

# 跨國污染與貿易同盟

楊維娟<sup>\*</sup>、周登陽<sup>\*\*</sup>、陳正良<sup>\*\*\*</sup>

本文建構一個三國兩廠的寡占市場模型，模型包含只消費的本國，和從事生產的低污染北國與高污染南國，且此產品的生產過程會產生跨國境的污染。文中分別分析在本國可自由課徵兩國關稅、最惠國待遇原則下課徵統一關稅、與北國簽定區域貿易協定、與南國簽定區域貿易協定等四種情形下，最適關稅率與福利的分析與比較。文章並進一步研究在北國提高環保標準、污染防治技術進步與污染外溢效果加重等三種狀況下，對南北兩國與對本國的影響。研究主要結果為：第一，若北國廠商的污染防治比例對北國污染稅率的敏感度愈高，而北國政府提高環保標準，則北國利潤上升的可能性愈大。對南國而言，單一關稅下利潤增加，其他情形下，利潤惡化的可能性提高。第二，若本國將環境品質納入福利函數中，採行不同的貿易措施下之福利效果，最好的為對南、北兩國自由課稅，次佳為最惠國待遇下採用單一關稅，再其次為與北國自由貿易，最差者為與南國自由貿易。

**關鍵詞：**跨國境污染、貿易同盟、最惠國待遇、福利分析

---

\* 國立台中技術學院國貿系助理教授。

\*\* 國立中正大學經濟學系教授。

\*\*\* 大葉大學事業經營研究所碩士。

本文初稿承蒙兩位匿名評審提供諸多寶貴意見，特此致謝。惟文中若有任何疏失之處，當屬作者之責。

## I、前言

隨著國際貿易及多國籍企業的蓬勃發展，在全球經濟自由化的同時，跨國性的污染也隨之而來，如溫室氣體的排放、臭氧層的破壞、跨越國境之污染（trans-boundary pollution）等等（註1）。因此，環境問題已不僅止於單一國家境內所發生的問題，更衍伸為全球性的議題，換言之，沒有任何一個國家得以置身事外而不受影響。因此目前各國在制定環境政策以矯正污染所產生之外部性時，亦會與該國的貿易政策有所連結，例如：歐洲各國禁止石棉及其相關產品進出口及使用；又如為保護天然森林，歐洲亦有些國家限制巴西之木材與馬來西亞藤材之進口。

在文獻上，對於最適環境政策的討論始於 Pigou (1932)，其文中指出對完全競爭廠商所課徵之污染稅率應等於該廠商污染之邊際環境損害，即應將污染造成之負外部效果內部化。Buchanan (1969)則證明，皮古稅（Pigou tax）只在完全競爭市場中方為最適，若污染廠商為獨占時，課徵皮古稅反而會使社會福利惡化。其後，隨著跨國境污染的產生，環境問題逐漸成為全球性的議題，文獻上亦從封閉經濟體朝向開放經濟體系發展，探討如何經由貿易措施來達到環境保護的目的。如 Conrad (1993)、Kennedy (1994)、Ludema 與 Wooton (1994)、Gowdy (1995) 與 Tanguay (2001) 等文皆在討論跨國性污染下，開放經濟體系之貿易政策與環境政策會如何互相影響，及其福利效果（註2）。

一般來說，相對於開發中（或未開發）國家（下文稱為南國），經濟發展程度高的已開發國家（下文稱為北國）對環境保護的相關議題更為重視，故有較嚴苛的環保標準，因而其境內廠商會傾向採用所謂的“綠色生產”——即以低污染的方式生產；相對的，南國因經濟發展剛起步，對環保問題既無意願也無能力付出心力，故環保標準寬鬆，境內廠商鮮少做污染防治，故污染

程度高。換言之，即使同類產品，在南國與北國生產，對環境損害的程度可能會有很大差異。近來即有許多文獻以南北貿易模型探討貿易自由化對全球污染排放及南、北國社會福利的影響。如 Copeland 與 Taylor (1994、1995)、Chichilnisky (1994)、Liang (2000) 與 Kohn (2000) 等文均在探討因北國有較嚴格的环境標準，在貿易自由化的潮流下，污染性產品在南、北國間會如何移動，對福利又會產生如何的影響。

WTO (World Trade Organization, 以下簡稱 WTO) 目前有 148 個會員國，台灣也已於 2002 年元月加入，在 WTO 的基本精神當中，最惠國待遇——一國在所有雙邊關係中給予貿易對手最好的待遇——無異是維繫多邊體制最重要的精神，也是促進貿易自由化最有效的武器。此外，區域貿易協定 (regional trade agreement) 已成為目前全球貿易發展的主流，主要是其具有多邊體系所欠缺的可靠性，例如零關稅；並且因為組成成員有限，經濟發展的差異化程度較小、協調成本較低，經濟政策較易整合。WTO 對區域貿易協定之定義為：區域間簽訂優惠性之貿易協定，使得區域內進行貿易較區域外自由化程度高，該措施係最惠國待遇之例外。鑒於區域貿易協定所追求之自由貿易對多邊貿易體系具有互補性，故該作法係為 WTO 所容許，惟仍需符合 WTO 相關規定。Krugman 與 Obstfeld (2000) 指出簽訂區域貿易協定的經濟效益在於降低區域內關稅及非關稅貿易障礙，其對社會福利的影響，端賴貿易創造 (trade creation) 效果與貿易轉向 (trade diversion) 效果大小而定。當貿易創造效果大於貿易轉向效果時，社會福利將較區域貿易協定成立前增加；反之則否。

如同前述，由於貿易自由化以及區域貿易協定已成為目前全球貿易發展的趨勢，因此關於貿易國間不同的關稅優惠協議下，對於生產國最適產量水準及進口國社會福利的影響，以及針對進口國政府面對貿易工具受限後，以環境政策取代貿易政策引發的政策效果及福利變化等議題，文獻上已多所探討。同時許多文獻在探討環境污染與貿易的議題上，亦以南北貿易模型作為

主要架構。然而，文獻上卻少有納入對於環境污染有不同程度影響的南北國後，討論與南國或北國簽定區域貿易協定時的最適關稅率與福利效果。本文將建構一三國兩廠的寡占市場模型，同時採取第三地市場的貿易架構—除只消費不生產的本國外，生產的兩國一為北國（低污染），一為南國（高污染），且此產品的生產過程會產生跨國境的污染。文中將討論：本國可自由對南、北兩國課徵關稅、在最惠國待遇原則下對南、北兩國課徵統一關稅、與南國簽定區域貿易協定，僅對北國課徵關稅及與北國簽定自由貿易協定，僅對南國課徵關稅等四種情形下，最適的關稅率與福利效果之分析與比較。

除本節外，本文的其他章節架構如下：第二節為模型設定與求解四種情況下的最適關稅率；第三節為各種情況下的比較；最後則為結論。

## II、模型設定與求解

本節將建構一三國兩廠的寡占模型，以探討在開放經濟體系下，面對對環境有不同損害程度的南、北國廠商，本國政府在不同的結盟策略下應如何制定最適進口關稅率。

模型設定如下：簡化世界經濟體系為 A、B、C 三個國家，假設 A 國為本國且不生產只消費該商品，故國內消費全進口自 B、C 兩國；B、C 兩國為出口國，各有一生產同質產品的廠商，並於本國從事 Cournot 競爭。假設 B 國為北國，重視環保議題並課徵污染稅；而 C 國為南國，只重視經濟發展，對環境問題不甚在意，故未課徵污染稅。此外，此產品在生產過程中會產生跨國性之污染，對本國環境產生損害。

假設本國反需求函數為線性： $P = M - Q$ ， $Q = Q_B + Q_C$ 。其中， $P$  為本國消費者所面對的產品價格， $Q$  為總產量， $Q_B$  為進口自北國的產量， $Q_C$  為進口自南國的產量， $M$  表市場對此產品的偏好程度。假設生產具有固定規模報酬，且兩廠商的生產成本相同，故各廠商的邊際成本均為常數  $c$ 。

由於此產品的生產過程會產生跨國性的污染，假設每生產一單位的產品，會在當地產生一單位的污染，並造成  $\gamma$  單位的跨國污染量。因北國為一重視環保的已開發國家，故北國政府針對其境內廠商所產生之污染課徵污染稅，使得北國廠商有誘因投入防治污染努力（abatement effort）以減少污染並減輕租稅的負擔。因此，北國廠商出口至本國的利潤函數如下：

$$\pi_B = (P - c)Q_B - E(a_B)Q_B - \mu^B(1 - a_B)Q_B - t_B Q_B \quad (1)$$

其中， $a_B$  為北國廠商防治污染之比率， $E(a_B)$  表北國廠商每單位生產的防治污染成本且  $E'(a_B) > 0$ 、 $E''(a_B) > 0$ （註 3）； $\mu^B$  為北國政府所課之單位污染稅； $t_B$  則為本國對北國課徵之關稅稅率。

而南國為一未開發國家，假設南國政府並未開徵污染稅，故南國廠商不會做任何的污染防治。因此，南國廠商出口至本國的利潤函數如下：

$$\pi_C = (P - c)Q_C - t_C Q_C \quad (2)$$

其中， $t_C$  為本國對南國課徵之關稅稅率。

本國之環境污染損害函數為  $D(e) = \gamma e$ ，其中  $\gamma$  為每單位產出的跨國污染量， $0 < \gamma \leq 1$ 。 $e = (1 - a_B)Q_B + Q_C$ ，為北國廠商未防治部分加上南國廠商所造成之污染，且  $D'(e) > 0$ 、 $D''(e) = 0$ ，前者表示隨著總污染量  $e$  的增加對環境損害程度也增加，後者表示污染的邊際損害程度固定。

本國的社會福利函數如下：

$$W_A = \left\{ \int_0^{Q^*} (M - Q) dQ - P \times Q \right\} - \gamma [(1 - a_B)Q_B + Q_C] + t_B Q_B + t_C Q_C \quad (3)$$

上式的第一項為消費者剩餘，在反需求函數為線性的假設下，本項等於  $Q^2/2$ ；第二項為南、北兩國廠商所製造的跨國性污染對本國所造成的環境損害；第三項為來自北國的關稅收入；第四項則為來自南國的關稅收入。由於

本國沒有生產者，故生產者剩餘為零。

在完全訊息的假設下，政府與廠商進行兩階段的賽局模型：第一階段本國政府在四種不同貿易策略下（自由課稅、最惠國待遇、與南或北國自由貿易），分別決定其最適關稅，第二階段廠商在既定的關稅下，決定其最適的生產水準。我們採用倒解法（backward induction）求解子賽局完美均衡值。首先，求解第二階段廠商在利潤極大化下商品市場的均衡結果，再將商品市場的均衡結果帶入社會福利函數中，以推導出極大化社會福利下，第一階段本國政府的最適關稅稅率，如此依決策順序倒序求解，即可求得整個模型的均衡。以下將分別針對四種不同的結盟狀態下求解。

## 2.1 本國可對南、北兩國自由課稅

首先求解第二階段商品市場的均衡：將(1)式分別對  $Q_B, a_B$  偏微分，(2)式對  $Q_C$  偏微分，可得到南、北兩廠商利潤極大化的一階條件，分別為：

$$\frac{\partial \pi_B}{\partial Q_B} = M - 2Q_B - Q_C - c - E(a_B) - \mu^B(1 - a_B) - t_B = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial \pi_B}{\partial a_B} = -E'(a_B) + \mu^B = 0 \quad (5)$$

$$\frac{\partial \pi_C}{\partial Q_C} = M - Q_B - 2Q_C - c - t_C = 0 \quad (6)$$

且二階條件滿足。

聯立求解(4) - (6)式以求解  $a_B$ 、 $Q_B$  及  $Q_C$  等三個內生變數。然由(5)式可知，北國廠商的最適污染防治比率 ( $a_B$ ) 為邊際防治收入（即污染稅率）等於邊際防治成本時，換言之， $a_B$  僅為污染防治成本函數( $E$ )與北國污染稅率 ( $\mu^B$ ) 的函數，而與南、北兩國的產量 ( $Q_B$  及  $Q_C$ ) 無關。且  $\frac{\partial a_B}{\partial \mu^B} = \frac{1}{E''} > 0$ ，

表若北國政府提高污染稅率，將誘使北國廠商提高防治比例，且提高幅度與污染防治邊際成本之變動成反比，即污染防治的邊際成本變動幅度愈小，北國的環境政策愈能有效提升環境品質。故可由(5)式單獨解出  $a_B$ ，再聯立求解(4)、(6)兩式，可得兩國在此情況下的均衡產量分別如下：

$$Q_B^* = \frac{1}{3} [M - c - 2E(a_B) - 2\mu^B(1 - a_B) - 2t_B + t_C] \quad (7)$$

$$Q_C^* = \frac{1}{3} [M - c + E(a_B) + \mu^B(1 - a_B) + t_B - 2t_C] \quad (8)$$

求得第二階段商品市場的均衡解後，推回第一階段，即將商品市場的均衡結果代入本國的社會福利函數中。將福利函數(3)式分別對  $t_B$ 、 $t_C$  全微分，可得本國社會福利極大化之一階條件為：

$$\frac{dW_A}{dt_B} = \frac{\partial Q}{\partial t_B} Q - \gamma \left[ (1 - a_B) \frac{\partial Q_B}{\partial t_B} + \frac{\partial Q_C}{\partial t_B} \right] + Q_B + t_B \frac{\partial Q_B}{\partial t_B} + t_C \frac{\partial Q_C}{\partial t_B} = 0 \quad (9)$$

$$\frac{dW_A}{dt_C} = \frac{\partial Q}{\partial t_C} Q - \gamma \left[ (1 - a_B) \frac{\partial Q_B}{\partial t_C} + \frac{\partial Q_C}{\partial t_C} \right] + t_B \frac{\partial Q_B}{\partial t_C} + Q_C + t_C \frac{\partial Q_C}{\partial t_C} = 0 \quad (10)$$

聯立求解(9)、(10)兩式，可得本國對南、北兩國自由課稅下之最適關稅稅率為：

$$t_B = \frac{1}{8} \left[ 2(M - c) - 3[E(a_B) + \mu^B(1 - a_B)] + 6\gamma \left( 1 - \frac{5}{6} a_B \right) \right] \quad (11)$$

$$t_C = \frac{1}{8} \left[ 2(M - c) + [E(a_B) + \mu^B(1 - a_B)] + 6\gamma \left( 1 - \frac{1}{6} a_B \right) \right] \quad (12)$$

由(11)、(12)兩式可得以下之比較靜態結果：

$$\frac{\partial t_B}{\partial \mu^B} = \frac{-1}{8} \left[ 3(1 - a_B) + 5\gamma \frac{\partial a_B}{\partial \mu^B} \right] < 0, \quad \frac{\partial t_B}{\partial E} = \frac{-1}{8} \left( 3 + 5\gamma \frac{\partial a_B}{\partial E} \right) < 0, \quad (13)$$

$$\frac{\partial t_B}{\partial \gamma} = \frac{6 - 5a_B}{8} > 0$$

$$\frac{\partial t_C}{\partial \mu^B} = \frac{1}{8} \left[ (1 - a_B) - \gamma \frac{\partial a_B}{\partial \mu^B} \right] > 0, \quad \frac{\partial t_C}{\partial E} = \frac{1}{8} \left( 1 - \gamma \frac{\partial a_B}{\partial E} \right) > 0, \quad (14)$$

$$\frac{\partial t_C}{\partial \gamma} = \frac{6 - a_B}{8} > 0$$

上述結果的意義為：第一，當北國採用更嚴格的环境標準（即提高 $\mu^B$ ）時，將會產生兩種影響，其一對北國廠商而言，提高污染稅猶如成本增加，故使其商品在本國的競爭力惡化，但因北國商品相對“乾淨”，故本國會降低北國關稅、提高南國關稅以免北國因污染稅率提高、競爭力降低而使本國消費過多的高污染產品。其二，因污染稅率提高促使北國廠商防治污染更徹底，本國感受到整體的環境更為乾淨，故同時降低兩國的關稅稅率。綜合以上兩種效果，當北國的環保標準提高，則本國將降低對北國的進口關稅率，對南國的關稅率則可能提高或降低。第二，若污染防治技術進步（指防治邊際成本下降）（註4），則其效果與前述環保標準提高的情形類似。因防治邊際成本降低使北國產品在本國的競爭力提高，故本國給予北國的優惠性關稅程度降低，即北國關稅率提高、南國關稅率降低；另一方面，北國廠商因防治技術的進步而強化污染防治，使本國覺得整體環境品質改善而同時降低兩國的關稅率。故防治技術進步時，北國的關稅率變動方向不定，南國的關稅率則降低。第三，若跨國污染程度( $\gamma$ )愈強，則本國會因整體環境品質的惡化，而對污染源—南、北兩國皆課徵較高的關稅，但因北國相對乾淨，故北國關稅率上升幅度較低。將上述結果整理為命題一。

命題一：在本國可對南、北兩廠商自由課稅的前提下，北國的環保標準與本國對北國的進口關稅率為負相關、對南國關稅率的影響方向不確定；污染防治邊際成本對北國關稅率的影響方向不確定、與南國關稅率成正相關；跨國污染程度愈強，則南、北國的關稅率均上升。

因此，促使北國廠商積極防治污染的原因有二：嚴格的環保標準或防治技術的進步。然而二者對關稅率的影響是不同的，前者使北國關稅率降低，南國關稅率的變動方向不確定；後者對北國關稅率的影響不確定，南國關稅率則必然降低。換言之，北國的防治技術進步，不僅其廠商能夠降低成本，南國廠商亦因關稅降低而間接受惠（註5）。

將第一階段求出的均衡解代入第二階段，即可得到市場均衡結果：

$$Q_B^* = \frac{1}{4} \left[ (M - c) - \frac{3}{2} [E(a_B) + \mu^B (1 - a_B)] - \gamma \left( 1 - \frac{3}{2} a_B \right) \right] \quad (15)$$

$$Q_C^* = \frac{1}{4} \left[ (M - c) + \frac{1}{2} [E(a_B) + \mu^B (1 - a_B)] - \gamma \left( 1 + \frac{1}{2} a_B \right) \right] \quad (16)$$

將(15)、(16)兩式分別對  $\mu^B, E, \gamma$  微分，可得下列各式：

$$\begin{aligned} \frac{\partial Q_B^*}{\partial \mu^B} &= \frac{-3}{8} \left[ (1 - a_B) - \gamma \frac{\partial a_B}{\partial \mu^B} \right] > 0, \quad \frac{\partial Q_C^*}{\partial \mu^B} = \frac{1}{8} \left[ (1 - a_B) - \gamma \frac{\partial a_B}{\partial \mu^B} \right] > 0, \\ \frac{\partial Q^*}{\partial \mu^B} &= \frac{-1}{4} \left[ (1 - a_B) - \gamma \frac{\partial a_B}{\partial \mu^B} \right] > 0 \end{aligned} \quad (17)$$

$$\frac{\partial Q_B^*}{\partial E} = \frac{-3}{8} \left( 1 - \gamma \frac{\partial a_B}{\partial E} \right) < 0, \quad \frac{\partial Q_C^*}{\partial E} = \frac{1}{8} \left( 1 - \gamma \frac{\partial a_B}{\partial E} \right) > 0, \quad \frac{\partial Q^*}{\partial E} = \frac{-1}{4} \left( 1 - \gamma \frac{\partial a_B}{\partial E} \right) < 0 \quad (18)$$

$$\frac{\partial Q_B^*}{\partial \gamma} = \frac{-2 + 3a_B}{8} > 0, \frac{\partial Q_C^*}{\partial \gamma} = \frac{-2 - a_B}{8} < 0, \frac{\partial Q^*}{\partial \gamma} = \frac{-2 + a_B}{4} < 0 \quad (19)$$

若北國採用更嚴格的環保標準，將對其廠商產生兩種方向相反的影響：一來因污染稅率提高、競爭力降低而減少出口量，二來本國因北國產品污染程度降低減少其進口關稅而使其出口量增加。因二者方向相反，故北國出口量之變動方向無法確定。同理，北國嚴格的環境標準對南國的出口量及本國的總進口量的影響也無法確定。若污染防治技術進步，北國廠商因成本下降而受惠，故北國出口量增加、南國出口量減少、本國總進口量增加。最後，若跨國污染加劇，則本國對污染來源南、北兩國的關稅均會提高，且對高污染來源南國的關稅增加幅度更勝於北國。因此，對北國而言，雖關稅增加不利出口，但相對於南國的競爭力卻增強而有助於出口，故出口量的變化方向不確定：若防治比例大於 2/3，表北國產品乾淨南國許多，在跨國污染加劇下，因南國關稅率相對北國上升甚多，即使北國關稅率亦上升，北國出口量仍會增加；反之，若防治比例低於 2/3，則關稅上升的效果將蓋過相對競爭力提升的效果，而使北國出口量下降。此外，南國的出口量及本國的總進口量均必然減少。整理為命題二。

**命題二：**在本國可對南、北兩廠商自由課稅的情況下，北國環保標準對南、北兩國出口量的影響方向無法確定，但二者相反。防治技術進步則使北國出口量與本國之總進口量增加、南國出口量減少。跨國污染程度愈高，則南國出口量、總進口量下降，北國出口量的變動則須視其防治比例而定。

值得說明的是，在本文的線性模型中，廠商利潤等於產量的平方，故利潤與產量的變動方向一致（註 6）。換言之，當北國政府採取更嚴格的環境標準時，雖然北國廠商面臨直接的衝擊—防治邊際成本（因提高防治比例）與污染成本增加，但因本國會調降其進口關稅率使其關稅成本降低，故整體

而言，利潤可能增加或減少。當污染防治之邊際成本的變化( $E''$ )甚小時，因污染稅率的提高會大幅改善防治比例，連帶使北國之關稅率大幅降低，由此而來之利潤改善幅度將大於因污染及防治邊際成本增加之利潤減少幅度而使北國廠商之出口利潤增加。此時，北國政府採取更嚴格的環境標準，除了改善環境品質以外，甚至能夠幫助其國籍廠商獲取更高的利潤。這與一般印象中，政府提高環境標準必使廠商利潤惡化的刻板印象不同：若進口國政府將環境品質納入福利函數以決定關稅率，則嚴格的環境標準可能不但不會惡化廠商福利，甚至可能幫助廠商在海外市場取得競爭優勢而使利潤提升，對北國而言，可謂是環境與經濟的雙贏。

此外，若北國污染防治技術進步，如前所述，雖可能因本國提高其關稅率、降低南國關稅率，而抵銷掉部分技術進步所帶來的好處，但整體而言，其產品競爭優勢仍增加，故其出口量、利潤皆因而增加，南國之出口量、利潤則減少。

## 2.2 單一關稅制度

本節探討符合最惠國待遇原則下，本國對南、北兩國採取單一關稅制度（即  $t_B = t_C = t$ ）時之最適關稅與社會福利分析。

由一階條件可求得南、北兩廠商在單一關稅制度下的反應函數：

$$Q_B = \frac{1}{2} [M - Q_C - c - E(a_B) - \mu^B(1 - a_B) - t] \quad (20)$$

$$Q_C = \frac{1}{2} [M - Q_B - c - t] \quad (\text{註 } 7) \quad (21)$$

聯立求解(20)、(21)兩式，可得南、北兩廠商的最適產量：

$$Q_B^* = \frac{1}{3} [(M - c) - 2[E(a_B) + \mu^B(1 - a_B)] - t] \quad (22)$$

$$Q_C^* = \frac{1}{3} \left[ (M - c) + [E(a_B) + \mu^B(1 - a_B)] - t \right] \quad (23)$$

推回第一階段，將福利函數對  $t$  全微分，可得本國社會福利極大化之一階條件為：

$$\frac{dW_A}{dt} = \frac{\partial Q}{\partial t} Q - \gamma \left[ (1 - a_B) \frac{\partial Q_B}{\partial t} + \frac{\partial Q_C}{\partial t} \right] + Q + t \frac{\partial Q}{\partial t} = 0 \quad (24)$$

由(24)式可得本國在單一關稅制度下之最適關稅稅率：

$$t = \frac{1}{8} \left[ 2(M - c) - [E(a_B) + \mu^B(1 - a_B)] + 6\gamma \left( 1 - \frac{1}{2} a_B \right) \right] \quad (25)$$

由(25)式可得以下之比較靜態結果：

$$\begin{aligned} \frac{\partial t}{\partial \mu^B} &= \frac{-1}{8} \left[ (1 - a_B) + 3\gamma \frac{\partial a_B}{\partial \mu^B} \right] < 0, \quad \frac{\partial t}{\partial E} = -\frac{1}{8} \left( 1 + 3\gamma \frac{\partial a_B}{\partial E} \right) < 0, \\ \frac{\partial t}{\partial \gamma} &= \frac{6 - 3a_B}{8} > 0 \end{aligned} \quad (26)$$

上述結果可由上一情形（本國可對南、北兩國自由課稅）加以瞭解。在本文的線性模型中，單一稅制下的關稅率恰等於對南、北兩國自由課稅下之關稅率的平均值，即  $t = \frac{t_B + t_C}{2}$ 。因此，所有單一稅制下的比較靜態結果等於自由課稅下對南、北兩國之比較靜態結果之平均值。由於不論是北國提高環保標準或污染防治技術進步，對北國廠商而言的直接衝擊效果均會大於對南國廠商的間接效果，因此， $\text{sign of } \frac{\partial t}{\partial \mu^B} = \text{sign of } \frac{\partial t_B}{\partial \mu^B}$ ，且  $\text{sign of } \frac{\partial t}{\partial E} = \text{sign of } \frac{\partial t_B}{\partial E}$ ，即單一稅制下，北國污染稅率上升將使本國下修進口關稅率；污染防治技術進步對關稅率的影響方向則無法確定。至於若跨國污染程度增強，則將使關稅率上升。整理如命題三。

命題三：在單一關稅制度的前提下，北國的環保標準與本國的進口關稅率為負相關；污染防治邊際成本對關稅率的影響方向不確定；跨國污染程度愈強，則關稅率上升。

換言之，由於最惠國待遇原則下，南、北兩國將被一致地對待，因此，若北國採用更嚴格的環保標準，在北國廠商投入更多的污染防治努力下，南國卻可不費力地分享關稅率降低的成果。

將第一階段求出的均衡解代回至第二階段，則可得到市場均衡結果：

$$Q_B^* = \frac{1}{4} \left[ (M - c) - \frac{5}{2} [E(a_B) + \mu^B (1 - a_B)] - \gamma \left( 1 - \frac{1}{2} a_B \right) \right] \quad (27)$$

$$Q_C^* = \frac{1}{4} \left[ (M - c) + \frac{3}{2} [E(a_B) + \mu^B (1 - a_B)] - \gamma \left( 1 - \frac{1}{2} a_B \right) \right] \quad (28)$$

由(27)、(28)兩式可得以下比較靜態結果：

$$\frac{\partial Q_B^*}{\partial \mu^B} = \frac{1}{8} \left[ -5(1 - a_B) + \gamma \frac{\partial a_B}{\partial \mu^B} \right] > 0, \quad \frac{\partial Q_C^*}{\partial \mu^B} = \frac{1}{8} \left[ 3(1 - a_B) + \gamma \frac{\partial a_B}{\partial \mu^B} \right] > 0, \quad (29)$$

$$\frac{\partial Q^*}{\partial \mu^B} = \frac{1}{4} \left[ -(1 - a_B) + \gamma \frac{\partial a_B}{\partial \mu^B} \right] > 0$$

$$\frac{\partial Q_B^*}{\partial E} = \frac{1}{8} \left( -5 + \gamma \frac{\partial a_B}{\partial E} \right) < 0, \quad \frac{\partial Q_C^*}{\partial E} = \frac{1}{8} \left( 3 + \gamma \frac{\partial a_B}{\partial E} \right) > 0,$$

$$\frac{\partial Q^*}{\partial E} = \frac{1}{4} \left( -1 + \gamma \frac{\partial a_B}{\partial E} \right) < 0 \quad (30)$$

$$\frac{\partial Q_B^*}{\partial \gamma} = \frac{\partial Q_C^*}{\partial \gamma} = \frac{-2 + a_B}{8} < 0, \quad \frac{\partial Q^*}{\partial \gamma} = \frac{-2 + a_B}{4} < 0 \quad (31)$$

在單一稅率下，北國提高環保標準時，一方面使北國廠商的環保成本增

加、競爭力下滑，另一方面因本國調降關稅率而使產量增加，整體而言，產出變動方向不定。但對南國而言，因與北國享有一致的關稅率而有較低的關稅，故出口量增加。防治邊際成本降低時，北國因成本降低、競爭力增強故出口量增加；南國出口量則須視關稅變動方向而定。若跨國污染程度增加，則因關稅率上升，故兩國的出口量均減少。整理為命題四。

**命題四：**在單一關稅制度的前提下，北國環保標準對北國出口量的影響方向無法確定，但必增加南國的出口量。防治技術進步則使北國出口量及本國之總進口量增加、南國出口量則不確定。跨國污染程度愈高，則南、北國出口量、總進口量皆下降。

將以上兩種情形做一比較，可以發現若北方提高環保標準，在可自由課稅下，對北方廠商利潤的影響雖不確定，但與對南方的影響必然是反向的，即若北方廠商因此得利，則南方廠商必然受損；反之亦然。但在單一稅率下，對北方廠商之利潤雖仍無法確定，但必然使南方廠商的利潤增加。在防治技術進步與跨國污染增強的情形下，相較於獨立關稅，單一關稅對南國而言均較有利。這是因為，單一關稅下，南國享有與北國同樣的稅率，因此當北國在環保議題上有所貢獻時（如嚴格的環保政策或防治技術進步），南國可“分享”北國的成果；反之，若北方放寬環保標準，南國將因此受損。

## 2.3 與北國簽定自由貿易協定

本節探討本國與北國自由貿易下( $t_B = 0$ ，設 $t_C = t'_C$ )之最適關稅與社會福利分析。

由一階條件可求得與北國自由貿易下南、北兩廠商的反應函數：

$$Q_B = \frac{1}{2} [M - Q_C - c - E(a_B) - \mu^B(1 - a_B)] \quad (32)$$

$$Q_C = \frac{1}{2}[M - Q_B - c - t'_C] \quad (33)$$

聯立求解(32)、(33)兩式，可得南、北兩廠商的最適產量：

$$Q_B^* = \frac{1}{3}[(M - c) - 2[E(a_B) + \mu^B(1 - a)] + t'_C] \quad (34)$$

$$Q_C^* = \frac{1}{3}[(M - c) + [E(a_B) + \mu^B(1 - a_B)] - 2t'_C] \quad (35)$$

推回第一階段，將福利函數對  $t'_C$  全微分，可得本國社會福利極大化之一階條件為：

$$\frac{dW_A}{dt'_C} = \frac{\partial Q}{\partial t'_C} Q - \gamma \left[ (1 - a_B) \frac{\partial Q_B}{\partial t'_C} + \frac{\partial Q_C}{\partial t'_C} \right] + Q_C + t'_C \frac{\partial Q_C}{\partial t'_C} = 0 \quad (36)$$

由上式可解得本國與北國自由貿易的情形下，對南國的最適關稅率：

$$t'_C = \frac{1}{11} [(M - c) + 4[E(a_B) + \mu^B(1 - a_B)] + 3\gamma(1 + a_B)] \quad (37)$$

由(37)式可得以下的比較靜態結果：

$$\begin{aligned} \frac{\partial t'_C}{\partial \mu^B} &= \frac{1}{11} \left[ 4(1 - a_B) + 3\gamma \frac{\partial a^B}{\partial \mu^B} \right] > 0, \quad \frac{\partial t'_C}{\partial E} = \frac{1}{11} \left[ 4 + 3\gamma \frac{\partial a^B}{\partial E} \right] < 0, \\ \frac{\partial t'_C}{\partial \gamma} &= \frac{3(1 + a_B)}{11} > 0 \end{aligned} \quad (38)$$

與北國自由貿易等同於在經濟上將北國廠商視為本國廠商，因此當北國廠商改善防治比例時（因污染稅提高或因防治邊際成本降低），不同於前述兩種狀況，此時對本國而言，可視為“本國(B)”廠商相對“外國(C)”廠商的產品更形乾淨，因此對南國的關稅率將提高。另一方面，污染稅提高、防治

技術進步分別相當於“本國”廠商成本提高、降低，故本國政府將因此增加、減少對本國的保護，即拉高、調低對南國的關稅。綜合以上兩種效果，而有上式前兩項之比較靜態結果。此外，若跨國污染程度增加，則本國會提高對南國的關稅率以維護環境品質。整理為命題五。

命題五：在本國與北國自由貿易的前提下，北國的環保標準及污染的外溢效果對本國對南國的關稅率呈正向關係；污染防治邊際成本對南國關稅率的影響方向則無法確定。

將第一階段求出的均衡解代入第二階段，可得到市場均衡結果：

$$Q_B^* = \frac{1}{11} [4(M-c) - 6[E(a_B) + \mu^B(1-a_B)] + \gamma(1+a_B)] \quad (39)$$

$$Q_C^* = \frac{1}{11} [3(M-c) + [E(a_B) + \mu^B(1-a_B)] - 2\gamma(1+a_B)] \quad (40)$$

將(39)、(40)兩式分別對  $\mu^B, E, \gamma$  微分，可得下列各式：

$$\begin{aligned} \frac{\partial Q_B^*}{\partial \mu^B} &= \frac{1}{11} \left[ -6(1-a_B) + \gamma \frac{\partial a_B}{\partial \mu^B} \right] > 0, \frac{\partial Q_C^*}{\partial \mu^B} = \frac{1}{11} \left[ (1-a_B) - 2\gamma \frac{\partial a_B}{\partial \mu^B} \right] > 0, \\ \frac{\partial Q^*}{\partial \mu^B} &= \frac{1}{11} \left[ -5(1-a_B) - \gamma \frac{\partial a_B}{\partial \mu^B} \right] < 0 \end{aligned} \quad (41)$$

$$\frac{\partial Q_B^*}{\partial E} = \frac{1}{11} \left( -6 + \gamma \frac{\partial a_B}{\partial E} \right) < 0, \frac{\partial Q_C^*}{\partial E} = \frac{1}{11} \left( 1 - 2\gamma \frac{\partial a_B}{\partial E} \right) > 0,$$

$$\frac{\partial Q^*}{\partial E} = \frac{1}{11} \left( -5 - \gamma \frac{\partial a_B}{\partial E} \right) > 0 \quad (42)$$

$$\frac{\partial Q_B^*}{\partial \gamma} = \frac{1+a_B}{11} > 0, \frac{\partial Q_C^*}{\partial \gamma} = \frac{-2(1+a_B)}{11} < 0, \frac{\partial Q^*}{\partial \gamma} = \frac{-(1+a_B)}{11} < 0 \quad (43)$$

若北國提高污染稅率，對北國廠商而言，一方面因增加成本而減少出口，再者因南國關稅上升而提高競爭力、產出增加，整體來說影響方向不定。對南國而言作用方向相反，故仍不確定，但本國總進口量必然減少。防治技術進步下，北國廠商成本下降、競爭力提高，同時南國亦因關稅率降低而提高競爭力，且前者效果較強，故北國出口量增加、南國出口量減少，總數量變動方向不定。最後，若跨國污染程度增強，因南國關稅提高、削弱其相對競爭力，故北國出口量上升、南國下降，總數量減少。整理於命題六。

命題六：在本國與北國自由貿易的前提下，北國的環保標準對南、北國出口量的影響方向不定；污染技術進步與污染外溢效果均使北國出口量增加、南國出口量減少。

## 2.4 與南國簽定自由貿易協定

本節探討本國與南國自由貿易下( $t_C = 0$ ，設  $t_B = t'_B$ )之最適關稅與社會福利分析。

由一階條件可求得與南國自由貿易下南、北兩廠商的反應函數：

$$Q_B = \frac{1}{2} [M - Q_C - c - E(a_B) - \mu^B(1 - a_B) - t'_B] \quad (44)$$

$$Q_C = \frac{1}{2} [M - Q_B - c] \quad (45)$$

聯立求解(44)、(45)兩式，可得南、北兩廠商的最適產量：

$$Q_B^* = \frac{1}{3} [(M - c) - 2[E(a_B) + \mu^B(1 - a)] - 2t'_B] \quad (46)$$

$$Q_C^* = \frac{1}{3} [(M - c) + [E(a_B) + \mu^B(1 - a_B)] + t'_B] \quad (47)$$

推回第一階段，將福利函數對  $t'_B$  全微分，可得本國社會福利極大化之

一階條件為：

$$\frac{dW_A}{dt'_B} = \frac{\partial Q}{\partial t'_B} Q - \gamma \left[ (1 - a_B) \frac{\partial Q_B}{\partial t'_B} + \frac{\partial Q_C}{\partial t'_B} \right] + Q_B + t'_B \frac{\partial Q_B}{\partial t'_B} = 0 \quad (48)$$

由上式可得本國與南國自由貿易的情形下，對北國的最適關稅稅率：

$$t'_B = \frac{1}{11} \left[ (M - c) - 5[E(a_B) + \mu^B(1 - a_B)] + 3\gamma(1 - 2a_B) \right] \quad (49)$$

由上式可得以下的比較靜態結果：

$$\begin{aligned} \frac{\partial t'_B}{\partial \mu^B} &= \frac{1}{11} \left[ -5(1 - a_B) - 6\gamma \frac{\partial a_B}{\partial \mu^B} \right] < 0, \\ \frac{\partial t'_B}{\partial E} &= \frac{1}{11} \left[ -5 - 6\gamma \frac{\partial a_B}{\partial E} \right] > 0, \quad \frac{\partial t'_B}{\partial \gamma} = \frac{3(1 - 2a_B)}{11} > 0 \end{aligned} \quad (50)$$

與南國自由貿易等同於在經濟上將南國廠商視為本國廠商，故此時對本國而言，可視為“本國(C)”廠商相對於“外國(B)”廠商的產品污染較為嚴重。因此若北國提高環保標準，本國將因北國廠商成本提高及環境品質改善等雙重因素而降低北國的關稅；若污染防治技術進步，則因北國廠商成本降低與環境品質改善等兩種作用相反的因素，故北國關稅率的變動方向無法確定。最後，若跨國污染程度增加，對本國而言，一方面應對污染來源之一的北國加重課稅，另一方面又因北國污染相對南國輕微而應減低其關稅，故若北國產品相對乾淨許多(若  $a_B > \frac{1}{2}$ )，則後者效果較強、北國關稅率減少；反之亦然。整理為命題七。

命題七：在本國與南國自由貿易的前提下，北國的環保標準與其關稅率呈負向關係；防治技術變動對北國關稅率的影響方向無法確定；當污染外溢效果愈強，若北國防治污染比例超過五成，則其關稅率降低，反之亦然。

將第一階段求出的均衡解代入第二階段，可得到市場均衡結果：

$$Q_B^* = \frac{1}{11} \left[ 3(M - c) - 4[E(a_B) + \mu^B(1 - a_B)] - 2\gamma(1 - 2a_B) \right] \quad (51)$$

$$Q_C^* = \frac{1}{11} \left[ 4(M - c) + 2[E(a_B) + \mu^B(1 - a_B)] + \gamma(1 - 2a_B) \right] \quad (52)$$

$$\frac{\partial Q_B^*}{\partial \mu^B} = \frac{-4}{11} \left[ (1 - a_B) - \gamma \frac{\partial a_B}{\partial \mu^B} \right] > 0, \quad \frac{\partial Q_C^*}{\partial \mu^B} = \frac{2}{11} \left[ (1 - a_B) - \gamma \frac{\partial a_B}{\partial \mu^B} \right] > 0, \quad (53)$$

$$\frac{\partial Q^*}{\partial \mu^B} = \frac{-2}{11} \left[ (1 - a_B) - \gamma \frac{\partial a_B}{\partial \mu^B} \right] < 0$$

$$\frac{\partial Q_B^*}{\partial E} = -\frac{4}{11} \left( 1 - \gamma \frac{\partial a_B}{\partial E} \right) < 0, \quad \frac{\partial Q_C^*}{\partial E} = \frac{2}{11} \left( 1 - \gamma \frac{\partial a_B}{\partial E} \right) > 0,$$

$$\frac{\partial Q^*}{\partial E(a_B)} = -\frac{2}{11} \left( 1 - \gamma \frac{\partial a_B}{\partial E} \right) < 0 \quad (54)$$

$$\frac{\partial Q_B^*}{\partial \gamma} = \frac{-2(1 - 2a_B)}{11} > 0, \quad \frac{\partial Q_C^*}{\partial \gamma} = \frac{1 - 2a_B}{11} > 0, \quad \frac{\partial Q^*}{\partial \gamma} = \frac{-(1 + 2a_B)}{11} < 0 \quad (55)$$

以上結果可由關稅的比較靜態結果加以瞭解。當北國強化環保標準時，一方面使北國廠商成本增加，另一方面因本國降低北國關稅而提升競爭力，故北國出口量之變動方向無法確定。同理，南國的出口量變動方向亦無法確定，但與北國方向相反。污染防治技術進步時，因北國成本降低，故北國廠商產量（利潤）增加、南國的下降，且總進口量增加。最後，若跨國污染惡化且北國的污染防治比例超過五成，則北國將因進口關稅率獲得調降而增加出口（利潤），南國則降低出口（利潤），反之亦然。結果整理於命題八。

命題八：在本國與南國自由貿易的前提下，北國環保標準對南、北國的

產量影響方向不確定，但二者相反；污染防治邊際成本與北國（南國）產量呈負（正）向的關係；而若北國廠商污染防治比例超過五成，則污染外溢效果愈強，北國出口量增加、南國出口量減少。

## 2.5 小結

將上述四種情形之結果整理如下表 1：

表 1 四種不同情形下之比較靜態結果

	北國提高污染稅	污染防治技術進步	跨國污染程度加劇
(一)自由課徵 關稅	北國關稅率：↓ 南國關稅率：↑或↓ 北國廠商利潤：↑或↓ 南國廠商利潤：↓或↑	北國關稅率：↑或↓ 南國關稅率：↓ 北國廠商利潤：↑ 南國廠商利潤：↓	北國關稅率：↑ 南國關稅率：↑ 北國廠商利潤：↑或↓ 南國廠商利潤：↓
(二)單一關稅	單一關稅率：↓ 北國廠商利潤：↑或↓ 南國廠商利潤：↑	單一關稅率：↑或↓ 北國廠商利潤：↑ 南國廠商利潤：↑或↓	單一關稅率：↑ 北國廠商利潤：↓ 南國廠商利潤：↓
(三)與北國自 由貿易	南國關稅率：↑ 北國廠商利潤：↑或↓ 南國廠商利潤：↑或↓	南國關稅率：↑或↓ 北國廠商利潤：↑ 南國廠商利潤：↓	南國關稅率：↑ 北國廠商利潤：↑ 南國廠商利潤：↓
(四)與南國自 由貿易	北國關稅率：↓ 北國廠商利潤：↑或↓ 南國廠商利潤：↓或↑	北國關稅率：↑或↓ 北國廠商利潤：↑ 南國廠商利潤：↓	北國關稅率：↑或↓ 北國廠商利潤：↓或↑ 南國廠商利潤：↑或↓

資料來源：本研究

比較各種情況，由上表可知，在本國可自由課稅（以下簡稱情況一）、與北國（以下簡稱情況三）或南國自由貿易（以下簡稱情況四）等三種情形

下，因本國可針對環境污染程度不同的南、北兩國給予差別待遇，故其結果會異於最惠國待遇原則須對兩國一視同仁下（以下簡稱情況二）的結果。如若污染防制的邊際成本的變動速度愈慢（即  $E''$  愈小），則北國廠商的污染防治比例對北國關稅率的敏感度（即  $\frac{\partial a_B}{\partial \mu_B}$ ）愈高，此時若北國政府提高環保標準，因北國廠商會大幅提高防治比例，誘使本國大幅降低對北國的進口關稅率，故此時（不論何種情況下）北國的利潤上升的可能性愈大。對南方而言，在情況一、三、四中，因本國可對兩國給予差別待遇，因此，在北國競爭力提升的同時，南國競爭力相對下降，故南國利潤惡化的可能性愈高。但在情況二中，因南、北兩國面對相同的稅率，故此時南國將托北國的福而使利潤增加。

同理，若北國的污染防治比例對防治技術的敏感性愈高（即  $\left| \frac{\partial a_B}{\partial E} \right|$  愈大），則當防治技術進步時，因防治比例快速上升誘使本國降低北國的關稅率，故各種情況下，北國的關稅率降低、利潤提高的可能性愈高。而在情形一、三、四中，因南國的相對競爭力下降，故其利潤惡化的程度愈大；情形二中，南國因享有與北國一致的關稅率，使其利潤下降的程度較小，甚至可能獲得改善。

若污染外溢效果增加，此時北國產品的污染程度雖提高，但相對於南國產品卻更形乾淨。因此，於情形一中，北國的關稅率增加幅度亞於南國，故若北國相對夠乾淨（防治比例大於  $2/3$ ），則北國利潤將因此改善、南國之利潤則惡化。情形二中，因北國需與南國綁在一起，故兩國關稅率同幅上升，如同成本的增加，故南、北兩國的利潤均惡化。情形三中，因只對南國課徵關稅，故南國之關稅率將因跨國污染程度加劇而上升，導致北國的利潤增加、南國的惡化。最後，情形四中，因只對北國課徵進口關稅，若北國相對乾淨達一定程度（防治比例大於  $1/2$ ），則考量環境品質下，本國對北國的關稅率將不升反降，改善北國利潤、惡化南國之利潤，反之亦然。

### III、不同情況下關稅率與社會福利之比較

本節旨在比較各種貿易政策下，關稅稅率的高低以及社會福利的良窳。

#### 3.1 關稅率的比較

因防治污染需投入成本，若  $\mu^B \rightarrow 0$ ，當北國政府不課徵污染稅時，廠商將失去防治污染的誘因，故污染防治比率亦趨近於零 ( $a_B \rightarrow 0$ )，連帶使得污染防治成本趨近於零 ( $E(a_B) \rightarrow 0$ )。代入(11)、(12)、(25)、(37)、(49)等式，可得： $t_B = t = t_C > t'_B = t'_C$ 。可由以下兩點解釋該結果：1. 當  $\mu^B \rightarrow 0$  時，因本國面對完全相同的南、北兩國，故不論是分別課稅 ( $t_B$ 、 $t_C$ ) 或符合最適待遇原則 ( $t$ ) 下，兩國被課徵的關稅率皆相同，即  $t_B = t = t_C$ 。2. 當本國與任一國簽定優惠貿易協定時，對另一國的關稅率也會跟著降低，以避免由與之自由貿易的國家廠商獨占本國市場，而產生消費者剩餘的損失，因此  $t_B > t'_B$ 、 $t_C > t'_C$ 。

當  $\mu^B > 0$  時，比較(11)、(12)、(25)、(37)、(49)等式，可知  $t_C > t > t_B > t'_C > t'_B$ 。這是因為：1. 若本國可對南、北兩國自由課稅，則因南國產品污染程度相對較高，故本國為考量環境品質，而對南國有較高之進口關稅率，即  $t_C > t_B$ 。2. 最惠國待遇下，單一關稅率必介於兩國各自的稅率間，故  $t_C > t > t_B$ 。3. 如前述，若本國與任一國自由貿易，亦會調降對另一國的關稅率。尤其若本國與南國自由貿易，因南國產品的污染程度高，故相較於與北國自由貿易下對南國課徵的關稅率，本國會給予北國更低的稅率，因此  $t_C > t > t_B > t'_C > t'_B$ 。

#### 3.2 社會福利的比較

將各情況下的均衡解代入福利函數(3)式，可得： $W_A^1 > W_A^2 > W_A^3 > W_A^4$ ，

其意義為若本國將環境品質納入福利函數中，面對高污染的南國與低污染的北國時，採行不同的貿易措施下之福利效果依序為：對南、北兩國自由課稅（情形一）下的福利最佳，最惠國待遇下採用單一關稅（情形二）之福利次之，與北國自由貿易（情形三）的福利效果第三，與南國自由貿易（情形四）的福利最差。

自由課稅下由於本國的彈性最大—可對高污染的南國課以較重的進口關稅，故本國的福利最佳。相對的，與任一國家結盟由於選擇關稅率的“自由度”最小，故福利較差。其中，若與污染程度高的南國自由貿易，本國為使環境品質不致過於惡化，需同時大幅降低對北國的關稅率，故此情形下本國的福利狀況最差。

## IV、結 論

本文建構一三國兩廠的寡占市場模型，並採取第三地市場的貿易架構—除只消費不生產的本國外，生產的兩國一為北國（低污染），一為南國（高污染），且此產品的生產過程會產生跨國境的污染。文中討論：1.本國可自由對南、北兩國課徵關稅 2.在最惠國待遇原則下，對南、北兩國課徵統一關稅 3.與南國簽定區域貿易協定，僅對北國課徵關稅 4.與北國簽定自由貿易協定，僅對南國課徵關稅等四種情形下，最適的關稅率與福利的分析與比較，並探討各種情況下，北國提高環保標準、污染防治技術進步與污染外溢效果加重等情況下，對南北兩國與對本國的影響。

本文的主要結論如下：首先，若北國廠商的污染防治比例對北國污染稅率的敏感度愈高，此時若北國政府提高環保標準，不論何種情況下北國的利潤上升的可能性愈大。對南方而言，在情況一、三、四中，因本國可對兩國給予差別待遇，因此，在北國競爭力提升的同時，南國競爭力相對下降，故南國利潤惡化的可能性愈高。但在情況二中，因南、北兩國面對相同的稅

率，故此時南國將托北國的福而使利潤增加。

其次，若北國的污染防治比例對防治技術的敏感性愈高，則當防治技術進步時，在所有情況下，北國關稅率降低、利潤提高的可能性愈高。而在情形一、三、四中，因南國的相對競爭力下降，故其利潤惡化的程度愈大；情形二中，南國因享有與北國一致的關稅率，使其利潤下降的程度較小，甚至可能獲得改善。

第三，若污染外溢效果增加，此時北國產品的污染程度雖提高，但相對於南國產品卻更形乾淨。因此，在情形一中，北國的關稅率增加幅度低於南國，故若北國相對夠乾淨（防治比例大於  $2/3$ ），則北國利潤將因此改善、南國之利潤則惡化。情形二中，因兩國關稅率同幅上升，故南、北兩國的利潤均惡化。情形三中，因只對南國課徵關稅，故南國之關稅率將因跨國污染程度加劇而上升，導致北國的利潤增加、南國的惡化。最後，情形四中，因只對北國課徵進口關稅，若北國相對乾淨達一定程度（防治比例大於  $1/2$ ），則本國對北國的關稅率將不升反降，改善北國利潤、惡化南國之利潤。

第四，四種情形中，關稅率的大小依序為：自由課稅下對南國的關稅率最高、單一關稅率為次高、其次為自由課稅下對北國的關稅率、與北國貿易同盟下對南國之關稅率為次低、與南國貿易同盟下對北國之關稅率則為最低。這是因為：若本國可對南、北兩國自由課稅，則因南國產品污染程度相對較高，故本國為考量環境品質，而對南國有較高之進口關稅率。在最惠國待遇下，單一關稅率必介於兩國各自的稅率間。若本國與任一國自由貿易，亦會調降對另一國的關稅率，尤其若本國與南國自由貿易，因南國產品的污染程度高，故相較於與北國自由貿易下對南國課徵的關稅率，本國會給予北國更低的稅率，因此有上述之結果。

最後，各種情形中，社會福利的改善結果依次為：對南、北兩國自由課稅最佳，次佳為最惠國待遇下採用單一關稅，再其次為與北國自由貿易，最差者為與南國自由貿易。其意義為若本國將環境品質納入福利函數中，面對

高污染的南國與低污染的北國時，採行不同的貿易措施下之福利效果依序為：對南、北兩國自由課稅（情形一）下的福利最佳，最惠國待遇下採用單一關稅（情形二）之福利次之，與北國自由貿易（情形三）的福利效果第三，與南國自由貿易（情形四）的福利最差。其政策意涵有二：一是在同質產品且需求函數為線性時，因貿易轉向效果大於貿易創造效果，故貿易同盟（無論與北國或南國結盟）雖使消費者能以較低的價格買到商品，但整體福利卻是惡化的。其次，納入環境因素的考量後，與低污染的北國結盟之福利效果將優於與高污染的南國結盟之福利效果。

## 附 註

1. 如中國大陸所產生的空氣污染，不僅影響日本、韓國的空氣品質，甚至連遠在太平洋彼岸的美國西岸亦受到波及。
2. Conrad (1993) 探討兩國皆有一從事 Cournot 競爭的同質廠商時，在非合作均衡下，政府為增加本國廠商的出口競爭力，故會降低污染稅，導致污染量的增加。Kennedy (1994) 旨在探討若全球市場為非完全競爭形態，各國政府間的策略性互動會如何影響最適環境政策。Ludema 與 Wooton (1994) 指出，出口國存在改善污染防治水準的誘因，以促使進口國對其課徵較低的關稅。Gowdy (1995) 認為資源的過度開發將使得效用水準降低，因此各國應將污染成本內部化方能改善社會福利。Tanguay (2001) 則在兩國貿易模型下，討論兩國政府如何策略性運用關稅及污染稅兩種政策工具以追求社會福利極大。
3. 本文假設污染防治之單位成本僅為防治比例的增函數，而與產量無關，即  $\frac{\partial E}{\partial Q_B} = 0$ 。換言之，污染防治技術為固定規模報酬。
4. 由(5)式可得  $\frac{\partial a_B}{\partial E} = -\frac{\partial E'(a_B)/\partial E}{E''(a_B)}$ ，分母為防治比例對防治邊際成本的影響，依文中定義此項為正；分子則表示防治成本變化對防治邊際成本的影響。因此，若防治成本(E)下降的原因來自於防治邊際成本的降低（即分子為正），則  $\frac{\partial a_B}{\partial E} < 0$ ，表防治技術進步將使防治比例上升。然而，若防治成本的降低導因於固定防治成本的降低而與邊際防治成本無關（即分子為零），則防治技術進步將不影響防治比例，故

$\frac{\partial a_B}{\partial E} = 0$ 。因節省固定防治成本型態的防治技術進步並不影響北國廠商的防治比例、

兩國廠商的生產行為及本國的最適關稅率，故本文不予討論。因此，文中所述之“防治技術進步”指的均是降低邊際防治成本型態的技術進步。

5. 北國廠商之防治技術進步因降低邊際防治成本而使其利潤提高。雖然有可能因而使本國對北國的關稅率提高而抵銷掉部分技術進步帶來的利潤改善，但整體而言，防治技術進步仍使北國廠商競爭力相對南國提高，北國的出口量（利潤）將因而增加、南國則減少，故北國廠商仍有動機研發防治技術改善的方法。詳細證明請見下文。
6. 將南、北兩廠商之第二階段均衡產量（(7)式及(8)式）代入其利潤函數(1)及(2)式中，可得：
$$\pi_B = \left\{ \frac{1}{3} [M - c - 2[E - \mu^B(1 - a_B) - t_B] + t_C] \right\}^2 = Q_B^{*2},$$
$$\pi_C = \left\{ \frac{1}{3} [M - c + E + \mu^B(1 - a_B) + t_B - 2t_C] \right\}^2 = Q_C^{*2},$$
故有正文中利潤與產量變動方向一致之結論。其他三種狀態下亦同，茲不贅述。
7. 因四種情況中，北國廠商對防治成本之一階條件均相同（均為(5)式），故以下不再贅述。

## 參考文獻

- Buchanan, J., 1969. "External Diseconomies, Corrective Taxes, and Market Structure," *American Economic Review*. 59: 174-177.
- Chichilnisky, G., 1994. "North-South Trade and the Global Environment," *American Economic Review*. 84: 851-874.
- Conrad, K., 1993. "Taxes and Subsidies for Pollution-Intensive Industries as Trade Policy," *Journal of Environmental Economics and Management*. 25: 121-135.
- Copeland, B. and M. Taylor, 1994. "North-South Trade and the Environment," *The Quarterly Journal of Economics*. 103: 755-787.
- Copeland, B., and M. Taylor, 1995. "Trade and Transboundary Pollution," *American Economic Review*. 85: 716-737.
- Gowdy, J., 1995. "Trade and Environment Sustainability: An Evolutionary Perspective," *Review of Social Economy*. 53: 493-510.
- Kennedy, P., 1994. "Equilibrium Pollution Taxes in Open Economics with Imperfect Competition," *Journal of Environmental Economics and Management*. 27: 49-63.
- Kohn, R., 2000. "Abatement and the Pollution Haven," *Rivista Internazionale di Scienze Economiche e Commerciali*. 47: 255-265.
- Krugman, P. and M. Obstfeld, 2000. *International Economics—Theory and Practice*, N.Y.: Addison-Wesley.
- Liang, W., 2000. "Trade Liberalization, Transboundary Pollution, and the Global Pollution Agreement," *Taiwan Economic Review*. 28: 185-202.
- Ludema, R., and L. Wooton, 1994. "Gross-Border Externalities and Trade Liberalization: The Strategic Control of Pollution," *Canadian Journal of Economics*. 27: 950-966.
- Pigou, A., 1932. *The Economics of Welfare*. London: MacMillan.
- Tanguay, G., 2001. "Strategic Environmental Policies under International Duopolistic Competition," *International Tax and Public Finance*. 8: 793-811.

# Cross-Border Externalities and Trade Union

Wei-Chuan Yang<sup>\*</sup>, Deng-Yang Chou<sup>\*\*</sup>, and Cheng-Liang Chen<sup>\*\*\*</sup>

*This paper constructs a 3-country, 2-firm oligopoly model which consists of a home country with no production, a low-polluted north country, and a high-polluted south country. Trans-boundary pollutions to the home country are presumed. Optimal tariff and social welfare are analyzed under the following four cases: 1. the home country impose differential tariff, 2. union tariff to obey the most favored nation principle, 3. trade union with the north country, 4. trade union with the south country. In addition, the effects of increasing pollution tax by the north country, improved technology of pollution-abatement, and cross-border pollution increase on the profit and social welfare are studied. The results indicate that if the north firm's abatement ratio is more sensitive to the pollution tax, then the north country will likely improve welfare by north government's raise of pollution tax. As for the south country, the profit will be improved under uniform tariff situation and decreased under the other cases. For the home country, if environmental quality is considered in the welfare function, the welfare will be increased most by imposing differential tariffs, secondly by adopting uniform tariff, thirdly by free trade with the North, and least by free trade with the South.*

*Keywords: cross-border pollution, trade union, most favored nation, welfare analysis*

---

\* Assistant Professor, Department of International Trade, National Taichung Institute of Technology.

\*\* Professor, Department of Economics, National Chung-Cheng University.

\*\*\* Master, Graduate Institute of Business Administration, Da-Yeh University.