNCED) 通過的聯合國氣候變化綱要公約 (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)，以及 1997 年通過的京都議定書 (Kyoto Protocol)，更是對全球溫室氣體的排放進行全面性的管制。

根據京都議定書規定，工業國家 2008 年至 2012 年的平均二氧化碳等六種溫室氣體排放量，應比 1990 年減少 5.2%。而對於各國分別需完成的減排目標，京都議定書抱持的是共同但有區別的態度，也就是各國需達成的標準不一[1]。除此之外，京都議定書也不要求開發中國家（如中國、印度）去承擔溫室氣體排放減量的責任，因爲他們並無在工

[1] 如歐盟各國的溫室氣體減量目標爲 –8%，美國爲 –7%，而澳大利亞則爲 8%。

業化時期大量排放溫室氣體，造成現今全球暖化的現象。然而並非所有京都議定書的參與國都同意這項規定[2]。提出爭議的國家認爲開發中國家產生的溫室氣體與日俱增（見圖 1），應該事先加以管制。另一方面，他們也擔心這樣不對等的環境約束會使開發中國家具有競爭優勢，影響已開發國家的經濟發展。

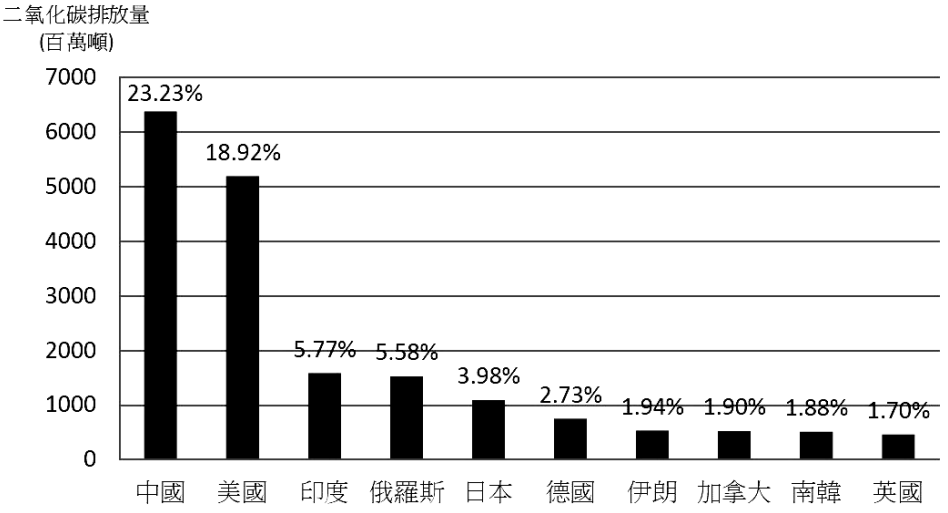


圖 1　2009 年二氧化碳排放量前十名的國家

資料來源：IEA (2011), Key World Energy Statistics 2011。

註：1.圖中百分比代表二氧化碳排放量放佔全球的比例。

2.2009 年台灣二氧化碳排放量排名世界第 23 位，總排放量佔全球 0.91%。

---

[2] 1998 年，美國柯林頓政府象徵性地簽署了京都議定書，但美國國會並不承認其法律效力。2001 年布希政府更公開表示拒絕接受京都議定書所達成的協議，因其質疑減排活動對經濟造成的衝擊過大，但全球暖化的現象卻不會因此獲得明顯地改善。而歐巴馬政府上任後雖多次表明會加強美國因應氣候變遷的政策，但直至今日，美國仍未加入任何類似京都議定書的協議。

在已開發國家環境規範日漸嚴格的同時，全球的貿易壁壘則在貿易自由化的趨勢下穩定下降。環境政策不但常被政府視爲一種策略性政策[3]，亦會影響廠商對生產地點的選擇。在探討貿易自由化及環境之間關係的研究中，污染庇護所假說 (pollution haven hypothesis) 是其中最具爭議且引發廣泛討論的假說。污染庇護所假說認爲污染產業在減少環境規範成本的考量之下，會選擇環境管制相對寬鬆的國家生產。若環境庇護所假說成立，則政府可依此論證綠色平衡稅等貿易干預政策的正當性。而若環境庇護所假說不成立，則貿易自由化對環境的影響，則較有可能爲一良性的影響。因此，不論在國際經濟或環境經濟的領域中，學者大多致力於找出環境庇護所假說不成立的論證依據。

探討污染庇護所假說的文獻大致可分爲兩個方向[4]。若污染庇護所假說成立，當環境規範較嚴格時，污染產業的生產成本會增加，而產量及貿易量均會減少。因此，第一個方向的文獻由觀察貿易流向或產業結構來驗證污染庇護所假說。例如 Robison (1988) 探討美國 78 個產業的污染防制成本增加對美加雙邊貿易量的影響。Tobey (1990) 認爲高污染產業的進出口與環境法規的變動並無顯著的關係。Cole and Elliott (2003) 指出環境管制對污染產業進出口造成的影響並不明顯，但各國管制程度的差異卻會影響一國產業內與產業間貿易的比例。Grether et al. (2006) 認爲過去研究常因資料缺乏而有所偏頗，於是他們以 1986 年至 1988 年 48 個國家進口商品的污染成分含量作爲標的去進行分析，其研究結果支持污染庇護所假說成立。Mukhopadhyay (2006) 的研究也發現泰國有成爲 OECD 國家污染庇護所的現象。而曾美萍與劉錦添 (2008) 同樣指出台灣過去十多年來，產業結構有朝低污染性發展的趨勢。他們的研究發現環境管制程度愈嚴格的產業，由非 OECD

---

[3] 例如 1992 年歐洲國家制訂的「環保紡織標準 100 (Oeko-Tex Standard 100)」及 1995 年頒佈的 ISO14000 系列，就曾被其他紡織品出口國視爲隱蔽性的貿易壁壘。而早年中國及一些開發中國家利用相對寬鬆的環境管制來增加本國廠商成本優勢或吸引外商投資時，也造成所謂生態傾銷 (ecological dumping) 與向底線賽跑 (race to the bottom) 的現象。

[4] 請參照 Taylor (2004)。

國家進口的現象也愈明顯，推論非 OECD 國家已成爲台灣高污染產品的庇護所。

此外，若污染庇護所假說成立，減少貿易壁壘將使高污染產業由環境規範較嚴格的國家移至環境規範較寬鬆的國家。因此，第二個方向的文獻則藉由外人直接投資的變動來驗證污染庇護所假說。Eskeland and Harrison (2003) 探討外人直接投資的金額與投資者母國的環境政策間的相關性。而 Cole and Elliott (2005) 出各國的要素稟賦差異的確會對污染庇護所假說的效果產生影響。接著 Elliott and Shimamoto (2008) 分析了日本 1986 年至 1998 年對外直接投資的資料，同樣無法取得污染庇護所效果存在的明確證據。然而 Kellenberg (2009) 卻從美國 1999 年至 2003 年向外直接投資的資料中發現，美國向外直接投資成長率增加的 20% 中，有 8.6% 是因爲他國環境政策變的相對寬鬆所導致，且受環境政策影響最大的產業並非傳統認爲的重污染部門，而是廠房位置較不受限制的產業。

除了實證研究外，亦有許多學者以理論的方式探討污染庇護所假說。早期如 Pethig (1976)、McGuire (1992) 及 Baumol and Oates (1988) 認爲環境管制較不嚴格的國家，將使其污染產業相對具有競爭力，而「自願」地成爲污染庇護所。Copeland and Taylor (1994) 則率先將環境管制標準設爲南北兩國所得差距的函數，其結果指出有較高所得的北國，將偏好較嚴格的環境管制標準，且生產相對不具污染的產品。Copeland and Taylor (1995a) 及 Copeland and Taylor (1995b) 則延伸 Copeland and Taylor (1994)，分別探討在跨國界污染 (transboundary pollution) 及消費性污染 (consumption generated pollution) 的假設下，污染庇護所假說是否成立。Markusen et al. (1995)、Abe and Zhao (2005)、Kayalica and Lahiri (2005)、Dijkstra (2007) 及 De Santis and Stähler (2009) 則著重於環境政策的策略效果，探討政府環境政策對廠商外人投資決策的影響。

綜觀過去實證文獻，對於污染庇護所假說成立與否，仍然沒有一致的結論。要素秉賦效果、產業群聚效應 (agglomeration effects)、地主國投資環境與跨國資料缺乏等因素，都有可能造成污染庇護所效果存在的證據變得不顯著。而理論的文獻，則多偏重於所得差距或環境政策對外人直接投資的策略效果。然而，除了生產地點的選擇之外，在貿易自由化及生產、運輸技術進步等因素的推波助瀾下，現在廠商可選擇的生產方式較以往

多了許多。藉由將製造過程作更細部的分割，廠商得以將生產流程中對自己比較不利的部分，委託其他廠商生產，外包這種生產方式在近年來相當的盛行。但在污染庇護所假說的文獻中，則鮮少探討環境政策對外包決策的影響。以理論模型的方式完整探討環境政策對廠商投資地點及方式的選擇，亦是促使作者撰寫本文的原因。

一般認爲外包是廠商可以用來降低成本，增加國際競爭力的一種生產方式。因爲中間財廠商具有規模經濟與生產效率較佳的優勢。加上外包可以免除廠商管理監督的責任，使其負擔的固定成本也較自行生產來的輕鬆。因此目前愈來愈多廠商捨棄自行生產，而向其他廠商購買中間財。例如 Feenstra and Hanson (1996) 及 Campa and Goldberg (1997) 的研究均指出，美國、加拿大及英國的中間財購買金額中，進口占的比例有明顯上升的趨勢。雖然 Hanson et al. (2005) 指出對外直接投資 (foreign direct investment, FDI) 的金額也有持續增加，但根據美國經濟分析局 (Bureau of Economic Analysis) 的資料顯示，美國由境外子公司進口中間財的成長率仍不及外包的中間財進口成長率。

外包雖有許多好處，但同時也會產生不完全契約以及搜尋成本等問題。因此即使外包生產的比例逐年增加，仍然不是所有產業都偏好這種生產方式。甚至是同個產業不同區域，廠商對生產方式的偏好都有可能不同。目前已有許多文獻探討產業特性與生產方式之間的關係。例如 Grossman and Helpman (2002) 在單一生產要素且廠商生產力相同的情況下，考慮市場競爭程度與中間財客製化程度對廠商生產決策的影響。Antràs (2003) 延伸 Grossman and Helpman (2002) 的模型，設定垂直整合也會面對不完全契約的問題。該文將生產要素分爲兩種，一種只有最終財廠商可以提供，另一種則最終財及中間財廠商都可生產。該文發現在這樣的模型下，生產部門的要素使用密集度成爲影響廠商決策的主要因素。Antràs and Helpman (2004) 再加入同部門存在異質商品的設定，進一步分析部門生產力、要素使用密集度與其他產業特性對廠商決策的影響。Antràs (2005) 則利用一般均衡的動態模型，分析商品生命週期、不完全契約與生產決策之間的關係。Liu et al. (2011) 則在考慮技術轉移成本和組織成本下，探討對外投資廠商的生產力和產業發展程度間的關係。該文指出，隨著產業發展趨於成熟，高生產力的廠商反而會選擇委外生產，

而低生產力的廠商則選擇對外投資。

綜合以上所述，目前廠商在選擇生產地點與方式時，所面臨的環境與條件已與過往大不相同。然而，既有文獻在探討影響廠商對生產方式的選擇時，較少考慮環境政策的影響力。而探討環境政策與貿易相關的研究，則多從國家政策以及社會福利的角度思考，分析廠商生產方式的文獻相對稀少。本文的模型便以自行生產與外包作爲廠商可選擇的兩種中間財取得方法，並依照生產地點的不同，區分爲在本國自行生產、在外國自行生產、在本國外包與在外國外包四種選擇。本文除了探討環境政策如何影響廠商的投資地點外，也希望瞭解當中間財的污染稅成本夠大時，廠商是否會傾向於將中間財外包？因此在本文的模型中，廠商將同時考慮固定成本、污染稅與外包的不完全契約等因素，在以上四種生產方式中選擇對本身最有利的生產決策。本文除了探討污染稅的大小與固定成本差異對廠商生產決策的影響之外，亦分析國家間環境政策差異對廠商生產方式的影響。本文之結構如下：除本節爲前言外，第貳節爲理論模型，第參節爲廠商最適生產決策，而最後一節則爲結論。

貳、理論模型

一、模型設定

本文參考 Antràs and Helpman (2004) 及 Antràs (2005)，假設世界上有北國 (the North) 與南國 (the South) 兩個國家，消費者的偏好一致，商品 y 的單一生產者面對下列固定彈性需求函數：

$$y = \lambda p^{\frac{-1}{1-\alpha}},\ 0 < \alpha < 1 \tag{1}$$

其中 p 爲商品 y 的價格，而生產者將參數 λ 視爲外生給定，$\lambda > 0$。商品 y 的生產過程需要 x_h 與 x_l 兩種要素投入。前者代表高技術的生產要素，如設計、研發或精密度較高的生產流程。後者則代表低技術的要素投入，如製造與組裝等等。商品 y 的生產函數表示如下：

$$y = (\frac{x_h}{1-z})^{1-z}(\frac{x_l}{z})^{z}, \quad 0 \le z \le 1 \tag{2}$$

本文假設南國生產 x_h 的效率遠不及北國的廠商，因此 x_h 只會在北國生產，其邊際生產成本爲 w_h，而低技術的 x_l 則是兩國廠商皆可製造。爲了探討污染稅成本是否會讓廠商偏好將污染性較高的生產要素外包，本文假設 x_l 的製造過程會產生污染，且兩國政府皆對生產 x_l 的廠商課徵污染稅[5]。爲了將重點放在兩國污染稅差異對廠商生產決策帶來的影響，假設在兩國製造 x_l 之邊際成本爲零，而南國政府對生產 x_l 的廠商課徵的污染稅爲每單位 t 元，北國政府課徵的污染稅則爲每單位 ηt 元。參數 η 可用來衡量南北兩國的污染稅差距。$\eta > 1$ 表示北國的環境政策較南國嚴格，污染稅較高；$\eta = 1$ 代表兩國污染稅相等；$0 < \eta < 1$ 則是北國環境政策較南國寬鬆，其污染稅低於南國的情況。

現在市場上存在兩種生產者，分別生產 x_h 與 x_l。本文假設只有北國生產 x_h 的廠商可以進一步取得 x_l 並製成最終財 y，我們將此廠商稱爲最終財廠商，而僅提供 x_l 的廠商則稱爲中間財廠商。在進行任何投資之前，最終財廠商必須決定中間財的取得方式。本文考慮下列四種 x_l 的生產方法：最終財廠商在北國自行生產、最終財廠商在南國自行生產、

[5] 根據許義忠與徐偉初 (2005)，目前世界各國主要的環境政策主要有行政管制、補貼、對污染物課稅或收費、污染排放權交易、責任保險以及防污保證金制度等六種。其中課徵污染稅或收費，因爲符合排放者付費的原則，且能夠提供經濟誘因與增加財政收入，所以成爲各國普遍使用的環境保護措施之一。

外包北國中間財廠商或外包南國中間財廠商。若選擇外包，最終財廠商會向合作的中間財廠商收取（或給付）一筆確定合作關係的費用 T，此費用的目的在於確保最終財廠商可以最低的成本向中間財廠商取得 x_l。假設市場上存在許多一致的中間財廠商，而這些中間財廠商的競爭會使最終財廠商得以將 T 設定在令中間財廠商損益兩平的水準。

除了上述的費用 T 之外，依據 x_l 取得方式的不同，最終財廠商需要負擔的固定成本也不同。若選擇自行生產，需負擔管理、監督、記帳、倉儲等固定成本。若選擇外包，則搜尋合作廠商、簽訂契約等因素，同樣也會造成固定成本的支出。本文以 F_k^i 代表不同生產方式的固定成本，$i \in \{N, S\}$ 爲生產地點，分別爲北國、南國；$k \in \{v, o\}$ 爲生產方式，分別代表自行生產與外包。本文假設不論生產地點爲何，自行生產的固定成本都會高於外包，也就是 $F_v^i > F_o^i$ [6]。而不論生產方式爲何，在外國生產的固定成本也會高於在本國生產，也就是 $F_k^S > F_k^N$。綜合以上假設，本文將固定成本的大小排序如下：

$$F_v^S > F_o^S > F_v^N > F_o^N \tag{3}$$

這四種中間財的取得方式各有其優缺點。以生產地點來看，在南國生產的固定成本較高，但其污染稅通常較低。而從生產方式來看，外包雖然可以免除管理上的麻煩，卻會產生不完全契約的問題。當最終財廠商選擇外包時，其與合作的中間財廠商並不能事先針對中間財的交易價格簽訂契約。因爲一旦先行約定了交易價格，中間財廠商就有動機偷工減料，以較低的成本生產品質不合標準的 x_l 供最終財廠商使用。假設不合標準的 x_l 對 y 的產出毫無幫助，且 x_l 的品質無法由第三方團體進行驗證，所以雙方也無法事先在

[6] 本文沿用 Antràs and Helpman (2004) 的設定，假設廠商選擇自行生產後，即使規模經濟可稍微降低管理成本的支出，但額外增加的管理責任還是使自行生產的固定成本大於外包。

合約上對 x_l 的品質進行要求[7]。爲了避免以上的問題，最終財與中間財廠商並不事先對中間財的交易價格簽訂契約，而是在 x_l 生產完成後，才對最終財的銷售收入分配進行議價。本文假設中間財廠商可分得的銷售收入比例爲 β ，最終財廠商可分得的比例爲 $(1-\beta)$ ，$\beta \in (0,1)$[8]。本文假設中間財 x_l 爲百分之百訂製，如果最終財與中間財廠商無法對收益分配達成協議，則兩者分得的銷貨收入都會是零。

二、廠商利潤

最終財廠商在考慮不同情況下的獲利能力與固定成本支出來決定 x_l 的最適取得方式。本文將分別探討四種生產方式之下的廠商利潤函數。

(一)選擇在北國或南國自行生產

當最終財廠商選擇自行生產 x_l ，它不需處理不完全契約以及銷售收入分配的問題。結合 (1) 及 (2) 式，在北國自行生產 x_l 的最終財廠商會選擇極大化目標函數爲 $\pi_v^N = py - w_h x_h - \eta t x_l - F_v^N$ 的 x_h 與 x_l 生產，其中 $py = \lambda^{1-\alpha} z^{-\alpha z} (1-z)^{-\alpha(1-z)} x_h^{\alpha(1-z)} x_l^{\alpha z}$ 。

[7] 相對於傳統由規模經濟或交易成本爲出發點的文獻 (如 Helpman, 1984; Markusen, 1984; Ethier and Markusen, 1996)，本文承襲了所有權理論 (the property right theory) 的精神，強調不完全契約對廠商邊界的影響（如 Grossman and Hart, 1986; Hart and Moore, 1990; Grossman and Helpman, 2002; Antràs, 2003; Antràs and Helpman, 2004; Antràs, 2005）。

[8] 本文參照 Grossman and Helpman (2002)，將垂直廠商的契約成本設爲零，僅著重於探討外包廠商所面對的不完全契約問題。

由此我們可以得知，當最終財廠商在北國自行生產中間財時，利潤極大化的最終財價格如下：

$$p_v^N = \frac{\eta^z t^z w_h^{1-z}}{\alpha} \tag{4}$$

$$p_v^N \geq \eta^{\frac{z}{1-\alpha z}} t^{\frac{z}{1-\alpha z}} w_h^{1-z} (1 - z + z\eta^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha z}} t^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha z}})$$

因爲最終財廠商面對的是固定彈性的需求函數，所以利潤極大下的最終財價格會是邊際成本加成。而爲了使廠商願意繼續生產，最終財的價格必須大於等於平均變動成本。此時的利潤函數爲：

$$\pi_v^N = (1-\alpha)\lambda \eta^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} t^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} (\frac{w_h^{1-z}}{\alpha})^{\frac{-\alpha}{1-\alpha}} - F_v^N \tag{5}$$

同理，在南國自行生產中間財的廠商目標函數爲 $\pi_v^S = py - w_h x_h - tx_l - F_v^S$ 。其目標函數與在北國自行生產不同之處，在於生產 x_l 時需承擔的污染稅成本不同，以及固定成本的差異。我們可進一步求出最終財價格及利潤函數如下：

$$p_v^S = \frac{t^z w_h^{1-z}}{\alpha} \tag{6}$$

$$p_v^S \geq t^{\frac{z}{1-\alpha z}} w_h^{1-z} (1 - z + z t^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha z}})$$

$$\pi_v^S = (1-\alpha)\lambda t^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} (\frac{w_h^{1-z}}{\alpha})^{\frac{-\alpha}{1-\alpha}} - F_v^S \tag{7}$$

(二)選擇外包北國或南國中間財廠商

當最終財廠商選擇將中間財外包時，由於兩合作廠商無法事先簽訂契約，所以雙方會各自選擇令本身利潤極大的產量生產。最終財廠商會選擇極大化 $(1-\beta)py - w_h x_h$ 的 x_h 生產，而其合作對象若為北國的中間財廠商，則北國中間財廠商的目標函數為 $\beta py - \eta t x_l$；若合作的是南國的中間財廠商，則南國中間財廠商的目標函數為 $\beta py - t x_l$。我們可得出當最終財廠商選擇將 x_l 外包北國中間財廠商時，利潤極大下的最終財價格為：

$$p_o^N = \frac{\eta^z t^z w_h^{1-z}}{\alpha \beta^z (1-\beta)^{1-z}} \tag{8}$$

$$p_o^N \geq \beta^{\frac{-z}{1-\alpha z}} (1-\beta)^z \eta^{\frac{z}{1-\alpha z}} t^{\frac{z}{1-\alpha z}} w_h^{1-z} \left[1 - z + \beta^{\frac{1}{1-\alpha z}} (1-\beta)^{-1} z \eta^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha z}} t^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha z}} \right]$$

由於最終財廠商會將 T 設定在令中間財廠商利潤為零的水準，這也隱含了將中間財外包北國廠商的利潤為 $\pi_o^N = py - w_h x_h - \eta t x_l - F_o^N$。接著將前面求得的 x_h、x_l 代入利潤函數中，可得將中間財外包北國廠商的極大化利潤為：

$$\pi_o^N = A \lambda \eta^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} t^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} \left[\frac{w_h^{1-z}}{\alpha \beta^z (1-\beta)^{1-z}} \right]^{\frac{-\alpha}{1-\alpha}} - F_o^N \tag{9}$$

其中 $A = 1 - \alpha[(1-\beta)(1-z) + \beta z]$。

同理，當最終財廠商選擇將 x_l 外包南國中間財廠商時，其利潤為 $\pi_o^S = py - w_h x_h - t x_l - F_o^S$。此時的最終財價格及利潤函數如下：

$$p_o^S = \frac{t^z w_h^{1-z}}{\alpha\beta^z(1-\beta)^{1-z}} \tag{10}$$

$$p_o^S \geq \beta^{\frac{-z}{1-\alpha z}}(1-\beta)^z t^{\frac{z}{1-\alpha z}} w_h^{1-z}\left[1-z+\beta^{\frac{1}{1-\alpha z}}(1-\beta)^{-1} z t^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha z}}\right]$$

$$\pi_o^S = A\lambda t^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}\left[\frac{w_h^{1-z}}{\alpha\beta^z(1-\beta)^{1-z}}\right]^{\frac{-\alpha}{1-\alpha}} - F_o^S \tag{11}$$

我們將四種生產方式的最終財價格及要素產出分別整理成表 1 及表 2。我們發現，在相同的生產地點，不同生產方式之下的最終財價格會有所差異。當最終財廠商選擇外包時，由於與合作廠商的契約存在不確定性，會使得最終財與中間財廠商都投資在低於最適的水準。此時均衡的 x_h 與 x_l 產量皆會較自行生產中間財時低，而最終財價格則較自行生產時高。其中兩種生產方式的最終財價格差異 $[\beta^z(1-\beta)^{1-z}]^{-1}$ 可用來代表不完全契約造成的扭曲效果，當 $[\beta^z(1-\beta)^{1-z}]^{-1}$ 愈大，不完全契約造成的影響愈大，反之則影響愈小。

表 1　四種生產方式的最終財價格

	北　國	南　國
自行生產	$p_v^N = \dfrac{\eta^z t^z w_h^{1-z}}{\alpha}$	$p_v^S = \dfrac{t^z w_h^{1-z}}{\alpha}$
外包	$p_o^N = \dfrac{\eta^z t^z w_h^{1-z}}{\alpha\beta^z(1-\beta)^{1-z}}$	$p_o^S = \dfrac{t^z w_h^{1-z}}{\alpha\beta^z(1-\beta)^{1-z}}$

資料來源：本研究整理。

表 2　四種生產方式的要素產出

在北國自行生產	$x_h^* = \alpha^{\frac{1}{1-\alpha}} \lambda(1-z)\eta^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} t^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} w_h^{\frac{\alpha z-1}{1-\alpha}}$
	$x_l^* = \alpha^{\frac{1}{1-\alpha}} \lambda z\eta^{\frac{1-\alpha+\alpha z-\alpha^2 z^2}{(1-\alpha)(\alpha z-1)}} t^{\frac{1-\alpha+\alpha z-\alpha^2 z^2}{(1-\alpha)(\alpha z-1)}} w_h^{\frac{\alpha z-\alpha}{1-\alpha}}$
在北國外包	$x_h^* = \alpha^{\frac{1}{1-\alpha}} \beta^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}} (1-\beta)^{\frac{1-\alpha z}{1-\alpha}} \lambda(1-z)\eta^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} t^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} w_h^{\frac{\alpha z-1}{1-\alpha}}$
	$x_l^* = \alpha^{\frac{1}{1-\alpha}} \beta^{\frac{-(1-\alpha+\alpha z-\alpha^2 z^2)}{(1-\alpha)(\alpha z-1)}} (1-\beta)^{\frac{-(\alpha z-\alpha)}{1-\alpha}} \lambda z\eta^{\frac{1-\alpha+\alpha z-\alpha^2 z^2}{(1-\alpha)(\alpha z-1)}} t^{\frac{1-\alpha+\alpha z-\alpha^2 z^2}{(1-\alpha)(\alpha z-1)}} w_h^{\frac{\alpha z-\alpha}{1-\alpha}}$
在南國自行生產	$x_h^* = \alpha^{\frac{1}{1-\alpha}} \lambda(1-z) t^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} w_h^{\frac{\alpha z-1}{1-\alpha}}$
	$x_l^* = \alpha^{\frac{1}{1-\alpha}} \lambda z t^{\frac{1-\alpha+\alpha z-\alpha^2 z^2}{(1-\alpha)(\alpha z-1)}} w_h^{\frac{\alpha z-\alpha}{1-\alpha}}$
在南國外包	$x_h^* = \alpha^{\frac{1}{1-\alpha}} \beta^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}} (1-\beta)^{\frac{1-\alpha z}{1-\alpha}} \lambda(1-z) t^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} w_h^{\frac{\alpha z-1}{1-\alpha}}$
	$x_l^* = \alpha^{\frac{1}{1-\alpha}} \beta^{\frac{-(1-\alpha+\alpha z-\alpha^2 z^2)}{(1-\alpha)(\alpha z-1)}} (1-\beta)^{\frac{-(\alpha z-\alpha)}{1-\alpha}} \lambda z t^{\frac{1-\alpha+\alpha z-\alpha^2 z^2}{(1-\alpha)(\alpha z-1)}} w_h^{\frac{\alpha z-\alpha}{1-\alpha}}$

資料來源：本研究整理。

註：*當生產地點相同，外包的要素產出均比自行生產時來的低。由於生產一單位 x_l 會產生一單位污染，若北國政府僅以降低國內污染量爲考量，則可利用污染稅，促使廠商外移至南國生產，或在北國製造時以外包代替自行生產。

參、廠商最適生產決策

在求出四種生產方式的利潤函數之後，我們得以結合 (3) 式來比較不同污染稅之下的廠商最適生產決策。首先將 (5)、(7)、(9) 式及 (11) 式對 $t^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}$ 微分，得出利潤函數的

斜率如下：

$$\pi_{v\ slope}^{N} = (1-\alpha)\lambda\eta^{\frac{1-\alpha z}{1-\alpha}}(\frac{w_h^{\ 1-z}}{\alpha})^{\frac{-\alpha}{1-\alpha}} \tag{12}$$

$$\pi_{v\ slope}^{S} = (1-\alpha)\lambda(\frac{w_h^{\ 1-z}}{\alpha})^{\frac{-\alpha}{1-\alpha}} \tag{13}$$

$$\pi_{o\ slope}^{N} = A\lambda\eta^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}\left[\frac{w_h^{\ 1-z}}{\alpha\beta^z(1-\beta)^{1-z}}\right]^{\frac{-\alpha}{1-\alpha}} \tag{14}$$

$$\pi_{o\ slope}^{S} = A\lambda\left[\frac{w_h^{\ 1-z}}{\alpha\beta^z(1-\beta)^{1-z}}\right]^{\frac{-\alpha}{1-\alpha}} \tag{15}$$

利潤函數的斜率可用來觀察四種生產方式的獲利能力。當 $\eta > 1$，由 (12) 式及 (13) 式與 (14) 式及 (15) 式，可知 $\pi_{v\ slope}^{S} > \pi_{v\ slope}^{N}$、$\pi_{o\ slope}^{S} > \pi_{o\ slope}^{N}$。因爲南國的污染稅較低，所以在不考慮固定成本的情況下，不論採用何種生產方式，在南國生產的利潤都會大於在北國生產。反之，當 $\eta < 1$，則 $\pi_{v\ slope}^{N} > \pi_{v\ slope}^{S}$、$\pi_{o\ slope}^{N} > \pi_{o\ slope}^{S}$，在北國生產的獲利能力較高。以下將分別討論在不同情況下之廠商最適生產方式。

一、北國污染稅高於南國

現實社會裡，各國環境政策存在差異是非常普遍的情形。一般而言，已開發國家整體的環境法規制度通常比較完善，且其人民環保意識較高，對環境品質的注重使污染對他們造成的效用減損也較多。因此，已開發國家政府偏好制訂較嚴格的環境保護標準。而開發中國家則比較容易犧牲環境資源來換取經濟上的發展。藉由制訂寬鬆的環境政策可以吸引外商投資，帶來所得成長、就業增加與技術轉移等好處。同時本國廠商負擔的

環境成本壓力也較小，可以增加廠商在國際上的競爭力。因此已開發國家的環境管制高於開發中國家是比較常見的情況。接下來本文將探討北國污染稅高於南國時，污染稅的大小與兩國污染稅的差異會對廠商最適生產決策造成怎樣的影響。

(一)不完全契約的扭曲效果大

圖 2 代表的是不完全契約造成的扭曲效果$\left[\beta^{z}(1-\beta)^{1-z}\right]^{-1}$大，且北國污染稅稍微高於南國的情況。其中：

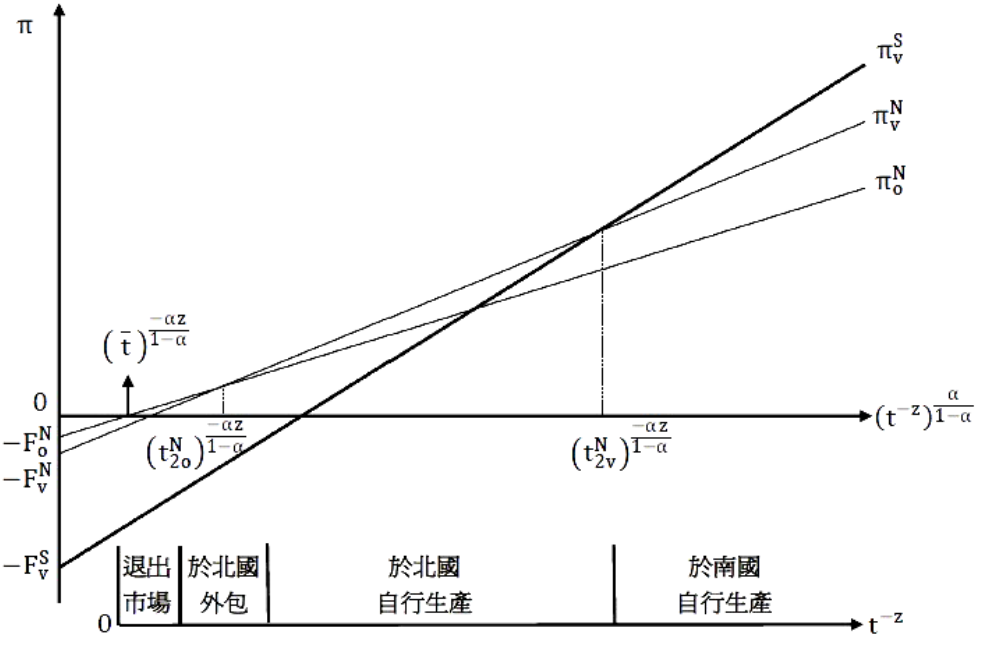


圖 2　$\left[\beta^{z}(1-\beta)^{1-z}\right]^{\frac{-\alpha}{1-\alpha}} > \dfrac{A}{1-\alpha}$ 且 $1<\eta\le\eta^{*}$

$$\eta^{*}=(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha z}}A^{\frac{-(1-\alpha)}{\alpha z}}\beta^{-1}(1-\beta)^{\frac{-(1-z)}{z}}$$

從圖 2 可知，此時廠商最適生產決策依南國污染稅高到低依序爲：外包北國中間財廠商、在北國自行生產、在南國自行生產。當兩國污染稅皆在相對低的水準時，由於廠商負擔的環境成本壓力較小，所以比較有能力去承擔在南國生產較高的固定成本支出。若不完全契約造成的扭曲效果大，廠商會以自行生產做爲優先考量，其次才會考慮外包這種生產方式。隨著污染稅的增加，廠商負擔的環境成本壓力也就愈大，此時廠商只好選擇在固定成本較低的北國製造，分別考慮在北國自行生產與外包北國中間財廠商這兩種生產方式。而當污染稅高於 $\bar{t}$ 廠商就會因爲利潤小於零而退出市場。圖 2 的各個 t 值分別爲：

$$(\bar{t})^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}=\frac{F_o^N}{A\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}\lambda\eta^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}w_h^{\frac{-\alpha(1-z)}{1-\alpha}}\beta^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}}(1-\beta)^{\frac{\alpha(1-z)}{1-\alpha}}}$$

$$(t_{2o}^N)^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}=\frac{F_v^N-F_o^N}{\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}\lambda\eta^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}w_h^{\frac{-\alpha(1-z)}{1-\alpha}}\left[1-\alpha-A\beta^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}}(1-\beta)^{\frac{\alpha(1-z)}{1-\alpha}}\right]}$$

$$(t_{2v}^N)^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}=\frac{F_v^S-F_v^N}{\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}(1-\alpha)\lambda w_h^{\frac{-\alpha(1-z)}{1-\alpha}}(1-\eta^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}})}$$

由 $(t_{2v}^N)^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}>(t_{2o}^N)^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}$ 與 $(t_{2o}^N)^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}>(\bar{t})^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}$，可知圖 2 的圖形同時滿足下列兩個固定成本相對比例的條件：

$$\frac{F_v^S - F_v^N}{F_v^N - F_o^N} > \frac{(1-\alpha)(-\eta^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}})}{\eta^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}\left[1-\alpha - A\beta^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}}(1-\beta)^{\frac{\alpha(1-z)}{1-\alpha}}\right]} \tag{16}$$

$$\frac{F_v^N - F_o^N}{F_o^N} > \frac{(1-\alpha)}{A\beta^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}}(1-\beta)^{\frac{\alpha(1-z)}{1-\alpha}}} - 1 \tag{17}$$

若 (16) 式成立，廠商才有可能選擇在北國自行生產中間財；而 (17) 式成立時，廠商才會考慮將中間財外包北國廠商；若兩個條件都不成立，則廠商會考慮的生產方式就只有在南國自行生產。上述的條件表示不同生產方式之間的固定成本差距也會影響到廠商的生產決策。以第一個條件爲例。在 F_v^N 不變的情況下，F_v^S 或 F_o^N 愈大，廠商就愈有可能選擇在北國自行生產中間財。而其他條件不變，但 F_v^N 變小的時候，同樣也會增加廠商在北國自行生產的機率。

圖 3 代表的是不完全契約的扭曲效果大，且北國污染稅高出南國較多的情況。其中：

$$\eta^{**} = \left\{\frac{\left[1-\alpha - A\beta^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}}(1-\beta)^{\frac{\alpha(1-z)}{1-\alpha}}\right](F_o^S - F_v^N) + (1-\alpha)(F_v^N - F_o^N)}{A\beta^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}}(1-\beta)^{\frac{\alpha(1-z)}{1-\alpha}})(F_v^N - F_o^N)}\right\}^{\frac{1-\alpha}{\alpha z}}$$

$$(\bar{t})^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} = \frac{F_o^N}{A\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}\lambda\eta^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}w_h^{\frac{-\alpha(1-z)}{1-\alpha}}\beta^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}}(1-\beta)^{\frac{\alpha(1-z)}{1-\alpha}}}$$

$$(t_{3o}^N)^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} = \frac{F_v^N - F_o^N}{\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}\lambda\eta^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}w_h^{\frac{-\alpha(1-z)}{1-\alpha}}\left[1-\alpha - A\beta^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}}(1-\beta)^{\frac{\alpha(1-z)}{1-\alpha}}\right]}$$

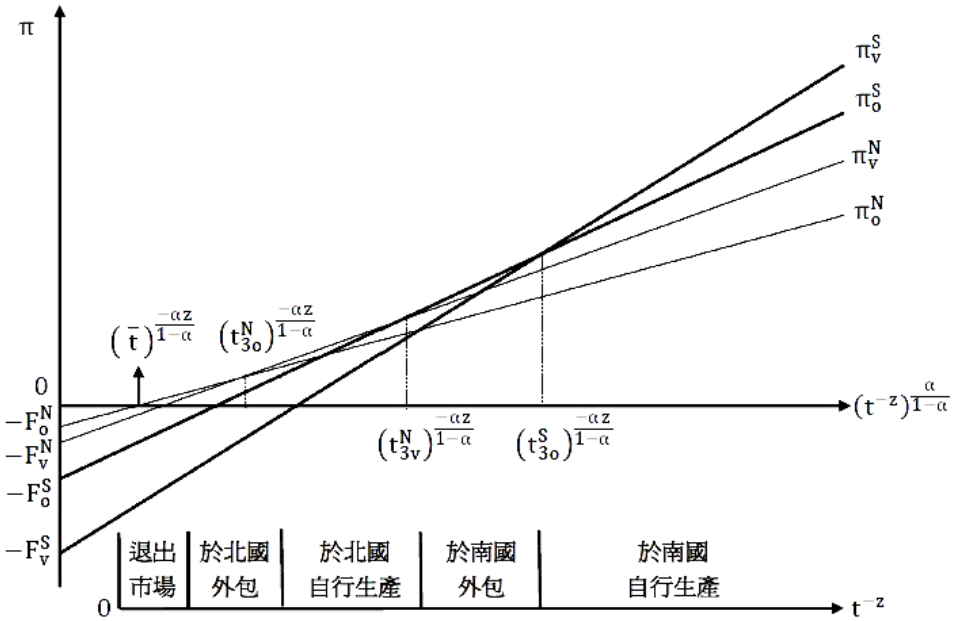


圖 3 $[\beta^z(1-\beta)^{1-z}]^{\frac{-\alpha}{1-\alpha}} > \frac{A}{1-\alpha}$ 且 $\eta^* < \eta < \eta^{**}$

$$(t_{3v}^N)^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} = \frac{F_o^S - F_v^N}{\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \lambda w_h^{\frac{-\alpha(1-z)}{1-\alpha}} \left[A\beta^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}} (1-\beta)^{\frac{\alpha(1-z)}{1-\alpha}} - (1-\alpha)\eta^{\frac{-\alpha \backslash z)}{1-\alpha}} \right]}$$

$$(t_{3o}^N)^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} = \frac{F_v^S - F_o^S}{\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \lambda w_h^{\frac{-\alpha(1-z)}{1-\alpha}} \left[1-\alpha - A\beta^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}} (1-\beta)^{\frac{\alpha(1-z)}{1-\alpha}} \right]}$$

由於兩國的污染稅差距會影響廠商在北國生產時的獲利能力，將 (12) 及 (14) 式對 η 微分，可得：

$$\frac{\partial \pi_{v\ slope}^{N}}{\partial \eta} = -\alpha z \lambda \eta^{\frac{\alpha-\alpha z-1}{1-\alpha}} (\frac{w_h^{1-z}}{\alpha})^{\frac{-\alpha}{1-\alpha}} \tag{18}$$

$$\frac{\partial \pi_{o\ slope}^{N}}{\partial \eta} = (\frac{-\alpha z}{1-\alpha}) - A\lambda \eta^{\frac{\alpha-\alpha z-1}{1-\alpha}} \left[\frac{w_h^{1-z}}{\alpha \beta^z (1-\beta)^{1-z}} \right]^{\frac{-\alpha}{1-\alpha}} \tag{19}$$

因爲 (18) 及 (19) 式皆小於 0，所以隨著η的增加，π_v^N 與 π_o^N 的圖形會變得愈來愈平坦，進而影響到廠商的生產決策。當$\eta^* < \eta < \eta^{**}$的時候，廠商的生產決策會由圖 2 轉變爲圖 3，此時廠商最適生產決策依污染稅高低依序爲：外包北國中間財廠商、在北國自行生產、外包南國中間財廠商、在南國自行生產這四種。圖 3 的圖形與圖 2 類似，但廠商會考慮的生產方式多了在南國外包這個選項。這是因爲在南國生產的污染稅成本相對降低之後，增加了廠商選擇南國作爲生產地點的可能。此外在不完全契約的扭曲效果大的時候，(18) 式會大於 (19) 式，表示當北國的污染稅增加，在北國自行生產中間財的利潤下降幅度會大於在北國外包。

令 $\tau_o^N = (t_{3o}^N)^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} - (\bar{t})^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}$ 、 $\tau_v^N = (t_{3v}^N)^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} - (t_{3o}^N)^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}$ 、 $\tau_o^S = (t_{3o}^S)^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} - (t_{3v}^N)^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}$ 皆大於零，分別代表廠商選擇在北國外包、在北國自行生產、在南國外包作爲最適生產決策所對應的污染稅範圍。因爲：

$$\frac{\partial (t_{3o}^S)^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}}{\partial \eta} = 0 \text{ ， } \frac{\partial \tau_o^S}{\partial \eta} > 0 \text{ ， } \frac{\partial \tau_v^N}{\partial \eta} < 0 \text{ ， } \frac{\partial \tau_o^N}{\partial \eta} > 0$$

所以我們知道在圖 3 的情況下，當北國的污染稅加重，廠商選擇在北國或南國外包的機會也會跟著增加，而在北國自行生產的方式則因爲利潤受污染稅影響較大，且在北國生產的環境成本上升，所以廠商減少了選擇這種生產方式的可能。整體而言，在北國污染稅上升之後，雖然在北國外包的可能性會增加，但廠商選擇在北國生產的機率是減

少的，而在南國生產的機會則因污染稅的優勢而有所提升[9]。此外由 $(t_{3o}^{S})^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} > (t_{3v}^{N})^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}$ 、$(t_{3v}^{N})^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} > (t_{3o}^{N})^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}$ 與 $(t_{3o}^{N})^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} > (\bar{t})^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}$ 我們可知圖 3 同時也滿足下列固定成本相對比例的條件：

$$\frac{F_v^S - F_o^S}{F_o^S - F_v^N} > \frac{1-\alpha - A\beta^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}}(1-\beta)^{\frac{\alpha(1-z)}{1-\alpha}}}{A\beta^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}}(1-\beta)^{\frac{\alpha(1-z)}{1-\alpha}} - (1-\alpha)\eta^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}} \tag{20}$$

$$\frac{F_o^S - F_v^S}{F_v^S - F_o^N} > \frac{A\beta^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}}(1-\beta)^{\frac{\alpha(1-z)}{1-\alpha}} - (1-\alpha)\eta^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}}{\eta^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}\left[(1-\alpha) - A\beta^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}}(1-\beta)^{\frac{\alpha(1-z)}{1-\alpha}}\right]} \tag{21}$$

$$\frac{F_v^N - F_o^N}{F_o^N} > \frac{1-\alpha}{A\beta^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}}(1-\beta)^{\frac{\alpha(1-z)}{1-\alpha}}} - 1 \tag{22}$$

當上述條件成立時，廠商才會考慮外包南國中間財廠商、在北國自行生產與外包北國中間財廠商這幾種生產方式。

若兩國環境政策差異持續加大，則廠商最適生產決策會由圖 3 再轉變爲圖 4 及圖 5。

---

[9] 我們亦可將利潤函數斜率 (12)-(15) 式對 λ 及 w_h 取一階微分。結果發現 λ 增加或 w_h 減少均會使四種生產方式的獲利能力提升，利潤函數圖形變陡峭。其中尤以在南國自行生產上升幅度最大，其次爲在南國外包、在北國自行生產、在北國外包。由此我們可推出 λ 增加或 w_h 減少提高北國廠商在南國生產的可能性。

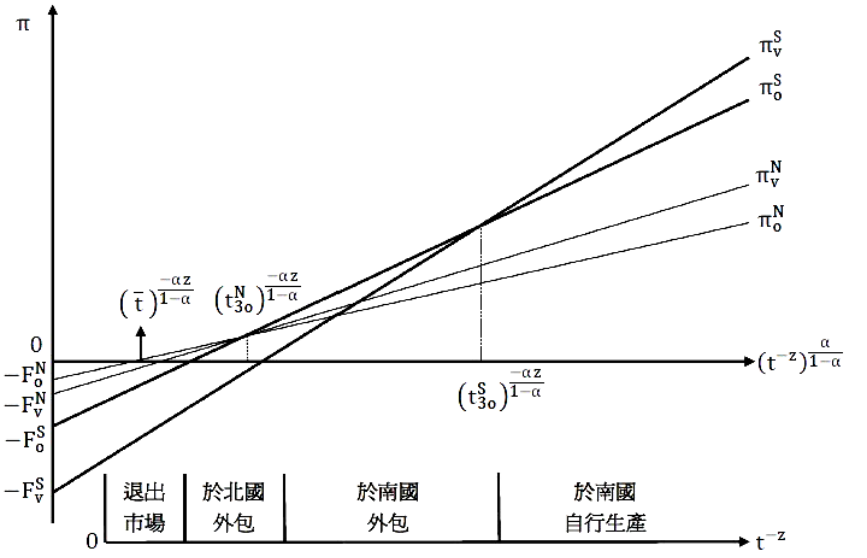


圖 4　$[\beta^z(1-\beta)^{1-z}]^{\frac{-\alpha}{1-\alpha}} > \dfrac{A}{1-\alpha}$ 且 $\eta^{**} \le \eta < \bar{\eta}$

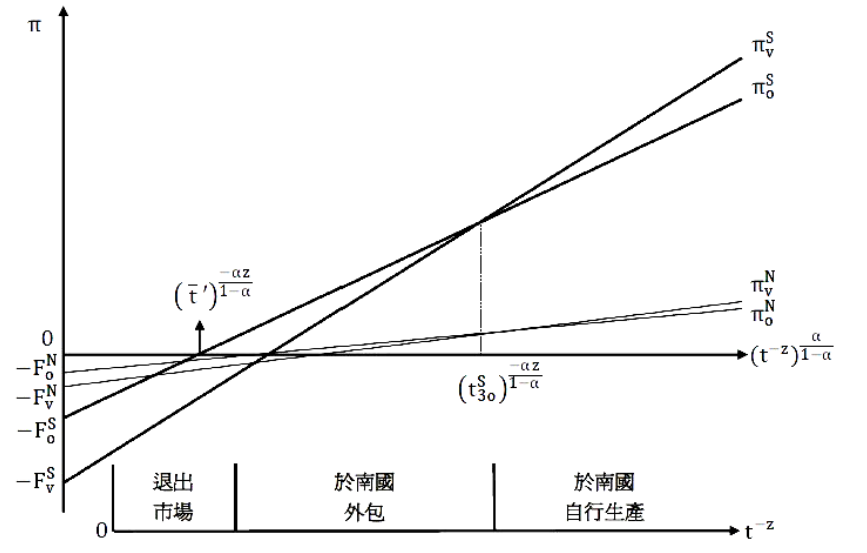


圖 5　$[\beta^z(1-\beta)^{1-z}]^{\frac{-\alpha}{1-\alpha}} > \dfrac{A}{1-\alpha}$ 且 $\eta \ge \bar{\eta}$

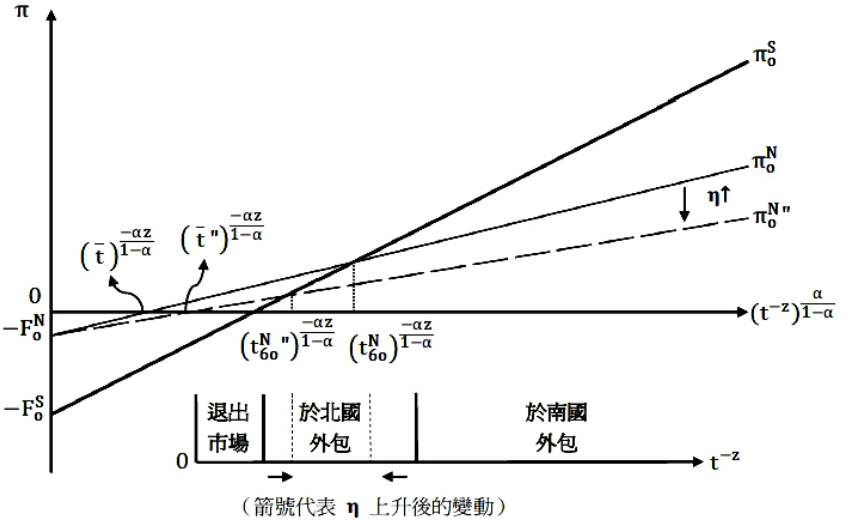


圖 6 $[\beta^z(1-\beta)^{1-z}]^{\frac{-\alpha}{1-\alpha}} > \frac{A}{1-\alpha}$

圖 4 及圖 5 分別代表不完全契約的扭曲效果大，且北國污染稅超過南國許多及非常多的情況。其中：

$$\bar{\eta} = \left(\frac{F_o^S}{F_o^N}\right)^{\frac{1-\alpha}{\alpha z}}$$

當北國污染稅超出南國許多，廠商將不再選擇於北國自行生產。並且隨著 η 的增加，τ_o^N 也會跟著下降，表示廠商減少了在北國外包的可能。而北國污染稅超出南國非常多的時候，廠商的最適生產決策就只會剩下在南國外包與在南國自行生產這兩種，因爲北國的污染稅成本實在太高，所以廠商不再選擇北國作爲生產地點。而圖 5 使廠商退出市場的污染稅也跟著下降，新的污染稅臨界值如下：

$$(\bar{t}')^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} = \frac{F_o^S}{A\alpha^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}}\lambda w_h^{\frac{-\alpha(1-z)}{1-\alpha}}\beta^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}}(1-\beta)^{\frac{\alpha(1-z)}{1-\alpha}}}$$

(二)不完全契約的扭曲效果小

前面的圖形皆是討論不完全契約的扭曲效果大的情況，然而當這樣的扭曲效果有所改變時，廠商最適的生產決策也會跟著變動。圖 6 就是代表不完全契約的扭曲效果較小的情形。此時我們可以發現，廠商只會考慮外包這種生產方式，因其獲利能力與固定成本的支出都優於自行生產。由圖形可知，在南國污染稅低的時候，廠商一樣會選擇成本較低的南國製造，當污染稅較高的時候，廠商才會選擇外包北國的中間財廠商。圖 6 的各個 t 值與固定成本比例條件表示如下：

$$(\bar{t})^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} = \frac{F_o^N}{A\alpha^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}}\lambda\eta^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}w_h^{\frac{-\alpha(1-z)}{1-\alpha}}\beta^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}}(1-\beta)^{\frac{\alpha(1-z)}{1-\alpha}}}$$

$$(t_{6o}^N)^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} = \frac{F_o^S - F_o^N}{A\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}\lambda w_h^{\frac{-\alpha(1-z)}{1-\alpha}}\beta^z(1-\beta)^{1-z}(1-\eta^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}})}$$

$$\frac{F_o^S - F_o^N}{F_o^N} > \eta^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}} - 1 \tag{23}$$

其中 (23) 式是由 $(t_{6o}^N)^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} > (\bar{t})^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}$ 所求出。當上述固定成本比例的條件達成時，廠商才有可能選擇於北國外包這種生產方式。而圖中標示爲 $\pi_o^{N''}$ 的虛線代表的是兩國環境政策差距增加之後，廠商選擇於北國外包的利潤函數變動情形。由圖形我們可以發現隨著 η 增加，π_o^N 的線條也會變得比較平坦。此時令廠商退出市場的污染稅臨界值會降低，廠商於

南國外包的機會增加，而在北國外包的可能性會因此減少。

總結圖 2 至圖 6 之結果，我們可以發現當北國污染稅高於南國時，廠商最適的生產方式主要會由不完全契約的扭曲效果大小來決定。當不完全契約的扭曲效果大，廠商會比較喜歡採用自行生產來避免契約不確定性的問題。但是當這樣的扭曲效果小的時候，廠商就只會考慮外包這種生產方式，因爲可以賺取較多的報酬。此外，廠商生產地點的選擇則會受到污染稅高低的影響。當污染稅相對較低，廠商會偏好在南國生產，當污染稅相對高的時候，廠商就會選擇在北國製造。本文的結果顯然與污染庇護所假說所預期的有所衝突。污染庇護所假說認爲污染產業應該會往污染稅較低的國家設廠投資，而本文卻發現當兩國污染稅都在相對高的水準時，即使南國污染稅低於北國，廠商還是很有可能因爲負擔不起在南國生產的固定成本支出，而選擇留在污染稅較高的北國生產。

再來看到兩國環境政策差異的部分，當北國課徵的污染稅超出南國的標準愈多，廠商愈會增加在南國生產的可能性。更有甚者，隨著兩國污染稅差距的變大，τ_o^S 也會跟著增加，廠商於南國外包的機率因此上升。雖然北國污染稅提高的確會增加廠商在南國外包的可能，但造成這個現象的原因並非只是此時在南國生產的利潤相對提升，也是因爲在北國生產所享有的固定成本優勢已逐漸被高額的污染稅所消滅，廠商可以選擇的中間財生產方式變少的緣故。當北國污染稅提高，使廠商利潤爲零的污染稅臨界值也會隨之降低，直到廠商不再於北國生產中間財爲止。所以雖然相對來說，廠商選擇於南國外包的可能性增加了，但由於污染稅提升之後，退出市場的廠商也會隨之增加。因此若從實證的資料來看，北國污染稅增加後，整體在南國生產的金額不見得會跟著提升。

此外，由前面的圖形我們可以發現，當北國污染稅上升之後，廠商選擇於南國自行生產中間財的機率並不會受到影響。也就是說，當廠商可以同時選擇外包或是自行生產

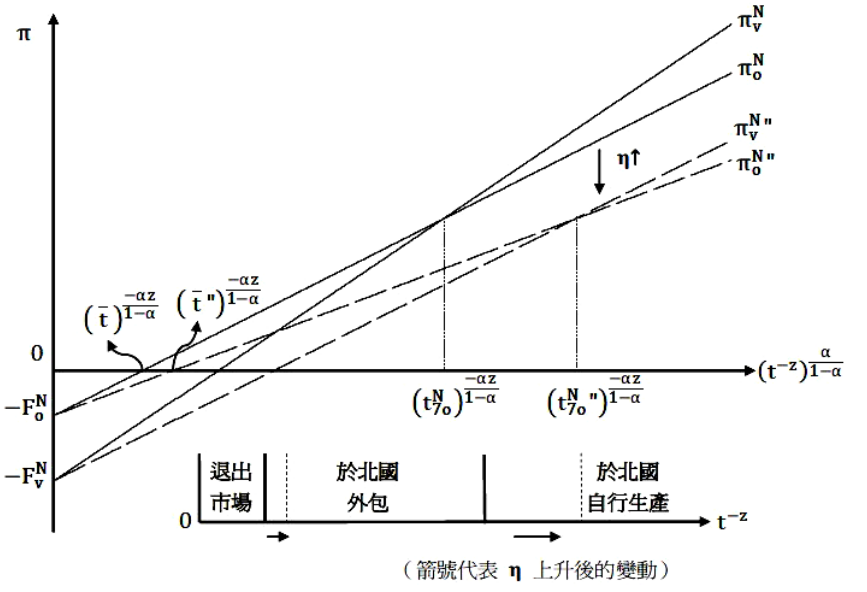


圖 7　$[\beta^z(1-\beta)^{1-z}]^{\frac{-\alpha}{1-\alpha}} > \frac{A}{1-\alpha}$

這兩種製造方式時，兩國環境政策差距的變動，並不會改變廠商於南國自行生產，也就是 FDI 的可能性。然而過往以環境管制與廠商投資行爲關係去驗證污染庇護所假說的文章，多以國家向外直接投資或吸引外人直接投資的金額來分析環境政策變動對廠商生產地點的影響。以上都有可能是造成污染庇護所假說在實證上無法取得明確證據的原因。

二、南國污染稅大於或等於北國

雖然開發中國家的環境政策在經濟發展初期通常會較已開發國家來的寬鬆。但隨著經濟的發展，開發中國家也會逐漸調整本身的環境政策，避免經濟活動對居住環境造成過度的破壞。例如在 1972 年聯合國人類環境會議之後，許多東亞及東南亞國家開始重視

環境保護的問題[10]， 中國也是在此時開始制訂許多環境管制的措施。直至今日，中國的環境政策與施行方向大抵上已與國際接軌，2007 年公布的「OECD 中國環境績效評估」報告，更是認可中國在環境治理與降低能源消費方面的努力。而 2007 年中國與環境相關的稅賦收入占 GDP 的比例高達 2.41%，超過了 OECD 國家的平均水準。2006 年 OECD 國家該比例加權平均值爲 1.71%，算術平均值爲 2.36%[11]。雖然其環境政策在施行上仍有許多困難，導致成效不如預期。但由其環境政策發展的過程，我們也可瞭解到開發中國家的環境政策不見得永遠都比不上已開發國家的管制標準。因此接下來本文要討論的就是南國污染稅大於或等於北國的情況。

圖 7 代表的是南國污染稅大於或等於北國（$0<\eta\le 1$），且不完全契約的扭曲效果大的情形。因爲在南國生產的污染稅及固定成本都不小於北國，所以廠商只會考慮在北國生產。又如前文整理過的廠商決策方式，在不完全契約的扭曲效果大時，廠商會比較偏好自行生產中間財，所以此時廠商最適生產決策依南國污染稅高低爲：外包北國中間財廠商、在北國自行生產。隨著北國污染稅的增加（η 上升），南北兩國的污染稅差距會變小（$\eta=1$ 代表兩國污染稅相等），但因爲此時北國的污染稅仍低於南國，所以在此兩國環境政策差距的改變不會影響廠商生產的地點。然而北國污染稅上升之後，廠商負擔的環境成本壓力也會加大。由圖 7 可知當 η 上升之後，最終財廠商選擇將中間財外包北國廠商的機會也會增加，因爲外包的固定成本比較低，且污染稅變動對它的影響較小。圖中的 t 值與固定成本比例條件表示如下：

$$(\bar{t})^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}=\frac{F_o^N}{A\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}\lambda\eta^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}}w_h^{\frac{-\alpha(1-z)}{1-\alpha}}\beta^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}}(1-\beta)^{\frac{-\alpha(1-z)}{1-\alpha}}}$$

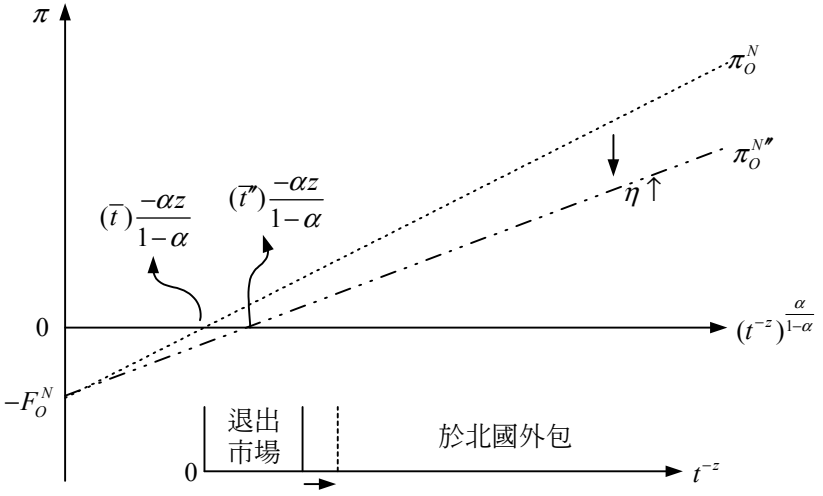
[10] 泰國、印尼、馬來西亞、韓國皆在此時才大力推動環境政策。

[11] 資料來源：滿燕雲等(2009)，http://www.csfee.org.cn/ReadNews.asp?NewsID=477。

$$(t_{7o}^{N})^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} = \frac{F_v^N - F_o^N}{\alpha^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \lambda \eta^{\frac{-\alpha z}{1-\alpha}} w_h^{\frac{-\alpha(1-z)}{1-\alpha}} \left[(1-\alpha) - A\beta^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}} (1-\beta)^{\frac{\alpha(1-z)}{1-\alpha}} \right]}$$

$$\frac{F_v^N - F_o^N}{F_o^N} > \frac{1-\alpha}{A\beta^{\frac{\alpha z}{1-\alpha}} (1-\beta)^{\frac{\alpha(1-z)}{1-\alpha}}} - 1$$

圖 8 則是代表南國污染稅大於或等於北國，且不完全契約的扭曲效果小的情形。此時廠商只會選擇在北國外包，而北國污染稅的增加，不會影響廠商最適生產決策，只會令廠商退出市場的污染稅臨界值降低。



（箭號代表η上升後的變動）

圖 8　$[\beta^z (1-\beta)^{1-z}]^{\frac{-\alpha}{1-\alpha}} \le \frac{A}{1-\alpha}$

肆、結論

生產方式多元化以及環境政策對經貿活動影響力的加重，是近年廠商必須面對的新的議題。當各國的貿易障礙愈來愈低，廠商在選擇生產方式與地點時，也就更加地自由。然而在此同時，貿易障礙的消除，也代表了各國廠商之間的競爭變得更爲激烈。任何國家政策間的些微差異，可能都會影響到廠商在國際上的競爭力。因此廠商在制訂生產決策時，考慮的因素也較以往多了許多。

本文利用了南北國的模型，探討當中間財的生產具有污染性時，環境政策如何影響廠商的最適生產決策，並且分析兩國環境政策差異帶來的影響。除了考慮南北兩國污染稅的不同外，在廠商生產方式方面，本文考慮了自行生產與外包這兩種。外包因爲在生產效率與節省固定成本方面佔有優勢，目前已被廠商廣泛接受與使用。然而外包不可避免地會產生不完全契約的問題，因此並非所有廠商皆偏好這種生產方式。本文假設北國最終財廠商可選擇四種中間財的取得方法：在北國自行生產、在南國自行生產、在北國外包與在南國外包，同時也將四種生產方式需負擔的固定成本支出納入考慮。

經過分析之後，本文發現廠商生產方式的選擇主要由不完全契約的扭曲效果大小決定。當扭曲效果大，廠商會偏好自行生產，其次才是外包；當扭曲效果小，廠商就只會選擇外包作爲生產方式。而廠商生產地點的選擇，則主要受污染稅成本高低的影響。當北國污染稅高於南國，則污染稅成本低，廠商偏好在南國生產；污染稅成本高，廠商選擇固定成本較低的北國製造。當南國污染稅大於或等於北國時，在南國生產並無優勢可言，此時廠商只會在北國生產。

接著看到兩國環境政策差異的部分。當北國污染稅高於南國，隨著北國污染稅加重，在北國外包的可能性會先增加後減少，直到廠商不在於北國生產。而廠商於南國外包的機率會增加，於北國自行生產的機率會減少。當南國污染稅大於或等於北國時，兩國環境政策差異的變動並不影響廠商的生產地點，只會改變廠商在北國外包或自行生產的機率。所以總括而言，當北國污染稅高於南國，北國污染稅的增加的確會讓廠商減少自行

生產中間財的可能，選擇外包的機會相對提升。但因爲北國污染稅上升之後，使廠商退出市場的污染稅臨界值也會跟著降低。所以若以實證的金額來看，北國污染稅的增加不見得會使廠商外包的金額跟著提高。

最後透過本文模型的分析，作者試圖推論環境管制與廠商對外投資金額的實證研究中，無法證實污染庇護所效果存在的原因：一、當北國污染稅高於南國，且兩國污染稅皆在相對高的水準時，廠商有可能因爲負擔不起在南國生產的固定成本支出，進而選擇在污染稅較高的北國生產。二、北國污染稅的增加會降低使廠商退出市場的污染稅率，廠商的退出可能使得環境政策變動對廠商生產決策的影響變得比較不明顯。三、在北國污染稅高於南國的清況下，若廠商可同時選擇外包或自行生產作爲生產方式，則北國污染稅的增加只會影響廠商在南國外包的可能性，在南國自行生產的機率不受影響。因此環境管制標準提升後，廠商若以外包作爲污染商品生產的替代方式，則環境政策變動與廠商向外直接投資金額的關係會比較不顯著。

(收件日期爲民國 101 年 4 月 10 日，接受日期爲民國 101 年 07 月 25 日)

參考文獻

(1)中文部分

許義忠與徐偉初，2005，「考慮外溢效果下以污染稅融通之環境政策」，農業經濟半年刊，78：151-183。

曾美萍與劉錦添，2008，「污染庇護所之檢定：貿易自由化與環境管制之探討」，人文及社會科學集刊，20：281-325。

滿燕雲、鄭新業與鄭穎爾，2009，「中國環境稅負已超發達國家平均水平？」，取自

http://www.csfee.org.cn/ReadNews.asp?NewsID=477。

(2)英文部分

Abe, K. and L. Zhao, 2005, "Endogenous International Joint Ventures and the Environment," *Journal of International Economics*, 67: 221-240.

Antràs, P., 2003, "Firms, Contracts, and Trade Structure," *The Quarterly Journal of Economic*, 118: 1375-1418.

Antràs, P., 2005, "Incomplete Contracts and the Product Cycle," *American Economic Review*, 95: 1054-1073.

Antràs, P. and E. Helpman, 2004, "Global Sourcing," *Journal of Political Economy*, 112: 552-580.

Baumol, W. J. and W. E. Oates, 1988, "*The Theory of Environmental Policy*," Cambridge: Cambridge University Press.

Campa, J. and L. S. Goldberg, 1997, "The Evolving External Orientation of Manufacturing: A Profile of Four Countries," *Economic Policy Review*, 53-81.

Cole, M. A. and R. J. Elliott, 2003, "Do Environmental Regulations Influence Trade Patterns? Testing Old and New Trade Theories," *The World Economy*, 26: 1163-1186.

Cole, M. A. and R. J. Elliott, 2005, "FDI and the Capital Intensity of "Dirty" Sectors: A Missing Piece of the Pollution Haven Puzzle," *Review of Development Economics*, 9: 530-548.

Copeland, B. R. and M. S. Taylor, 1994, "North-south Trade and the Environment," *The Quarterly Journal of Economics*, 109: 755-787.

Copeland, B. R. and M. S. Taylor, 1995a, "Trade and Transboundary Pollution," *American Economic Review*, 85: 716-737.

Copeland, B. R. and M. S. Taylor, 1995b, "Trade and the Environment: A Partial Synthesis," *American Journal of Agricultural Economics*, 77: 765-771.

De Santis, R. A. and F. Stähler, 2009, "Foreign Direct Investment and Environmental Taxes,"

German Economic Review, 10: 115-135.

Dijkstra, B. R., 2007, "An Investment Contest to Influence Environmental Policy," *Resource and Energy Economics*, 29: 300-324.

Elliott, R. J. and K. Shimamoto, 2008, "Are ASEAN Countries Havens for Japanese Pollution-intensive Industry?" *The World Economy*, 31: 235-254.

Eskeland, G. S. and A. E. Harrison, 2003, "Moving to Greener Pastures? Multinationals and the Pollution Haven Hypothesis," *Journal of Development Economics*, 70: 1-23.

Ethier, W. J. and J. R. Markusen, 1996, "Multinational Firms, Technology Diffusion and Trade," *Journal of International Economics*, 41: 1-28.

Feenstra, R. C. and G. H. Hanson, 1996, "Globalization, Outsourcing, and Wage Inequality," *AER Papers and Proc*, 86: 240-245.

Grether, J. M., N. A. Mathys, and J. De Melo, 2006, "Unraveling the Worldwide Pollution Haven Effect," *CEPR Discussion Paper,* No. 5815.

Grossman, G. M. and E. Helpman, 2002, "Integration versus Outsourcing in Industry Equilibrium," *The Quarterly Journal of Economics*, 117: 85-120.

Grossman, S. J. and O. D. Hart, 1986, "The Costs and Benefits of Ownership: A Theory of Vertical and Lateral Integration," *Journal of Political Economy*, 94: 691-719.

Hanson, G. H., R. J. Mataloni, and M. J. Slaughter, 2005, "Vertical Production Networks in Multinational Firms," *The Review of Economics and Statistics*, 87: 664-678.

Hart, O. and J. Moore, 1990, "Property Rights and the Nature of the Firm," *Journal of Political Economy*, 98: 1119-1158.

Helpman, E., 1984, "A Simple Theory of International Trade with Multinational Corporations," *Journal of Political Economy*, 92: 451-471.

IEA (International Energy Agency), 2011, Key World Energy Statistics 2011, IEA, Paris.

Kayalica, M. Ö. and S. Lahiri, 2005, "Strategic Environmental Policies in the Presence of Foreign Direct Investment," *Environmental & Resource Economics*, 30: 1-21.

Kellenberg, D. K., 2009, "An Empirical Investigation of the Pollution Haven Effect with Strategic Environment and Trade Policy," *Journal of International Economics*, 78: 242-255.

Liu, B. J., C. P. Lo, and T. J. Chen, 2011, "Are FDI Firms Always More Productive? The Role

of Technology Transfer Costs," *Acedemia Economic Papers*, 39: 369-395.

Markusen, J. R., 1984, "Multinationals, Multi-plant Economies, and the Gains from Trade," *Journal of International Economics*, 16: 205-226.

Markusen, J. R., E. R. Morey, and N. Olewiler, 1995, "Competition in Regional Environmental Policies When Plant Locations Are Endogenous," *Journal of Public Economics*, 56: 55-77.

McGuire, M. C., 1982, "Regulation, Factor Rewards, and International Trade," *Journal of Public Economics*, 17: 335-354.

Mukhopadhyay, K., 2006, "Impact on the Environment of Thailand's Trade with OECD Countries," *Asia Pacific Trade and Investment Review*, 2: 25-46.

Pethig, R., 1976, "Pollution, Welfare, and Environmental Policy in the Theory of Comparative Advantage," *Journal of Environmental Economics and Management*, 2: 160-169.

Robison, H. D., 1988, "Industrial Pollution Abatement: The Impact on Balance of Trade," *Canadian Journal of Economics*, 21: 187-199.

Taylor, M. S., 2004, "Unbundling the Pollution Haven Hypothesis," *Advances in Economic Analysis and Policy*, 4: 1-26.

Tobey, J. A., 1990, "The Effects of Domestic Environmental Policies on Patterns of World Trade: An Empirical Test," *Kyklos*, 43: 191-209.

Environmental Taxes and Global Sourcing*

Chelsea C. Lin** and Pei-Lin Chen***

Abstract

This paper applies a North-South framework to investigate the organizational choices of the North final good producer in the presence of environmental taxes. The final good is developed in the North, and the intermediate polluting input can be produced in the North as standard vertical integration, produced in the South as FDI, outsourced from the North or outsourced from the South. The production of intermediate polluting input will be charged an environme-ntal tax. When the environmental tax is higher in the North, the final good producer's sourcing choices mainly depend on the contract cost. When the contract cost is high, the North final good producer tends to keep the production of the intermediate input within its boundary as standard vertical integration or FDI. The location of production is influenced by the environ-mental tax. In contrast to the pollution haven hypothesis, we find that the North final good producer would produce in the South (North) when the environmental tax is relatively low (high). Moreover, our results show that the North final good producer would be more likely to outsource when the international difference in the environmental policies is

---

* The authors are grateful to two anonymous referees for invaluable guidance and comments. Any remaining errors are the authors' responsibility.

** Associate Professor, National Dong Hwa University. Corresponding Author. Tel: +886-3-8635540, Email: clin@mail.ndhu.edu.tw.

*** Master, National Dong Hwa University.

DOI: 10.3966/054696002013120094002

relatively high. This paper provides a theoretical explanation on why the empirical support for the pollution haven hypothesis is weak.

Keywords: Outsourcing, FDI, Environmental Policy, Pollution Tax, Pollution Haven Hypothesis

JEL Classification: F12, F13, F18