

炭素稅가 鐵鋼・金屬産業에 미치는 效果*

—CGE模型을 利用한 謀議分析—

金 一 中**・申 東 天***

논문 초 록 :

이산화탄소 배출량을 규제하기 위한 탄소세가 에너지집약적인 동시에 환경집약적 산업이며, 에너지부문을 제외한 산업들 중에서 상대적으로 탄소세의 영향을 크게 받게 될 철강·금속산업에 미치는 효과를 계산가능한 일반균형모형을 이용하여 모의분석하였다. 철강·금속산업을 세분화하여 탄소 배출 톤당 3달러와 10달러가 부과될 때 이 부문들의 산출량의 변화와 수출입의 변화를 계산하였다. 탄소세 부과는 화석연료와 관련된 산업의 생산비조건을 악화시킴으로써 화석연료와 관련된 산업의 재화들을 중간투입물로 사용하는 산업들, 특히 철강·금속산업의 생산에 영향을 주게 되며, 이는 철강·금속산업제품들을 중간투입물로 사용하는 산업들에 영향을 주게 된다. 본 연구는 이러한 환류효과들을 포함한 탄소세의 효과를 계산하였다.

핵심주제어 : 탄소세, 철강·금속 산업, CGE모형.

경제학문헌목록 주제분류 : Q0

I. 序 論

탄소세는 석탄, 석유 및 천연가스 등의 연소로부터 배출되는 탄소량을 줄여 지구환경조건의 악화를 방지 내지는 지체시키려는 목적을 가지고 부과되는 조세이다. 탄소세는 후진국들에게는 경제성장을 위해 필수적인 에너지사용을 제약하는 것이며, 선진국들에게 있어서도 현재 향유하고 있는 생활수준을 낮출 수 있다. 이에 따라 석유, 석탄, 천연가스와 같은 화석연료의 사용으로 발생하는 이산화탄소의 국제적인 배출량을 감소시키기 위한 논의가 활발하며, 이와

* 본 연구는 POSRI의 연구비지원으로 이루어졌으나 본 논문의 내용은 POSRI의 공식견해가 아님을 밝히며 익명의 논문심사위원들의 유익한 논평에 감사드린다.

** 동국대학교 무역학과 교수.

*** 연세대학교 경제학과 교수.

관련하여 환경문제를 국제무역과 연계하려는 움직임을 보이고 있다. WTO에서도 무역과 환경에 관한 위원회를 설치할 정도로 향후 세계경제에서 환경문제가 차지하는 비중이 점증할 전망이다. 이러한 상황은 97%에 이르는 에너지의 輸入依存도와 함께 고용과 경제성장에서 해외부문에 대한 의존도가 높은 한국경제에서 이산화탄소의 배출량규제가 産業과 輸出入構造에 미치는 영향을 파악하는 것은 향후의 경제성장정책과 이에 따른 에너지需給計劃을 수립하는 데 매우 중요한 사항이라고 할 수 있다.

이산화탄소의 배출량을 규제하는 데 효율적인 정책수단의 하나로 논의되고 있는 탄소세는 화석연료의 燃燒量에 비례하여 발생하는 이산화탄소 배출 톤당 일정 금액을 부과하는 직접적인 규제방법이라고 할 수 있다. 최근에 우리나라에서도 탄소 배출 톤당 3달러의 탄소세부과를 고려한다는 보도가 있을 정도로 OECD가입을 앞두고 국제적 환경기준을 수용하려는 움직임을 보이고 있다. 철강·금속산업은 에너지집약적인 동시에 환경집약적 산업으로서 에너지산업을 제외한 산업들 중에서 상대적으로 탄소세의 영향을 크게 받을 산업으로 평가된다. 우리나라의 철강·금속산업은 그 동안의 비약적인 발전으로 우리나라의 중요한 基幹産業 중 하나라는 점을 감안할 때 탄소세의 부과가 철강·금속산업에 미치는 영향을 파악하는 것은 철강·금속산업 자체뿐만 아니라 우리나라 경제 전체적으로도 매우 중요한 일임에 틀림없다.

이산화탄소 배출량규제를 위한 탄소세의 경제적 효과를 분석하기 위하여 사용될 수 있는 분석모형으로 計算可能한 一般均衡模型(computable general equilibrium model, 이하 CGE모형이라고 칭함)을 채택하여 외생적으로 배출탄소 톤당 일정 금액을 부과하는 것이 한국경제에 미치는 효과를 분석하였다. 이산화탄소 배출규제의 경제적 효과를 분석한 논문들을 보면 Manne and Richels(1990), Bergman(1991), Whalley and Wigle(1991), Jorgenson and Wilcoxon(1993)이 있으며, 특히 Jorgenson and Wilcoxon(1993)의 논문은 본 연구에서 사용하고 있는 전통적인 일반균형모형은 아니지만 이산화탄소 배출량의 규제기준을 달성하기 위한 에너지세, 탄소세 및 從價稅(ad-valorem tax)가 경제성장에 미치는 영향을 분석하고 있다. 이산화탄소 배출량규제가 한국경제에 미치는 영향과 관련된 연구로는 유상희(1994)와 Shin(1995)과 신동천(1996b) 등이 있다. 유상희(1994)모형은 투입-산출분석을 이용하여 稅收入에 관한 가정과 함께 TOE당 10달러의 탄소세와 에너지세가 산업에 미치는 영향

을 분석하고 있다. Shin(1995)에서는 전통적인 CGE모형을 이용하여 우리 나라의 1990년도 이산화탄소 배출량수준을 1985년의 수준으로 낮추기 위한 탄소세를 內生的으로 계산하고 우리 나라의 輸出入에 미치는 영향을 분석하고 있으며, 신동천(1996b)에서는 탄소세가 부과되지 않은 2000년의 한국경제를 構築하고 2000년도의 이산화탄소 배출량의 일정률을 줄이기 위한 탄소세와 에너지세의 경제적 효과를 비교분석하고 있다.

본 연구에서는 한국은행(1996)이 발표한 1993년도 산업연관표(연장표)를 이용하여 탄소세부과로부터 직접적인 영향을 받는 화석연료산업과 철강·금속산업을 세분화한 산업분류를 통하여 탄소세부과가 한국경제, 특히 철강·금속부문의 산출, 국내판매, 수출입, 가격에 미치는 영향을 평가하였다.

II. 模 型

본 연구에서는 가장 보편적이고 표준적인 CGE모형(Robinson, 1989 참조)을 이용하고 있다. 따라서, 상품 및 생산요소시장은 완전경쟁하에 있으며, 자본과 노동의 완전고용이 이룩되고 있으며, 家計와 企業들은 완전경쟁자로 행동하며, 그들이 직면한 제약조건하에서 목적함수를 適正化하는 것으로 가정한다. 탄소세가 우리 나라의 철강·금속산업에 미치는 영향을 분석하기 위해서는 한국경제의 변화가 국제시장에 미치는 영향과 그것의 還流效果(feedback effect)를 고려해야 하고, 따라서 한국의 무역상대국들의 경제를 모형화하여 세계경제 전체 속에서 그 효과를 분석하여야 하나, 세계경제 전체를 모형화하는 것이 대단히 어려운 일이며, 본 논문의 분석목표와 한국의 경제규모를 감안할 때 철강·금속산업을 제외한 다른 산업들의 국제시장가격은 고정된 것으로 가정한다. 다만 우리 나라의 철강·금속부문이 국제시장에서 차지하는 비중을 감안하여 철강·금속부문에 한하여 국내시장의 변화가 국제시장가격에 영향을 준다고 가정한다.

재화의 종류에 관하여 CGE모형에서 일반적으로 사용하고 있는 Armington(1969)의 가정을 채택하여 國內財와 輸入財는 相互 不完全代替財로서 수입재와 완전동질적인 재화는 국내에서 생산되지 않으며, 수출재는 국내에서 소비되지 않는다고 가정한다. 따라서, n 개 종류의 財貨群이 존재한다고 했을 때 국내재, 수입재 및 수출재 모두 $3n$ 개의 차별화된 재화가 존재하게 된다.

가계의 효용함수는 多層的 構造(nested structure)로 구성되어 있으며, 下位效用函數(subutility function)들은 國內財(XS_i)와 輸入財(M_i)로 구성된 식 (1)과 같은 CES형태를 갖고 있으며, 효용함수는 식 (2)와 같이 Cobb-Douglas 함수인 것으로 가정한다.

$$X_i \equiv AC_i [d_i M_i^{-a_i} + (1 - d_i) XS_i^{-a_i}]^{-\frac{1}{a_i}}. \quad (1)$$

$$U = \prod_{i=1}^n X_i^{c_i}, \quad \sum_{i=1}^n c_i = 1, c_i \geq 0. \quad (2)$$

家計는 所得의 一定率에 해당하는 家計저축을 뺀 家計所得과 재화가격들에 의한 예산제약하에서 효용을 극대화하는 國內재와 수입재의 수요량을 선택한다. 政府도 消費支出을 하며, 정부의 효용함수도 가계의 효용함수와 같은 다층적인 구조를 가진 함수로 가정하며, 정부 또한 주어진 재화가격들과 關稅收入, 直接稅, 間接稅, 炭素稅로 구성된 政府收入 중에서 일정률에 해당하는 정부저축을 제외한 지출범위 내에서 國內재 및 수입재를 소비하는 것으로 가정한다.

각 산업은 國內재와 수출재를 생산하며, 產出量(XD_j)은 노동과 자본이라는 本源的 生産要素에 의하여 생산되는 附加價值(VA_j)와 國內재와 수입재로 구성된 複合中間財(IN_{ij})들을 사용하여 다음과 같은 고정계수 생산기술(Leontief technology)에 의하여 생산된다고 가정한다.

$$XD_j \equiv \text{MIN} \left\{ \frac{VA_j}{v_j}, \frac{IN_{1j}}{io_{1j}}, \frac{IN_{2j}}{io_{2j}}, \dots, \frac{IN_{nj}}{io_{nj}} \right\}, \quad (3)$$

v_j, io_{ij} = 고정계수.

부가가치는 다음과 같은 Cobb-Douglas형의 생산함수에 의하여 생산되는 것으로 가정한다.

$$VA_i = AD_i [L_i^{b_i} K_i^{1-b_i}], \quad b_i \geq 0.$$

$$L_i = \text{노동투입량}, K_i = \text{자본투입량} \quad (4)$$

식 (3)에 의하여 생산되는 부문별 산출은 산출량이 주어졌을 때 아래와 같은 불변전환탄력성(constant elasticity of transformation: CET)함수에 의하여 국내재와 수출재로 나뉜다고 가정한다.¹⁾

$$XD_i = AT_i [q_i E_i^{\tau_i} + (1 - q_i) XS_i^{\tau_i}]^{\frac{1}{\tau_i}}. \quad (5)$$

경제에 존재하는 자본재(Z)는 유일하며, 이 자본재는 가계, 정부 및 해외부문이 가치저장의 수단으로 需要한다고 가정하며, 국내재와 수입재로 구성된 중간복합재를 투입물로 하여 다음과 같은 레온티에프생산기술에 의하여 공급된다고 가정한다.

$$Z = \text{MIN} \left\{ \frac{ID_1}{inr_1}, \frac{ID_2}{inr_2}, \dots, \frac{ID_n}{inr_n} \right\}.$$

$ID_i = i\text{복합재 투입량}, \quad inr_i = \text{고정계수} \quad (6)$

자본재 공급량은 實質總貯蓄(총저축액을 자본재가격으로 나눈 값)과 동일하게 된다고 가정한다.

본 연구가 사용하고 있는 소규모 개방경제에 관한 新古典學派模型의 경우 수입재의 가격과 철강·금속부문을 제외한 모든 부문들의 수출재가격은 국제시장에서 결정되어 고정되어 있는 것으로 가정하며 철강·금속부문 수출재의 국제시장가격과 수출량의 관계는 다음과 같은 輸出需要函數에 의하여 정의된다.²⁾

$$E_i = E_0 (PWE_i)^{-QE_i}. \quad (7)$$

E_i = 수출량, E_0 = 상수, $-QE_i$ = 수출수요의 가격탄력성

- 1) 부문별 산출(XD_i)이 주어졌을 때 CET함수는 수출재와 국내재 사이의 전환가능곡선(transformation curve)을 정의하며, 수출재와 국내재의 수량은 수출재와 국내재의 상대가격에 의하여 결정된다.
- 2) 본 연구의 기준연도인 1993년의 우리나라의 조강생산과 1인당 조강소비량은 모두 세계 6위이며, 철강재수출은 세계 8위, 수입은 세계 11위로 되었다. 일반적으로 특정 산업이 국제시장에 영향을 줄 수 있는지의 여부는 산업생산량과 수출입규모를 함께 고려하여야 한다. 본 연구에서는 한국의 철강·금속산업이 수출수요함수를 통하여 부분적으로 국제시장에 영향을 주는 것으로 가정하였다.

Robinson(1984)이 강조하고 있듯이 이러한 계산가능한 일반균형모형이 결정하는 것은 무역수지와 명목환율과 국내물가수준에 의하여 결정되는 실질환율의 안정된 관계이다. 즉, 무역수지가 주어지면 일반균형을 이루는 실질환율이 內生的으로 결정되며, 반대로 실질환율이 주어지면 역시 일반균형을 이루게 하는 무역수지가 내생적으로 결정된다. 따라서, 일반균형모형의 解를 구하기 위해서는 환율, 물가수준 및 무역수지 중에서 두 가지를 고정시켜야 한다. 본 논문에서는 분석목적이 탄소세가 우리 나라의 철강·금속부문의 산출, 국내판매, 수출입, 물가에 미치는 영향을 분석하는 것이며, 환율문제는 본 논문의 분석대상이 아니기 때문에 환율을 고정시키기로 한다. 환율을 고정시켰기 때문에 물가수준 또는 무역수지 중 어느 하나를 고정시킴으로써 모형의 균형값을 계산할 수 있다.

분석에서 사용할 모형의 일반균형방정식체계는 가계, 기업 및 정부의 적정화조건들과 재화 및 생산요소시장의 청산조건들로 구성되어 있다. n 개의 재화群이 있기 때문에 모두 $(18n+11)$ 개의 내생변수와 같은 수의 방정식들로 구성되어 있다. 본 논문에서와 같이 한국경제를 모두 20개 산업으로 통합하는 경우 모형의 연립방정식의 수는 총 371개가 되며, 일반균형은 相對價格體系만을 결정하므로 연립방정식체계로부터 370개의 내생변수의 균형값이 계산된다. 일반균형방정식체계는 부록에 제시하였으며, 일반균형값은 GAMS (general algebraic modeling system)를 이용하여 계산하였다.

Ⅲ. 資 料

우리 나라 경제의 생산기술체계에 관한 가장 최신의 자료는 한국은행(1996)이 발표한 1993년도의 産業聯關表(연장표)로서 본 연구에서는 1993년도 산업연관표에 나타난 405산업부문을 20개 산업으로 재분류하여 통합하였다. 특히 탄소세와 관련된 화석연료산업과 철강·금속산업을 강조하여 세분화하였다(<표 4> 참조).

CGE모형을 이용하여 모의분석을 하기 위해서는 가정된 함수들의 母數값들을 알아야 한다. 이러한 모수들 가운데는 가정된 함수형태와 기준연도의 관찰된 內生變數들로부터 결정할 수 있는 것들도 있으나 國內財와 輸入財의 代替彈力性和 같이 기존의 다른 연구로부터 얻어야 하는 것들도 있다. 기준연도의

모수를 결정하기 위해서는 일단 기준연도의 기본자료－투입산출표, 국민소득 계정, 조세자료 등－들을 이용하여 기준연도의 각 內生變數들이 서로 일관성을 유지하도록 기본자료를 재조정하는 것이 필요하다. 그러나 기준연도에서 관찰된 내생변수들의 균형값들을 CGE모형의 방정식체계가 그대로 재현할 수 있게 하는 효용함수, 부가가치함수 및 생산함수들의 母數 전부를 결정할 수는 없다. 물론 효용함수와 부가가치함수는 Cobb-Douglas형인 것으로 가정하고 있기 때문에 기준연도의 관찰치들로부터 이들 함수와 관련된 모수들을 추정해 낼 수 있으나 Armington함수(식 (1))의 국내재와 수입재의 代替彈力性이나 생산에 있어서 불변전환탄력성함수의 수출재와 국내재의 轉換彈力性은 기존의 연구결과들을 이용하여야 한다. 본 논문에서는 수입재와 국내재의 대체탄력성에 관한 자료는 신동천(1996a)과 Stern and Deardorff(1986)의 추정결과를 혼합하여 사용하였고, 수출재와 국내재 사이의 불변전환탄력성은 Melo and Tarr(1992)가 가정한 數値를 사용하였다. 모형에서 사용하는 국내재와 수입재의 대체탄력성과 국내재와 수출재의 전환탄력성은 <부록 2>에 제시되어 있다.

탄소세의 도입이 철강·금속부문의 산출과 수출입 및 가격에 미치는 효과를 분석하기 위해서는 산업부문별 대체탄력성과 전환탄력성의 가정과 함께 모수 추정(model calibration)을 통하여 복사된 기준연도의 경제(즉, 1993년의 한국 경제)를 묘사하는 사회회계행렬(social accounting matrix)이 작성되어야 한다. 사회회계행렬은 특정 연도의 거시경제를 행렬의 합이 같도록 하는 일관성을 유지하면서 각 경제주체들의 지출과 수입, 생산활동과 시장거래를 나타낸 표라고 할 수 있다. 모의분석을 위하여 작성된 1993년도 우리 나라 경제의 사회회계행렬은 <표 1>에 제시되었다. 列은 해당 경제주체 또는 시장의 지출을 의미하며, 行은 해당 경제주체 또는 시장의 수입을 나타낸다. 1993년도의 우리 나라 경제의 총산출은 중간투입 340,243.732십억 원, 피용자보수, 영업잉여 및 감가상각의 합계가 247,448십억 원, 간접세 26,646.090십억 원을 합하여 614,337.875십억 원으로 계산되었다. 이러한 투입측면에서 파악한 총산출은 국내재 중간수요 279,244.303십억 원과 소비지출 141,232.709십억 원, 정부지출 29,463.729십억 원, 투자지출 87,411.973십억 원, 수출 76,985.161십억 원으로 구성된 국내재 최종수요를 합한 수요측면에서 파악한 총산출과 일치하게 된다.

화석연료의 연소에 따른 이산화탄소 배출량은 BTU와 같은 열량 단위당 배

〈표 1〉 1993년도 사회회계행렬(SAM)

(단위: 10억 원)

	생산활동	상 품	가 계	정 부	해 외	자 본	계
생산활동		(1) 279244.303	(2) 141232.709	(3) 29463.729	(4) 76985.161	(5) 87411.973	614337.875
상 품	(6) 340243.732						340243.732
가 계	(7) 247448.053						247448.053
정 부	(8) 26646.090		(9) 16413.500		(10) 3648.085		46707.675
해 외		(11) 60999.429	(12) 6346.472			(13) 10998.924	78344.825
자 본			(14) 83455.372	(15) 17243.946	(16) -2288.421		98410.897
계	614337.875	340243.732	247448.053	46707.675	78344.825	98410.897	

(1) 국내생산재에 대한 중간수요,

(3) 정부의 최종수요,

(5) 투자수요,

(7) 가계소득,

(9) 직접세,

(11) 중간투입을 위한 수입수요,

(13) 투자를 위한 수입수요,

(15) 정부저축,

(2) 가계의 최종수요,

(4) 수출수요,

(6) 중간투입계,

(8) 간접세,

(10) 관세수입,

(12) 가계의 최종재 수입수요,

(14) 민간저축,

(16) 해외저축(무역수지 적자).

출량으로 계산하거나 혹은 해당 화석연료의 단위당 배출량으로 계산할 수 있다. 본 연구에서는 해당 화석연료 단위당 배출량으로 계산하여 석탄 톤당 0.5902톤, 석유 배럴당 0.1241톤, 천연가스 천입방피트당 0.0149톤의 이산화탄소 배출계수를 가정하였다.

IV. 分析結果

원유나 천연가스와 같은 주요 화석연료를 輸入에만 의존하는 우리 나라 경제에서 이들 수입화석연료에 대한 탄소세의 부과는 관세와 동일한 경제적 효과를 갖는다. 석탄의 경우는 수입도 되고 국내생산도 되기 때문에 수입석탄은 관세형태로, 국내에서 생산되는 석탄은 생산세의 형태로 탄소세를 부과하는 것으로 가정한다. 원유를 중간투입물로 사용하는 국내생산 석유제품, 천연가

스를 중간투입물로 사용하는 국내생산 도시가스, 수입석탄 및 국내생산 석탄을 중간투입물로 사용하는 국내생산 석탄제품의 경우는 이미 원유와 천연가스輸入에 대하여 탄소세를 부과하였기 때문에 이들에 대한 탄소세부과는 이중과세가 된다. 따라서, 석유제품과 석탄제품의 경우는 수입품에 한해서 탄소세를 부과하는 것으로 가정한다.

최근에 OECD 가입과 함께 논의되고 있는 탄소세도입은 탄소 톤당 3달러 정도를 부과하는 것으로서 화석연료의 종류에 따라 단위당 배출량이 상이하므로 화석연료단위당 조세액은 상이하다. 탄소 톤당 3달러의 탄소세를 재화단위당 조세액으로 환산하면 석탄은 톤당 1.7706달러이며, 석유는 배럴당 0.3723달러, 천연가스는 천입방피트당 0.0447달러에 해당된다. 본 연구에서는 비교를 위하여 탄소 톤당 3달러와 10달러의 탄소세를 부과하는 경우, 우리 나라 경제, 특히 철강·금속산업의 산출과 수출입에 미치는 효과를 모의분석하였다. 모의분석에 있어서 우리 나라의 철강·금속산업의 변화가 국제시장에 영향을 주어서 철강·금속의 국제시장가격을 변화시킨다는 가정하에서 수출수요함수를 가정하였다(식 (6) 참조). 수출수요함수를 가정하는 경우 수출수요의 가격탄력성에 관한 자료가 있어야 하나 우리 나라 철강산업의 수출수요가격탄력성에 관한 자료가 없으므로 저탄력적인 경우(0.1인 경우), 평균적인 경우(2인 경우), 고탄력적인 경우(4인 경우)로 나누어 분석하였다.³⁾

탄소세부과로 인한 이산화탄소 배출량 감소율을 보면 탄소 톤당 3달러의 탄소세를 부과하는 경우와 비교하여 10달러를 부과하는 경우가 평균적으로 약 3배의 감소율을 보이는 것으로 계산되었다. 이산화탄소 배출량 감소율은 철강·금속산업의 수출수요가격탄력성에 크게 민감하지 않은 것으로 평가되었다. 탄소세부과로 인한 국내총생산(GDP)의 변화를 보면 탄소 톤당 3달러를 부과하는 경우 국내총생산이 평균적으로 0.155% 정도 감소하는 것으로 계산되며, 탄소 톤당 10달러의 경우는 평균적으로 0.510% 정도 감소되는 것으로 계산되었다. 탄소세액은 3달러에서 10달러로 3.3배 정도 증가함에 따라 국내총생산감소율은 4.5배 정도 증가하는 것으로 계산된다. 일반적으로 탄소세부과로 인한 국내총생산의 감소율은 탄소세율의 증가와 함께 점증하는 것으로 알려져 있다.⁴⁾

3) 분석결과는 수출을 제외하고 산출, 국내판매, 수입은 수출수요의 가격탄력성 변화에 크게 민감하지 않은 것으로 평가되었다.

4) 탄소세율과 국내총생산감소율의 관계에 관한 분석은 신동천(1996b) 참조.

〈표 2〉 이산화탄소 배출량 감소율

	수출수요가격탄력성 = 0.1		수출수요가격탄력성 = 2		수출수요가격탄력성 = 4	
	탄소세 \$3	탄소세 \$10	탄소세 \$3	탄소세 \$10	탄소세 \$3	탄소세 \$10
이산화탄소 배출량 감소율	1.091 %	3.439 %	1.093 %	3.445 %	1.094 %	3.449 %

〈표 3〉 국내총생산 변화율

	수출수요가격탄력성 = 0.1		수출수요가격탄력성 = 2		수출수요가격탄력성 = 4	
	탄소세 \$3	탄소세 \$10	탄소세 \$3	탄소세 \$10	탄소세 \$3	탄소세 \$10
국내총생산 (GDP) 변화율	-0.155 %	-0.510 %	-0.155 %	-0.511 %	-0.156 %	-0.512 %

〈표 4〉는 철강·금속산업들의 수출수요가격탄력성이 2인 경우, 탄소세가 경제 전체의 산업산출량과 수출입에 미치는 효과를 계산한 표이다. 〈표 5〉와 〈표 6〉은 각각 수출수요의 가격탄력성이 0.1과 4인 경우로서 수출수요가격탄력성이 2인 경우와 크게 차이가 나지 않음을 알 수 있다. 탄소세의 부과는 농림수산, 석탄, 경공업, 비철금속 및 1차제품, 기계류, 서비스를 제외한 부문들의 산출을 감소시키며, 석탄산업의 산출을 가장 높은 율로 증가시키며, 석유제품의 산출은 가장 높은 율로 감소시키는 것으로 계산되었다. 철강·금속산업부문들의 산출은 비철금속 및 1차제품을 제외하고 모두 감소하는 것으로 평가되었다. 탄소세부과로 인한 수출입의 변화를 보면 화학제품, 석유제품, 석탄제품, 요업 및 토석, 선철, 조강, 철강 1차제품, 전력·가스·수도, 건설의 수출이 감소하며 가장 큰 수출감소율을 보이는 것은 화석연료집약적인 즉, 화석연료를 상대적으로 많이 사용하는 석유제품과 석탄제품이며, 우리나라의 석탄제품 수출규모가 실제로 아주 작다는 점을 고려하면 실제로 석유제품의 수출감소가 가장 큰 것으로 평가된다. 탄소세는 농림수산, 광물, 경공업, 비철금속 및 1차제품, 금속제품, 기계류의 수출을 증가시키는 것으로 나타났다. 輸入의 경우, 화학제품, 선철 및 합금철, 조강, 철강 1차제품, 전력·가스·수도를 제외한 부문들의 輸入을 감소시키는 것으로 계산되었다. 탄소세부과는 화석연료집약적 산업의 산출과 수출을 감소시키며, 이들 부문들의 수입을 증가시키는 것으로

〈표 4〉 탄소세의 경제적 효과(수출수요탄력성(QE_i) = 2인 경우)

(단위: %)

산업	세율	탄소 톤당 \$3			탄소 톤당 \$10		
		산출변화율	수출변화율	수입변화율	산출변화율	수출변화율	수입변화율
1. 농 림 수 산		0.015	0.416	-0.125	0.049	1.372	-0.413
2. 석 탄		5.691	0.000	-2.505	19.129	0.000	-8.029
3. 원 유		0.000	0.000	-0.953	0.000	0.000	-2.942
4. 천 연 가 스		0.000	0.000	-0.146	0.000	0.000	-0.475
5. 광 물		-0.169	0.044	-0.270	-0.548	0.149	-0.877
6. 경 공 업		0.017	0.214	-0.082	0.054	0.705	-0.272
7. 화 학 제 품		-0.233	-0.426	0.163	-0.770	-1.411	0.546
8. 석 유 제 품		-0.953	-4.876	-0.262	-2.942	-14.992	-0.885
9. 석 탄 제 품		-0.547	-5.315	-2.032	-1.713	-15.959	-6.532
10. 요 업 및 토 석		-0.132	-0.260	-0.051	-0.438	-0.857	-0.175
11. 선 철 및 합 금 철		-0.295	-0.685	0.400	-0.954	-2.196	1.291
12. 조 강		-0.122	-0.338	0.686	-0.396	-1.090	2.231
13. 철 강 1 차 제 품		-0.054	-0.115	0.023	-0.177	-0.369	0.072
14. 비철금속및1차제품		0.027	0.023	-0.001	0.090	0.075	-0.006
15. 금 속 제 품		-0.075	0.008	-0.169	-0.247	0.027	-0.563
16. 기 계 류		0.077	0.266	-0.175	0.255	0.883	-0.582
17. 기 타 제 조 업		0.209	0.404	-0.329	0.692	1.339	-1.086
18. 전력·가스·수도		-0.146	-0.034	0.475	-0.475	-3.347	1.567
19. 건 설		-0.161	-0.124	-0.267	-0.539	-0.416	-0.889
20. 서 비 스		0.055	0.109	-0.115	0.178	0.356	-0.381

평가된다.

농림수산업과 경공업의 경우, 탄소세부과에 의해서 생산 및 수출이 모두 증가하는 것으로 나타났는데, 이것은 이 산업들이 화석연료를 거의 사용하지 않으며, 상대가격의 변화로 인한 수요증대에 기인한 것으로 평가된다. 석탄은 주로 輸入에 의존하고 있으며, 수입품에 대한 탄소세부과의 효과가 상당히 커서 輸入量은 줄고 國內生産量이 증가하는 것으로 해석할 수 있다.

화석연료 사용에 대한 탄소세로 가장 큰 영향을 받는 부문은 역시 화석연료를 중간투입물로 사용하는 에너지부문이며, 중간투입물로서 에너지를 집약적으로 사용하는 산업 또한 탄소세로부터 큰 영향을 받는 것으로 나타났다. 이러한 부문들 중의 하나가 철강·금속산업이며, 탄소세부과는 직·간접적으로 철강·금속산업의 생산, 국내판매, 수출입 및 가격에 영향을 주게 된다. 〈표 7〉-

〈표 5〉 탄소세의 경제적 효과(수출수요탄력성(QE_i) = 0.1인 경우)

(단위: %)

산업	세율	탄소 톤당 \$3			탄소 톤당 \$10		
		산출변화율	수출변화율	수입변화율	산출변화율	수출변화율	수입변화율
1. 농 림 수 산		0.014	0.412	-0.125	0.046	1.360	-0.413
2. 석 탄		5.702	0.000	-2.494	19.169	0.000	-7.996
3. 원 유		0.000	0.000	-0.953	0.000	0.000	-2.943
4. 천 연 가 스		0.000	0.000	-0.144	0.000	0.000	-0.469
5. 광 물		-0.163	0.048	-0.263	-0.528	0.164	-0.854
6. 경 공 업		0.016	0.212	-0.082	0.051	0.697	-0.273
7. 화 학 제 품		-0.234	-0.429	0.164	-0.776	-1.421	0.549
8. 석 유 제 품		-0.953	-4.876	-0.261	-2.943	-14.994	-0.884
9. 석 탄 제 품		-0.528	-5.298	-2.013	-1.652	-15.909	-6.472
10. 요 업 · 토 석		-0.132	-0.262	-0.051	-0.440	-0.863	-0.175
11. 선 철 및 합 금 철		-0.264	-0.955	0.428	-0.854	-0.178	1.384
12. 조 강		-0.092	-0.027	0.710	-0.302	-0.086	2.307
13. 철 강 1 차 제 품		-0.028	-0.008	0.022	-0.092	-0.027	0.068
14. 비철금속및1차제품		0.021	0.002	0.0002	0.069	0.005	-0.00002
15. 금 속 제 품		-0.077	0.0007	-0.174	-0.255	0.003	-0.578
16. 기 계 류		0.077	0.267	-0.177	0.254	0.885	-0.589
17. 기 타 제 조 업		0.207	0.401	-0.328	0.685	1.328	-1.083
18. 전력·가스·수도		-0.144	-1.033	0.478	-0.469	-3.345	1.577
19. 건 설		-0.164	-0.127	-0.271	-0.549	-0.426	-0.900
20. 서 비 스		0.055	0.108	-0.114	0.177	0.354	-0.379

〈표 9〉는 각기 다른 수출수요의 가격탄력성을 가정하였을 때 탄소세가 철강·금속산업에 미치는 효과를 계산한 결과이다. 국내철강산업은 주로 內需爲主이므로, 탄소세부과로 인하여 국내판매량이 얼마나 증감하였는지가 관심사라고 할 수 있다.

철강·금속부문들은 先鐵 및 合金鐵이 粗鋼의 중간투입물이며, 조강은 다시 鐵鋼 1次製品의 중간투입물로 사용되고, 철강 1차제품은 金屬製品의 중간투입물로 사용되어 서로 중간투입관계로 연결되어 있어서 탄소세부과로 가장 영향을 많이 받는 선철 및 합금철의 생산비용 변화가 연쇄적으로 다음 생산단계의 철강·금속제품으로 전파된다.

수출수요의 가격탄력성이 2인 경우를 중심으로 탄소세가 철강·금속부문의 산출량에 미치는 영향을 보면 〈표 5〉에 계산된 바와 같이 선철 및 합금철의 산

〈표 6〉 탄소세의 경제적 효과(수출수요탄력성(QE_i) = 4인 경우)

(단위: %)

산업	세율	탄소 톤당 \$3			탄소 톤당 \$10		
		산출변화율	수출변화율	수입변화율	산출변화율	수출변화율	수입변화율
1. 농 림 수 산		0.016	0.418	-0.125	0.050	1.378	-0.413
2. 석 탄		5.685	0.000	-2.511	19.108	0.000	-8.047
3. 원 유		0.000	0.000	-0.953	0.000	0.000	-2.942
4. 천 연 가 스		0.000	0.000	-0.147	0.000	0.000	-0.478
5. 광 물		-0.173	0.041	-0.274	-0.559	0.142	-0.889
6. 경 공 업		0.017	0.215	-0.082	0.056	0.709	-0.272
7. 화 학 제 품		-0.232	-0.425	0.163	-0.767	-1.406	0.544
8. 석 유 제 품		-0.953	-4.875	-0.262	-2.942	-14.991	-0.886
9. 석 탄 제 품		-0.558	-5.325	-2.042	-1.746	-15.987	-6.564
10. 요 업 · 토 석		-0.131	-0.259	-0.051	-0.437	-0.853	-0.175
11. 선 철 및 합 금 철		-0.312	-0.981	0.384	-1.008	-3.134	1.241
12. 조 강		-0.138	-0.489	0.673	-0.447	-1.574	2.189
13. 철 강 1 차 제 품		-0.069	-0.173	0.024	-0.224	-0.555	0.073
14. 비철금속및1차제품		0.031	0.035	-0.002	0.103	0.116	-0.009
15. 금 속 제 품		-0.074	0.010	-0.166	-0.244	0.034	-0.555
16. 기 계 류		0.077	0.266	-0.174	0.256	0.882	-0.579
17. 기 타 제 조 업		0.210	0.406	-0.330	0.696	1.345	-1.088
18. 전력·가스·수도		-0.147	-1.034	0.473	-0.478	-3.348	1.562
19. 건 설		-0.159	-0.122	-0.266	-0.534	-0.411	-0.883
20. 서 비 스		0.055	0.109	-0.115	0.178	0.357	-0.383

출감소율이 가장 크고, 다음이 조강이며, 철강 1차제품과 금속제품의 산출도 감소하는 것으로 나타나 있다. 선철 및 합금철의 투입계수를 보면 생산원료로서 광물의 투입비중이 가장 크며, 그 다음으로 큰 투입비중을 석탄제품이 차지하고 있다. 선철 및 합금철생산에 있어서의 석탄제품의 중간투입비중은 여타 산업들과 비교하여 단연 높다고 할 수 있다. 석탄은 열량단위당 이산화탄소 배출량이 가장 많은 화석연료로서 생산과 수출입에 있어서 탄소세의 영향을 가장 크게 받는 에너지로 볼 수 있다. 따라서, 석탄제품을 상대적으로 집약적으로 사용하는 先鐵 및 合金鐵이 탄소세부과로부터 가장 큰 영향을 받는 것은 당연하며 탄소 톤당 3달러 탄소세부과로 인한 선철 및 합금철의 산출감소율은 0.295%로서 철강·금속산업부문들 중 가장 크다.

조강의 생산투입계수를 보면 중간투입물로서 선철 및 합금철의 비중은 부가

〈표 7〉 탄소세가 철강·금속산업에 미치는 영향(수출수요탄력성(QE_i) = 2인 경우)

(단위: %)

산업	세율	탄소 톤당 \$3				탄소 톤당 \$10			
		국내판매	수출	수입	소비가격	국내판매	수출	수입	소비가격
11. 선 철 및 합 금 철		-0.294	-0.685	0.400	0.359	-0.950	-2.196	1.291	1.161
12. 조 강		-0.120	-0.338	0.686	0.225	-0.389	-1.090	2.231	0.729
13. 철 강 1 차 제 품		-0.038	-0.115	0.023	0.075	-0.127	-0.369	0.072	0.240
14. 비철금속및1차제품		0.028	0.023	-0.001	-0.005	0.094	0.075	-0.006	-0.017
15. 금 속 제 품		-0.094	0.008	-0.169	-0.036	-0.312	0.027	-0.563	-0.119

가치계수를 포함한 전체 투입의 66.49%를 차지할 정도로 절대적이며, 따라서 탄소세부과로 인한 선철 및 합금철의 생산비용 증가는 바로 조강생산비용의 증가로 이어지게 된다. 3달러의 탄소세부과로 인한 粗鋼의 산출감소율은 0.122%이며, 선철 및 합금철의 산출감소율 다음으로 크다. 탄소세부과로 인한 조강생산비용의 증가는 조강을 가장 중요한 중간투입물로 사용하는 철강 1차제품의 생산비용을 증가시켜 산출을 감소시키게 된다(조강이 부가가치를 포함한 철강 1차제품의 전체 투입에서 차지하는 비중은 36%임). 이는 다시 철강 1차제품을 가장 중요한 중간투입물로 사용하는(전체 투입의 27% 정도) 금속제품이 생산비용을 증대시켜 금속제품의 산출을 0.075% 감소시킨다. 한편, 비철금속 및 1차제품은 생산과 수출이 증가하였는데, 이것은 이 산업이 원유나 석탄 등의 화석연료보다는 비철금속 및 1차제품(43%), 서비스(11%) 등 化石燃料가 아닌 재화들을 중간투입물로 주로 사용하고 있기 때문에 탄소세의 영향을 직접적으로 받지 않으며, 상대가격의 변화로 인한 수요증대가 이 산업의 생산과 수출을 증가시킨 것으로 볼 수 있다.

탄소세부과로 인한 國內販賣量의 변화를 보면 선철 및 합금철의 경우, 국내판매가 0.294% 감소하며, 조강은 0.12%, 철강 1차제품은 0.038%, 금속제품은 0.094% 감소하는 것으로 계산되었다. 선철 및 합금철, 조강, 철강 1차제품의 국내판매감소율이 산출감소율보다 작은 반면에 금속제품의 국내판매감소율은 산출감소율보다 큰 것으로 나타나고 있다. 선철과 합금철, 조강, 철강 1차제품은 국내판매와 수출이 줄고 수입이 증가하나 금속제품은 국내판매와 輸入量이 감소하고 輸出量이 증가하는 것으로 나타나고 있다. 금속제품의 경우는 산출감소율보다 국내판매감소율이 더 커서 탄소세가 부과되면 산출이 줄더라도 국

〈표 8〉 탄소세가 철강·금속산업에 미치는 영향(수출수요탄력성(QE_i) = 0.1인 경우)

(단위: %)

산업 \ 세율	탄소 톤당 \$3				탄소 톤당 \$10			
	국내판매	수출	수입	소비가격	국내판매	수출	수입	소비가격
11. 선 철 및 합 금 철	-0.265	-0.055	0.428	0.358	-0.857	-0.178	1.384	1.160
12. 조 강	-0.093	-0.027	0.710	0.224	-0.304	-0.086	2.307	0.726
13. 철 강 1 차 제 품	-0.033	-0.008	0.022	0.067	-0.109	-0.027	0.068	0.214
14. 비 철 금 속 및 1 차 제 품	0.025	0.002	0.0002	-0.004	0.082	0.005	-0.0000	-0.014
15. 금 속 제 품	-0.095	-0.0007	-0.174	-0.037	-0.316	0.003	-0.578	-0.124

〈표 9〉 탄소세가 철강·금속산업에 미치는 영향(수출수요탄력성(QE_i) = 4인 경우)

(단위: %)

산업 \ 세율	탄소 톤당 \$3				탄소 톤당 \$10			
	국내판매	수출	수입	소비가격	국내판매	수출	수입	소비가격
11. 선 철 및 합 금 철	-0.309	-0.981	0.384	0.359	-1.000	-3.134	1.241	1.162
12. 조 강	-0.134	-0.489	0.673	0.226	-0.435	-1.574	2.189	0.731
13. 철 강 1 차 제 품	-0.042	-0.173	0.024	0.079	-0.137	-0.555	0.073	0.254
14. 비 철 금 속 및 1 차 제 품	0.030	0.035	-0.002	-0.006	0.100	0.116	-0.009	-0.019
15. 금 속 제 품	-0.093	0.010	-0.166	-0.035	-0.309	0.034	-0.555	-0.116

내판매되던 일부를 수출로 전환시키게 된다는 것을 의미한다. 3달러의 탄소세 부과로 선철 및 합금철의 수출이 0.685% 감소하여 가장 큰 비율로 수출이 감소하는 부문이며, 수출감소율도 중간투입의 연결관계순으로 조강, 철강 1차제품의 순서로 작아지고 있다. 輸入의 경우는 조강의 수입이 가장 큰 비율로 증가하는 것으로 계산되며 조강의 수입증가율은 0.686%로 평가되었다. 그 다음이 선철 및 합금철로서 0.4%의 수입증가율을 보이고 있다. 국내소비가격의 상승률도 선철 및 합금철의 경우가 0.359%로 가장 크며, 조강이 0.225%, 철강 1차제품이 0.023%의 증가율을 보이는 반면에 금속제품의 소비가격은 0.036%

감소하는 것으로 계산되었다.

마지막으로 모의분석결과를 해석하는 데 있어서 본 연구가 사용하고 있는 CGE모형 제약점을 지적할 필요가 있다. 본 연구가 사용하고 있는 CGE모형은 신고전학과포형의 대표적 가정인 완전경쟁과 생산요소시장을 포함한 모든 시장의 완전청산을 가정하고 있다. 물론 이러한 가정들은 현실과 떨어져 있으며, 따라서 이러한 가정으로부터 얻은 결과들의 현실설명력을 제약할 수 있다. 이에 대한 보완으로 불완전경쟁을 가정하거나 일부 시장-예를 들면, 노동시장-에서 청산이 이루어지지 않는 CGE모형을 사용하기도 한다. 그러나 불완전경쟁이나 시장불균형을 가정하는 경우는 가정이 보다 현실에 가까운 장점이 있지만 경제주체들의 전략변수와 게임환경에 관한 새로운 가정이 필요하게 된다. 즉, 현실에 가까운 가정을 도입하는 대신에 또 다른 가정이 새롭게 필요하게 되며, 게임환경에 관한 대안적인 가정에 따라 전혀 다른 결과가 도출될 수 있는 문제가 있다. 또한 이러한 가정을 도입한 결과와 완전경쟁을 가정하는 전통적인 CGE모형으로부터 나온 결과의 차이가 그렇게 크지 않은 경우가 많다.

본 연구의 또 다른 문제는 代替彈力性과 轉換彈力性들을 외국자료에 의존한 점이다. 한국경제에 관련된 이들 자료들이 존재하지 않기 때문에 피할 수 없는 문제이기는 하지만 이들 수치를 변화시키는 경우 분석결과가 크게 달라질 수 있다. 본 연구에서는 가정된 수치들의 일정 범위 내에서 값을 변경시켰을 때 내생변수들의 변화가 우려할 정도로 크게 변화하지는 않는 것으로 평가되었으나 본 연구결과의 효용성을 제약하는 요인임에는 틀림없다.

參 考 文 獻

1. 신동천, “수입재와 국내재의 대체탄력성에 관한 연구,” 『經濟學研究』, 한국경제학회, 제44집 제2호, 1996a, pp. 101-118.
2. _____, “化石燃料稅가 輸出入에 미치는 영향,” 『資源經濟學會誌』, 한국자원경제학회, 제6권 제1호, 1996b, pp. 1-21.
3. 유상희, “탄소세의 산업부문별 영향,” 『資源經濟學會誌』, 한국자원경제학회, 제4권 제1호, 1994, pp. 41-66.
4. 한국은행, 『1993년 산업연관표(연장표)』, 1996.
5. Armington, P., “A Theory of demand for products distinguished by

- place of production," *IMF Staff Papers*, Vol. 16, 1969, pp. 159-178.
6. Bergman, L., "General equilibrium effects of environmental policy: A CGE modelling approach," *Environmental and Resource Economics*, Vol. 1, 1991, pp. 67-85.
7. Deardorff, A. V. and R. M. Stern, *The Michigan Model of World production and Trade*, Cambridge, 1986.
8. Jorgenson, D. and P. Wilcoxon, "Reducing U.S. carbon dioxide emissions: an assessment of different instruments," *Journal of Policy Modeling*, Vol. 15, 1993, pp. 491-520.
9. Manne, A. and R. Richels, "CO₂ Emissions Limits: An Economic Cost Analysis for the USA," *The Energy Journal*, Vol. 11, 1990, pp. 52-64.
10. Melo, Jaime de and David Tarr, *A General Equilibrium Analysis of US Foreign Trade Policy*, London, 1992.
11. Robinson, Sherman, "Multisectoral Models," in H. Chenery and T. N. Srinivasan, eds., *Handbook of Development Economics*, Vol. II, 1989, pp. 884-947.
12. Shin, Dong-Cheon, "The Effects of An Environmental Tax on Trade: A CGE Approach to The Korean Case," *The Korean Economic Review*, Vol. 11, Dec. 1995, pp. 5-15.
13. Whalley, J. and R. Wigle, "Cutting CO₂ emissions: the effects of alternative policy approaches," *Energy Journal*, Vol. 12, 1991, pp. 109-124.

〈부 록 1〉 일반균형방정식체계

식 (1)-(6)은 각 가격들과의 관계를 나타내고, 식 (7)은 물가지수를 정의하며, 식 (8)-(13)은 생산과 관련된 정의 및 적정화조건들을 보여 주고 있다. 식 (14)-(17), (21), (25)는 각 재화들에 대한 수요와 관련된 것들이며, 나머지는 변수들의 정의와 재화시장 및 본원적 생산요소시장의 청산조건을 나타내고 있다.

- $$\begin{aligned}
 (1) \quad & PM_i = (1 + t_i)PWM_i + dollar \cdot cm_i, & (2) \quad & PE_i = PWE_i, \\
 (3) \quad & E_i = E_0 (PWE_i)^{-\alpha_i}, & (4) \quad & P_i X_i = PS_i XS_i + PM_i M_i, \\
 (5) \quad & PD_i XD_i = PS_i XS_i + PE_i E_i, \\
 (6) \quad & PD_i [1 - intr_i - dollar \cdot cq_i] = PVA_i V_i + \sum_{j=1}^n IO_{ji} P_j, \\
 (7) \quad & PCG \ CG = \sum_{i=1}^n P_i ID_i, & (8) \quad & F(P_1, P_2, \dots, P_n) = \bar{P}, \\
 (9) \quad & VA_i = AD_i [L_i^{b_i} K_i^{1-b_i}], & (10) \quad & P_i L_i = b_i PVA_i VA_i, \\
 (11) \quad & P_i K_i = (1 - b_i) PVA_i VA_i, & (12) \quad & VA_i = V_i XD_i, \\
 (13) \quad & XD_i = AT_i [q_i E_i^{\gamma_i} + (1 - q_i) XS_i^{\gamma_i}]^{\frac{1}{1-\gamma_i}}, \\
 (14) \quad & \frac{E_i}{XS_i} = \left[\frac{PE_i}{PD_i} \frac{1 - q_i}{q_i} \right]^{\frac{1}{1-\gamma_i}}, \\
 (15) \quad & X_i = AC_i [d_i M_i^{-\alpha_i} + (1 - d_i) XS_i^{-\alpha_i}]^{-\frac{1}{\alpha_i}}, \\
 (16) \quad & \frac{M_i}{XS_i} = \left[\frac{PD_i}{PM_i} \frac{d_i}{1 - d_i} \right]^{\frac{1}{1-\alpha_i}}, & (17) \quad & IOT_i = \sum_{j=1}^n IO_{ji} XD_j, \\
 (18) \quad & P_i CD_i = c_i (1 - mps) Y, & (19) \quad & Y = (1 - dtr) \left(\sum_{i=1}^n PVA_i VA_i \right), \\
 (20) \quad & HS = mps Y, \\
 (21) \quad & GR = TR + IDT + \left(\frac{dtr}{1 - dtr} \right) Y + \sum_i dollar \cdot cm_i M_i + \sum_i dollar \cdot cq_i XD_i, \\
 (22) \quad & P_i GD_i = g_i (GR - GS), & (23) \quad & TR = \sum_{i=1}^n t_i PWM_i M_i, \\
 (24) \quad & IDT = \sum_{i=1}^n intr_i PD_i XD_i, & (25) \quad & GS = gmps GR, \\
 (26) \quad & ID_i = intr_i CG, & (27) \quad & PCG \ CG = HS + GS + FS,
 \end{aligned}$$

$$(28) FS = \left(\sum_{i=1}^n PWM_i M_i \right) - \left(\sum_{i=1}^n PWE_i E_i \right),$$

$$(29) X_i = IOT_i + CD_i + GD_i + ID_i,$$

$$(30) \sum_{i=1}^n L_i = L^*,$$

$$(31) \sum_{i=1}^n K_i = K^*.$$

PM_i = 수입재의 국내가격,

t_i = 관세율,

PWM_i = 수입재의 국제시장가격, PE_i = 수출재의 국내가격,

PWE_i = 수출재의 국제시장가격, P_i = 복합재(composite good)가격,

PS_i = 국내재(domestic good)가격, PD_i = 부문별 GDP가격,

\bar{P} = 물가지수,

PVA_i = 부가가치가격,

PCG = 자본재가격,

P_L = 임금률,

P_K = 자본지대,

X_i = 복합재(composite goods),

XS_i = 국내재(domestic goods),

XD_i = 부문별 산출량,

M_i = 수입량,

E_i = 수출량,

$intr_i$ = 간접세율,

IO_{ij} = 투입-산출계수,

VA_i = 부가가치,

AD_i = 부가가치함수의 상수,

b_i = 부가가치함수의 지수,

L_i = 노동수요량,

K_i = 자본수요량,

AT_i = CET함수의 상수,

q_i = CET함수의 분배상수,

r_i = CET함수의 지수,

AC_i = Armington함수의 상수,

d_i = Armington함수의 분배상수,

a_i = Armington함수의 지수,

IOT_i = 중간복합재수요량,

CD_i = 가계복합재수요량,

c_i = 가계효용함수의 지수,

mps = 가계의 저축률,

Y = 가계의 가처분소득,

dtr = 직접세율,

HS = 가계저축,

GR = 정부수입,

TR = 관세수입,

IDT = 간접세총액,

GS = 정부저축,

$gmps$ = 정부저축률,

CG = 자본재,

GD_i = 정부복합재수요량,

g_i = 정부효용함수의 지수,

ID_i = 복합재 투자수요량,

inr_i = 자본재생산을 위한 Leontief계수,

TS = 총저축,

FS = 해외저축(무역수지),

L^* = 노동공급,

K^* = 자본공급,

$dollar$ = 단위당 탄소세액,

cm_i = 輸入財貨 이산화탄소 배출계수,

cq_i = 國內財 이산화탄소 배출계수.

〈부 록 2〉 대체탄력성 및 전환탄력성

산 업				대체탄력성	전환탄력성
1.	농	림	수 산	1.206	3.900
2.	석		탄	2.191	2.900
3.	원		유	1.133	2.900
4.	천	연	가 스	2.191	2.900
5.	광		물	1.274	2.900
6.	경	공	업	0.590	2.900
7.	화	학	제 품	4.433	2.900
8.	석	유	제 품	2.110	2.900
9.	석	탄	제 품	1.628	2.900
10.	요	업	및 토 석	1.628	2.900
11.	선	철	및 합 금 철	1.446	2.900
12.	조		강	1.446	2.900
13.	철	강	1 차 제 품	1.446	2.900
14.	비	철 금 속	및 1 차 제 품	1.446	2.900
15.	금	속	제 품	1.942	2.900
16.	기		계 류	1.880	2.900
17.	기	타	제 조 업	3.550	2.900
18.	전	력	가 스 수 도	2.000	0.700
19.	건		실	2.000	0.700
20.	서	비	스	2.000	0.700

* 원유와 천연가스는 국내생산되지 않기 때문에 원유와 천연가스의 대체탄력성이나 전환탄력성이 본 연구에서는 사용되고 있지 않으나 참고로 외국자료를 제시하였음.