

## 국제 R&D 경쟁과 최적관세

### A Study on the International R&D Competition and Optimal Tariff

이 동 생\* Dong-Sheng Li

이 종 민\*\* Jong-Min Lee

#### | 목 차 |

- |                       |          |
|-----------------------|----------|
| I. 머리말                | IV. 수치분석 |
| II. 모형의 구성과 자유무역하의 균형 | V. 맺음말   |
| III. 보호무역에서의 균형과 최적관세 | 참고문헌     |
|                       | Abstract |
|                       | 부록       |

#### 국문초록

본 연구에서는 두 나라의 대표적인 두 기업이 R&D 경쟁과 쿠르노 경쟁을 하는 상황을 전제로 외국기업의 R&D 외부효과가 국내 주요 경제변수에 어떤 영향을 미치며 나아가 국내정부의 보호 수준과 어떤 관계를 갖는지에 대한 무역정책의 문제를 규명한다. 국제적 과점의 2단계 모형을 통해 우리는 자유무역과 보호무역 정책에서 존재하는 유일한 해를 구하고, 나아가 시뮬레이션 분석을 통해 R&D 투자의 외부효과에 따른 주요 경제변수들의 변화 패턴과 일국의 최적관세 패턴을 추적한다. 이론적인 주요 예측으로 기업들이 R&D 경쟁을 하고 있는 상황에서 자유무역과 보호무역 두 경우에 모두 R&D 외부효과가 클수록 R&D 투자율과 수준이 감소하고, 사회후생은 유사한 패턴을 보이지만 그 수준은 보호무역에서 상대적으로 큰 것으로 드러난다. 또 이 연구의 가장 관심사항인 R&D 투자의 외부효과와 최적관세율 간의 관계에서는 두 변수 간에 부(-)의 관계가

\* 강원대학교 대학원 경제학과 박사과정, 제1저자

\*\* 강원대학교 경영대학 경제무역학부 교수, 교신저자

나타난다. 이는 정책적으로 R&D 투자의 외부효과가 커짐에 따라 최적관세율을 낮출 필요가 있음을 시사한다.

〈주제어〉 R&D 외부효과, 쿠르노경쟁, 보호무역, 최적관세

## I. 서론

오늘날 기업들은 세계화의 심화와 함께 치열한 경쟁에 직면해 있으며 이러한 무한경쟁의 현실에서 생존의 핵심조건은 기술경쟁력 확보이다. 그것을 갖춘 기업들은 오히려 시장의 개방화가 확대될수록 성장의 더 큰 기회를 맞게 될 수 있다. 따라서 기업들은 세계시장에서 경쟁력을 확보하고자 다양한 노력을 기울이고 있다. 특히 과거의 유사한 상품의 가격경쟁에서 벗어나 차별화된 제품을 위한 품질경쟁이 더욱 중요해진 만큼 기업들은 지속적인 품질차별화를 위해 많은 자원을 연구개발(research and development; R&D)에 투자하고 있다. 일부 다국적 기업들은 선제적인 R&D 투자전략을 통해 산업계의 일등기업으로 자리매김하는 등 시장재편에 성공한 사례는 무수히 많다.<sup>1)</sup>

지난 반세기 동안 적극적인 수출주도형 발전전략을 통해 고도성장을 이루어 낸 한국 경제는 그 원천이 R&D 투자에 따른 기술혁신이었다 해도 과언이 아니다. 특히 반도체와 자동차 산업 등의 수출비중이 높은 우리나라는 R&D 투자에 대해 매우 적극적인 것으로 드러난다. 최근 OECD에 따르면 한국의 2014년 국내총생산(GDP)대비 연구개발(R&D) 투자비율은 4.29%로 2013년에 이어 2년 연속 1위에 올랐다. 이스라엘이 4.11%, 일본이 3.58%로 그 뒤를 잇고 있으며, OECD 평균은 2.37%로 전년과 동일하다. R&D 투자총액 측면에서는 미국이 “4,569억” 달러(2013년 기준)로 가장 많고 이어 중국이 “3,687억” 달러로 EU의 투자액 “3,630억” 달러를 넘어섰다. 그 뒤를 이어 일본 “1,669억” 달러, 독일 “1,608억” 달러 순으로 나타나고 있으며 한국의 투자총액은 “723억” 달러로 6위를 랭크하고 있다. 한국의 R&D 투자 비중이 큰 것은 사실 정부·공공부담 R&D 지출비중보다는 민간 R&D 비중이 높은 것에 연유한다. 민간부문이 R&D에 투자에 적극적인 것은 세액공제의 이유도 있겠지만 수출부문에 있는 자동차나 전자제품 등 지속적인 R&D 투자를 필요로 하는 첨단산업에서의 수출이 국가 GDP에서 차지하는 비중이 큰 것 때문

1) 대표적인 사례로 '90년대 초 미국의 경기침체 당시 토요타와 혼다사례, 2000년대 초 IT버블 붕괴 시 코닝과 인텔사례, 일본의 '잃어버린 10년' 시기의 캐논·아사히 사례, '97년 외환위기 당시 포스코의 사례 등이 있다. 「R&D 투자를 통한 기업의 불황극복 사례와 시사점」(2009. 5), FIP-2009-0010, 전경련, 참조.

인 것으로 추론된다.

이와 같이 한 나라 경제의 지속가능한 성장을 위해서는 기업자체의 기술개발 노력뿐만 아니라 정부도 공공재적 성격이 강한 기초과학 분야에 투자를 늘리는 것뿐만 아니라 자국기업들의 R&D 투자를 자극하고 촉진하도록 산업정책 및 통상정책의 기초를 점검할 필요가 있다.<sup>2)</sup> 그런데 기업단위에서 R&D 투자는 일종의 생산요소의 성격 이외에도 R&D 자체의 외부효과(spillovers)로 인해 다른 기업/산업에도 영향을 미칠 수 있다. 따라서 기업들은 자체적인 R&D 투자 외에도 상대기업 R&D의 기술적 외부효과를 흡수하여 자신의 경쟁력을 높이고자 많은 노력을 기울이고 있는 게 현실이다. 특히 개방화와 무역 자유화가 진전됨에 따라 R&D의 외부성이 국경을 넘나드는 자연스런 현상이 되었기 때문에 국제관계의 맥락에서 R&D의 외부효과를 고려하는 것은 자연스럽다.<sup>3)</sup>

지난 수년간 경제학 여러 분야에서 국내 기업 간 혹은 국제 간 기술적 외부효과를 갖는 R&D 투자와 관련하여 많은 (이론적 및 실증적) 연구들이 진행되어 왔다.<sup>4)</sup> 그 연장선에서 우리는 국제 간 R&D의 외부효과가 한 나라 주요 경제변수에 어떤 영향을 미치며 특히 보호무역 수준과 어떤 상관관계를 가지는가 하는 문제에 주목한다. 이 이슈는 외국 기업의 특성과 무관하게 획일적으로 관세를 부여하는 거시적 상황이 아니라 외국기업의 R&D 투자가 외부효과를 가지는 경우에 한 나라의 보호수준은 어떠한지에 관한 미시적 문제이다. 국제무역이론에서 R&D 투자를 통한 기술 및 혁신을 강조한 이론적 연구를 크게 두 가지로 대별해 보면 신요소부존모형(Davis, 1995)과 신기술모형(neo-technology models)이 있다. 전자는 중간재, 숙련과 비숙련 노동자, 자본 및 기술과 같은 요소부존의 전문화와 경쟁우위에 초점을 맞추고 있고, 후자는 상품의 질적 향상을 통해 수출수요 증대를 연구하고 있다. 이는 다시 기술격차이론(technology-gap theory),

2) 예컨대 최근 우리 정부는 바이오헬스산업을 미래성장동력으로 키우고자 정부부처별로 분산된 바이오정책이 유기적으로 연계되도록 조정하고 기업의 R&D 투자와 기획·투자·사업화가 원활히 진행되도록 바이오 컨트론타워(특별위원회)를 신설하여 원스톱서비스 제공 체계를 갖추고 있다. 바이오와 같은 특정 (첨단)산업에서 민·관 협력 플레이가 중요한 이유는 시장이 승자독식의 속성을 가지고 있기 때문이다.

3) 가령 지식에 기초한 기업고유의 자산(firm-specific assets: 지식자본)은 추가비용의 부담이 거의 없어 국경을 넘어 쉽게 유통될 여지가 크다. 특히나 기타 배타적으로 사용할 수 있는 기술자산이나 기업의 이미지, 상표권, 저작권 등의 무형자산뿐만 아니라 기업의 인적자본에 체화된 형태의 자산 등은 세계 어느 곳에서나 취득과 사용이 용이하다. 특히 오늘날 다국적기업의 수출 품목은 경영, 기술, 마케팅, 금융, 특허상품 등 지식자본에 기초한 서비스가 주류를 이루고 있으며 이들이 소위 외국인직접투자를 촉진하고 있는 실정이다. 이런 과정에서 한 기업의 R&D 외부효과가 다른 기업들에게 유의미한 영향을 미칠 수 있음은 자명하다. 이런 문제와 관련하여 연구 측면에서 지식의 파급효과가 세계적이며 상품과 서비스의 물리적 교환과 독립적이라는 견해가 있는 반면, 그것은 거리에 따라 부(-)의 영향을 받고 또 무역과 밀접히 관련되어 있기 때문에 국지화(localized)된다는 견해의 연구들이 있다. Fracasso and Marzzeti(2013)를 참조. 한편, R&D 투자와 그 외부효과와의 관계는 우리의 문제의 범위를 벗어난다. 따라서 그 두 변수간의 관계에 대한 문제는 논외로 한다. 여기서는 R&D의 외부효과 존재만으로 충분하다.

4) R&D 투자와 혁신 및 기술적 변화의 관계에 대한 초기 문헌 요약은 Stoneman(1995)을 참조.

제품수명 주기설(theory of product life cycle), 내생적 성장이론을 기반으로 하는 신무역이론(Grossman and Helpman, 1991 등) 등으로 나누어 볼 수 있다.<sup>5)</sup> 특히 신무역이론은 세계화를 통한 수출학습과 이를 통한 기업의 R&D 투자와 혁신을 강조한다. 또한 거시경제학적 측면의 실증연구들도 국가의 수출역량 및 창의성과 혁신성 간의 상관관계에 대하여 충분한 증거들을 제시하고 있다. 즉 국가의 수출은 지식의 축적을 강화하여 혁신적 활동에 긍정적인 영향을 미친다는 것이다. 한 나라의 국제무역 혹은 거시경제학적 관점의 연구들 이외에도 기업 혹은 산업차원의 기술과 혁신의 역할을 강조하는 미시적 차원의 많은 연구들이 진행되어 왔고 현재도 그 과정 중에 있다.<sup>6)</sup> 그러나 무역정책에서 R&D 투자의 역할을 강조하는 연구는 일부 있지만 보호무역정책과 R&D 외부효과 간의 연관성에 관한 연구는 거의 찾아 볼 수 없다.<sup>7)</sup> 이론의 공백이 눈에 띈다.

한편 최근 국제통상환경은 FTA가 활발히 추진되는 가운데 역내외 기업들 간 R&D 투자 경쟁이 치열해지고 있으며, 덤핑 등 불공정무역 행위의 발생빈도도 크게 증가하고 있어 자국 산업을 보호하기 위한 무역구제조치(trade remedy measures)가 각 나라의 주요 의제가 되고 있다. 특히 각국이 관세 등 보호무역정책을 산업정책의 하나로 활용하는 현실을 감안하면 관세율을 기계적인 방식으로 부과하기 보다는 국내기업과 R&D 경쟁하는 외국기업의 산업적·미시적 특성을 고려하여 그 크기를 달리 적용하는 후생극대화 관세정책을 생각해 볼 수 있다. 이런 문제인식을 바탕으로, 본 연구는 각국에 위치한 기업들의 R&D 투자경쟁과 그에 따른 외부효과를 전제로 외국기업의 외부성이 국내시장의 주요 변수 특히 국내의 사회후생수준에 어떤 영향을 미치며 나아가 국내정부의 보호수준과 어떤 관계를 갖는지를 이론적으로 규명하고자 한다. 문제의 분석을 위해 우리는 두 나라의 대표적인 두 기업이 R&D 경쟁과 쿠르노 경쟁을 하는 2단계 비협조적 게임 상황을 상정하여 자유무역과 보호무역 정책에서 존재하는 유일한 부분게임완전균형을 특정 지우고, 나아가 도출한 이론적 결과의 예측을 위해 시뮬레이션 분석을 시도할 것이다.<sup>8)</sup>

본 논문의 구성은 다음과 같다. I장 머리말에 이어, II장에서는 모형의 구성요소와 벤치마크로서 두 나라가 자유무역을 하는 경우의 시장균형을 살펴본다. 그것은 양국의 대

5) 내생적 성장이론(Romer, 1990; Grossman and Helpman(1991), Rivera-Batiz and Romer(1991), Aghion and Howitt(1992)은 기업의 혁신활동과 학습효과를 강조하고 있다.

6) d'Aspremont and Jacquemin(1988)의 혁신적인 논문을 기초로 많은 연구들이 제시됨. Suzumura(1992), Kamien et al(1992), Salant and Shaffer(1998), Leahy and Neary(2007), Youssef et al(2013) 등 참조.

7) Spencer and Brander(1983)의 개척적인 논문을 시작으로 Grossman and Helpman(1990), Bagwell and Staiger(1992, 1994), Miyagiwa and Ohno(1995, 1999) 등 참조. 또 성태윤·김도윤 외(2009), 이성룡·설윤(2013) 등도 R&D 투자의 역할을 강조한다.

8) 이러한 2단계모형은 무역과 산업조직의 문헌에서 많이 발견된다. 무역측면에서는 Spencer and Brander(1983), 산업조직의 측면에서는 Brander and Spencer(1983), d'Aspremont and Jacquemin(1988), Leahy and Neary(1997), Belleflamme(2001) 등이 있다.

표적인 두 기업이 두 단계에 걸쳐 R&D 경쟁과 생산량 경쟁을 한 결과이다. III장에서는 보호무역의 경우를 분석한다. 보호무역 정책 수단으로 수입관세를 도입하여 국내정부가 외국기업에 대해 관세를 부과할 경우 기업들의 두 단계 경쟁의 결과가 어떻게 바뀌는지 분석한다. 이어 IV장에서는 자유무역과 보호무역하에서의 시장의 주요변수들이 R&D 외 부효과에 따라 어떤 패턴을 보이는지 비교정태분석과 함께 시뮬레이션 분석을 한다. 특히 사회후생을 극대화하는 최적관세율의 패턴 변화를 살펴본다. 마지막으로 IV장에서는 본 논문의 주요 결과를 요약하고 연구의 한계점을 지적한다.

## II. 모형의 구성과 자유무역하의 균형

### 1. 모형의 구성요소

본국(H)과 외국(F) 두 나라를 상정하자. 각 국은 자국의 대표적인 기업을 가지고 있으며 두 기업은 동질적인 재화를 생산해 양국 시장에서 경쟁한다고 하자.<sup>9)</sup> 즉, H국 시장은 본국기업(domestic firm: DF)과 외국기업(foreign firm: FF)에 의해 공급되며 F국도 마찬가지로 가정하자. 또 분석의 단순화를 위해 두 기업의 한계생산비용은 일정하고 같다고 하자. 또 본국시장과 외국시장은 분리되어(segmented)있어 각자의 수요함수를 가지고 있고, 운송비용은 없다고 가정하자.<sup>10)</sup> 마지막으로 두 기업은 대칭적이며 또 두 단계를 통해 경쟁한다. 즉 첫 단계에서는 단위생산비용을 감소시키는 R&D 투자 경쟁을 하고 두 번째 단계에서는 쿠르노게임을 한다고 하자.<sup>11)</sup>

이제 본국과 외국의 역수요함수를 각각 다음과 같이 선형으로 가정하자(아래에서 \*는 외국관련 변수를 표시).

$$p = a - x - y \tag{1}$$

$$p^* = b - y^* - x^* \tag{2}$$

여기서 수요함수의 절편  $a$ 와  $b$ 는 각국의 최대지불가격(maximum willingness to pay)

9) 대표적인 하나의 기업을 가정하기 때문에 여기서 기업은 곧 산업과 같은 의미이다.

10) 이러한 일련의 가정은 가령 FF의 행동에 따른 추가적 복잡성 없이 본국의 시장을 독립적으로 고려할 수 있다.

11) 여기서 두 기업은 내내 비협력적으로 행동한다고 하자. 그리고 R&D 경쟁을 하는 기업들이 2단계에서 쿠르노경쟁이 아닌 버트란트 경쟁을 할 수도 있다. 이것은 과점산업의 특성에 따른 모형설정의 차이일 뿐이다.

이며 각국의 시장의 크기를 나타낸다.<sup>12)</sup> 이 때  $a < b$ 로 가정한다. 또  $x(x^*)$ 는 DF의 국내판매량(외국시장으로의 수출량)이며,  $y(y^*)$ 는 FF의 수출량(국내판매량)이다. 가령 H국의 대표기업인 DF는  $x+x^*$ 를 생산하여 그 중  $x$ 는 국내시장에 내수용으로 판매하고 나머지  $x^*$ 는 F국에게 수출한다. 대칭적인 방법으로 FF의 생산량은  $y^*+y$ 의 형태로 나타낼 수 있다. 따라서 H국의 재화시장에는 국내기업에 의하여 내수용으로 생산된  $x$ 와 FF로부터 수입한  $y$ 만큼이 공급될 것이다.

한편, 기업들의 R&D 투자는 자신의 단위 생산비용을 감소키며 또 R&D 외부효과를 가진다고 하자.<sup>13)</sup> 이제 두 기업의 단위 비용(unit cost)함수를 선형으로 가정한다. 즉, R&D 투자 이전의 한계 생산비용은  $A(=A^*)$ 이지만 투자 이후 그것은 다음과 같게 된다.

$$C(R, R^*) = A - R - kR^* \quad (3)$$

$$C^*(R, R^*) = A - R^* - kR \quad (4)$$

여기서  $0 < A < a$ ;  $0 < A < b$ .  $R(R^*) \geq 0$ 는 DF(FF)의 R&D 투자수준이며,  $k \in [0, 1]$ 는 R&D 외부효과를 나타내는 외생변수이다.<sup>14)</sup> 각 기업은 다른 기업의 R&D 투자로 인해 혜택을 받지만 어떠한 대가도 지불하지 않는다.<sup>15)</sup>  $k = 0$ 는 R&D투자가 어떠한 파급효과도 갖지 않고 오직 자신의 단위당 생산비용만 감소시킨다. 물론  $k = 1$ 는 완전한 외부효과를 나타낸다. 한편 R&D투자에는 비용이 들어가는데 우리는 여기서 투자활동이 없을 경우 비용이 0이 되고 또 R&D투자 지출의 규모에 대한 수확감소의 존재를 반영하기 위해 볼록으로 증가하는 2차함수를 가정한다.<sup>16)</sup> 따라서  $\gamma > 0$ 와 함께

- 12) 시장이 분리되어 있는 상황에서 절편이 큰 나라의 소비자들은 어떤 주어진 수요량에 대해 보다 높은 가격을 기꺼이 지불하고 주어진 가격에서 더 많이 구입할 것이다.
- 13) 기업의 R&D 투자는 미시적으로 기업의 경쟁력의 원천이 되며 R&D 투자에 의해 생성된 새로운 지식과 새로운 기술은 기업수준 뿐만 아니라 산업과 국가수준의 생산성을 향상시킬 수 있다.
- 14) 우리는 초기 R&D 투자의 문헌(주6참조)에 따라  $k$ 를 대칭적으로 가정한다.
- 15) 여기서  $C(C^*) \geq 0$ . 따라서  $R+kR^*(R^*+kR) \leq A$ . R&D투자로 인한 각 기업의 스피lover는 상대기업의 R&D 투자 후의 단위생산비용 보다 낮다. 또  $R=R^*=0$ 는 DF와 FF가 R&D투자를 하지 않는다는 것을 의미하며 이 때 각 기업의 단위당 생산비용은  $A$ 로 같다.  $R=0; R^* \neq 0$ 인 경우 DF는 투자를 하지 않고 FF만 투자를 하며 FF의 투자활동에 따른 파급효과에 의해 DF의 단위당 생산비용이 감소한다. 그 역도 성립한다.
- 16) 이런 형태의 비용함수는 분석의 단순성을 위해 산업조직론이나 국제과점모형에서 흔하게 고려된다. Suetens(2005), Youssef et al(2013) 등 참조. 이 가정의 이론적 타당성은 Dasgupta(1986)에 의해 뒷받침 된다. 그의 증명에 따르면, R&D투입요소와 혁신적인 생산량간의 기술적 관계를 나타내는 생산함수에는 R&D투자 기업의 크기에 따라 어떠한 규모의 경제도 나타나지 않는다. 따라서 비용은 단지 체증적으로 증가한다고 가정한다.

$$\gamma \frac{R^2}{2} \left( \gamma \frac{R^{*2}}{2} \right).$$

이제 각 기업의 최적 전략은 자신의 이윤을 극대화하는 R&D투자수준을 결정하고 그것에 따라 최적의 생산량을 선택하는 것이다. 각 기업의 이윤은 다음과 같이 나타내진다.

$$\pi = px + p^* x^* - (A - R - kR^*)(x + x^*) - \gamma \frac{R^2}{2} \quad (5)$$

$$\pi^* = p^* y^* + py - (A - R^* - kR)(y + y^*) - \gamma \frac{R^{*2}}{2} \quad (6)$$

한편 소비자잉여는 자국내의 총소비량으로부터 도출될 수 있으며 가령 본국의 소비자잉여는 다음과 같다.

$$CS = \int_0^{\hat{Q}} p dQ - \hat{p} \hat{Q} = \frac{1}{2} \hat{Q}^2, \quad (\hat{Q} = \hat{x} + \hat{y}) \quad (7)$$

여기서  $\hat{x}$ 와  $\hat{y}$ 는 (내쉬)균형생산량이다.

## 2. 자유무역에서의 균형

우선 균형을 벤치마크로서 정부의 보호정책이 없는 자유무역하에서의 균형을 구하자. 게임의 2단계인 생산량 경쟁에서부터 1단계인 R&D 투자 경쟁으로 거슬러 올라가는 역추론(backward induction) 방법을 통해 해 (부분게임완전균형)를 찾을 수 있다. 따라서 자유무역하의 완전균형은 다음과 같이 도출된다. 우선 자유무역하에서 대칭적인 R&D 투자수준은 다음과 같다.<sup>17)</sup>

$$R_f = R_f^* = \frac{2(2-k)(a+b-2A)}{\theta_1} \quad (8)$$

여기서  $\theta_1 = 4(k+1)(k-2) + 9\gamma > 0$ .<sup>18)</sup>

17) 이하에서 하첨자  $f$ 는 자유무역의 경우를 의미한다.

또 두 나라 시장에서 두 기업의 균형공급량과 균형가격은 각각

$$x_f = y_f = \frac{2(b-a)(k+1)(2-k) + 9\gamma(a-A)}{3\theta_1} \quad (9)$$

$$p_f = \frac{4(2a+b)(k+1)(k-2) + 9\gamma(a+2A)}{3\theta_1} \quad (10)$$

$$x_f^* = y_f^* = \frac{2(b-a)(k+1)(k-2) + 9\gamma(b-A)}{3\theta_1} \quad (11)$$

$$p_f^* = \frac{4(a+2b)(k+1)(k-2) + 9\gamma(b+2A)}{3\theta_1} \quad (12)$$

한편 자유무역균형하에서 두 기업의 이윤은

$$\pi_f = \pi_f^* = \frac{[2(b-a)(k+1)(k-2) - 9\gamma(a-A)]^2 + [2(b-a)(k+1)(k-2) + 9\gamma(b-A)]^2 - 18\gamma(2-k)^2(a+b-2A)^2}{9\theta_1^2} \quad (13)$$

이 때 본국의 사회후생은 다음과 같이 정리된다.

$$W_f = \frac{3[2(b-a)(k+1)(k-2) + 9\gamma(A-a)]^2 + [2(b-a)(k+1)(k-2) - 9\gamma(A-b)]^2 - 18\gamma(2-k)^2(a+b-2A)^2}{9\theta_1^2} \quad (14)$$

요컨대, 자유무역균형에서 두 기업은 각 시장에 같은 양의 재화를 공급하고 동일한 R&D 투자를 하며 동일한 이윤을 얻는다. 그러나 시장가격은 상대적으로 규모가 큰 외국시장에서 더 높은 것을 알 수 있다.

18) 자유무역하에서 DF와 FF의 R&D 투자수준은 양(+)이라고 가정한다. 따라서  $\theta_1 > 0$ .

즉  $9\gamma > 4(k+1)(2-k)$ .

### Ⅲ. 보호무역에서의 균형과 최적관세

이제 이 절에서 우리는 보호무역정책의 효과를 분석하자. 일반성의 손실 없이 시장크기가 작은 나라가 외국기업에 관세를 부과하는 경우를 상정한다. 따라서 H국 정부가 수입품에 대해 단위당 관세  $t$ 를 부과한다고 하자. 앞의 자유무역의 경우와 마찬가지로 역추론 방식을 통해 보호무역에서의 완전균형을 구할 수 있다. 우선 보호무역하의 FF의 이윤은 식(15)와 같게 된다.

$$\pi^* = (a - x - y)y + (b - y^* - x^*)y^* - (A - R^* - kR)(y^* + y) - \gamma \frac{R^{*2}}{2} - ty \quad (15)$$

식(15)부터 차례로 관련 극대화 과정을 구하면 보호무역정책하의 균형을 쉽게 구할 수 있다. 우선 보호무역에서 두 기업의 균형 R&D 투자수준은 다음과 같다.<sup>19)</sup>

$$R_T = \frac{2(2-k)[\theta_2(a+b-2A) + t(4(1-k)^2 + 3\gamma - 4)]}{\theta_1\theta_2} \quad (16)$$

$$R_T^* = \frac{2(2-k)[\theta_2(a+b-2A) + 2t(4-3\gamma-2k)]}{\theta_1\theta_2} \quad (17)$$

여기서  $\theta_2 = 3\gamma - 4(1-k)(2-k) > 0$ .

또 DF의 균형생산량은 다음과 같이 정리된다.

$$x_T = \frac{[6(2-k)(a+b-2A) + \theta_1(a-A+t)]\theta_2 - 2t(2-k)[4k^2(k-2) + (15\gamma-4)k - 12\gamma + 8]}{3\theta_1\theta_2} \quad (18)$$

$$x_T^* = \frac{[6(2-k)(a+b-2A) + \theta_1(b-A)]\theta_2 - 2t[4k^2(k-2) + (15\gamma-4)k - 12\gamma + 8]}{3\theta_1\theta_2} \quad (19)$$

또 FF의 쿠르노-내쉬 균형수출량은

19) 아래에서 하첨자  $T$ 는 관세부과의 경우(보호무역)를 의미한다.

$$y_T = \frac{[6k(2-k)(a+b-2A) + \theta_1(a-A-2t)]\theta_2 + 2t(2-k)[8k^2(k-2) + 4k(3\gamma-2) - 15\gamma + 16]}{3\theta_1\theta_2} \quad (20)$$

이 때 본국시장에서의 쿠르노-내쉬 균형가격은

$$p_T = \frac{2(k+1)(k-2)(5a+3b-2A+t) + 9\gamma(2A+a+t)}{3\theta_1} \quad (21)$$

따라서 보호무역정책하의 쿠르노-내쉬균형에서 각 기업의 이윤은 각각 다음과 같이 도출된다.

$$\begin{aligned} \pi_T = & \frac{1}{9\theta_1^2\theta_2^2} [(6(2-k)(a+b-2A) + \theta_1(a-A+t))\theta_2 - 2t(2-k)(4k^2(k-2) + (15\gamma-4)k - 12\gamma + 8)]^2 \\ & + \frac{1}{9\theta_1^2\theta_2^2} [(6(2-k)(a+b-2A) + \theta_1(b-A))\theta_2 - 2t(2-k)(4k^2(k-2) + (15\gamma-4)k - 12\gamma + 8)]^2 \\ & + \frac{2\gamma}{\theta_1^2\theta_2^2} (2-k)^2 [(2\theta_2(a+b-2A) + (4k(k-2) + 3\gamma)t)]^2 \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} \pi_T^* = & \frac{1}{9\theta_1^2\theta_2^2} [(6k(2-k)(a+b-2A) + \theta_1(b-A))\theta_2 + 2t(2-k)(8k^2(k-2) + 4k(3\gamma-2) - 15\gamma + 16)]^2 \\ & + \frac{1}{9\theta_1^2\theta_2^2} [(6k(2-k)(a+b-2A) + \theta_1(a-A-2t))\theta_2 + 2t(2-k)(8k^2(k-2) + 4k(3\gamma-2) - 15\gamma + 16)]^2 \\ & - \frac{2\gamma}{\theta_1^2\theta_2^2} (2-k)^2 [(a+b-2A)\theta_2 - 2t(2k+3\gamma-4)]^2 \end{aligned} \quad (23)$$

또 H국의 소비자잉여와 사회후생은

$$\begin{aligned} CS_T = & \frac{1}{18\theta_1^2} [(6(k+3)(k-4)(a+b-2A) + \theta_1(2a-2A-t)) - 2t(2-k)(1+k)]^2 \\ W_T = & \pi_T + CS_T + ty_T \\ = & \frac{1}{9\theta_1^2\theta_2^2} [(6(2-k)(a+b-2A) + \theta_1(a-A+t))\theta_2 - 2t(2-k)(4k^2(k-2) + (15\gamma-4)k - 12\gamma + 8)]^2 \\ & + \frac{1}{9\theta_1^2\theta_2^2} [(6(2-k)(a+b-2A) + \theta_1(b-A))\theta_2 - 2t(2-k)(4k^2(k-2) + (15\gamma-4)k - 12\gamma + 8)]^2 \\ & + \frac{2\gamma}{\theta_1^2\theta_2^2} (2-k)^2 [(2\theta_2(a+b-2A) + (4k(k-2) + 3\gamma)t)]^2 \\ & + \frac{1}{18\theta_1^2} [6((k+3)(k-4)(a+b-2A) + \theta_1(2a-2A-t)) - 2t(2-k)(1+k)]^2 \\ & + \frac{t}{3\theta_1\theta_2} [(6k(2-k)(a+b-2A) + \theta_1(a-A-2t))\theta_2 + 2t(2-k)(8k^2(k-2) + 4k(3\gamma-2) - 15\gamma + 16)] \end{aligned} \quad (24)$$

한편 우리는 식(24)로부터 보호무역정책에서 사회후생을 극대화하는 R&D 경쟁하의 최적관세를 도출할 수 있으며 그것은 식(25)와 같이 구해진다.

$$\begin{aligned} \hat{t} &= h(k, \gamma) \\ &= (\theta_2 [6(2-k)(8k^4(k-7) - 6k^3(9\gamma-20) + 8k^2(9\gamma-5) + 2k(81\gamma-18\gamma^2 - \theta_1\theta_2 - 64) + 24(4+3\gamma^2) - \theta_1\theta_2 - 180\gamma) \\ &\quad (a+b-2A) + 16\theta_1(1-k^2)(2-k)^2(b-A) - 3\theta_1(4\gamma(2-k)(3a+4b-7A-k(6a+5b-7A)) + \theta_1\theta_2(a-A))] \\ &\quad / [-324\gamma^3(2-k)^2 + 36\gamma^2(2-k)^2(77k^2 - 110k + 65) + 12\gamma(2-k)^2(104k^4 - 248k^3 - 72k^2 - 3\theta_1\theta_2 + 440k - 272) \\ &\quad + 320k^6(k^2 - 8k + 22) - 16k^3(3k\theta_1\theta_2 + 320k^2 - 12\theta_1\theta_2 + 620k - 1120) - 2(81\theta_1\theta_2 + 5120)k + 2(77\theta_1\theta_2 + 1280)k^2 \\ &\quad - 5120 + 9\theta_1^2\theta_2^2 - 192\theta_1\theta_2] \end{aligned} \quad (25)$$

이 최적관세는 우리가 예상할 수 있는 것처럼 R&D 외부효과 및 R&D 투자비용의 파라메타들에 의존한다. 사실 보호무역의 경우 다수의 파라메타들 때문에 두 기업의 관련된 주요 경제변수를 정량적으로 비교하기는 어렵다. 따라서 변수들의 변화패턴과 또 자유무역에서의 그들과 비교분석하기 위해서는 시뮬레이션 분석이 유용하다.

## IV. 수치분석

이제 우리는 이 절에서 앞에서 구한 여러 주요변수들에 대한 기업의 R&D 투자 외부효과의 비교정확을 살펴보자. 기본모형을 이루는 파라메타들이 많아 그 비교정확을 정량적으로 도출하는 것이 복잡하기 때문에 수치분석을 수행한다. 이 때 파라메타 값들의 범위는 본 모형에서 언급되는 변수들의 수리적 제약조건과 경제학적으로 의미 있는 해가 나올 수 있는 범위를 동시에 고려하여 선정한다. 시뮬레이션에서 설정한 기본적인 파라메타 값들은  $a = 150, b = 200, A = 100, \gamma = 30$ .<sup>20)21)</sup>

### 1. 자유무역하의 비교정확

우선 자유무역하에서 R&D 외부효과에 따른 여러 경제변수들의 움직임을 살펴보자. 그들은 <그림 1>로 요약된다. 첫 번째 그림을 보면 R&D 외부효과가 커짐에 따라 R&D

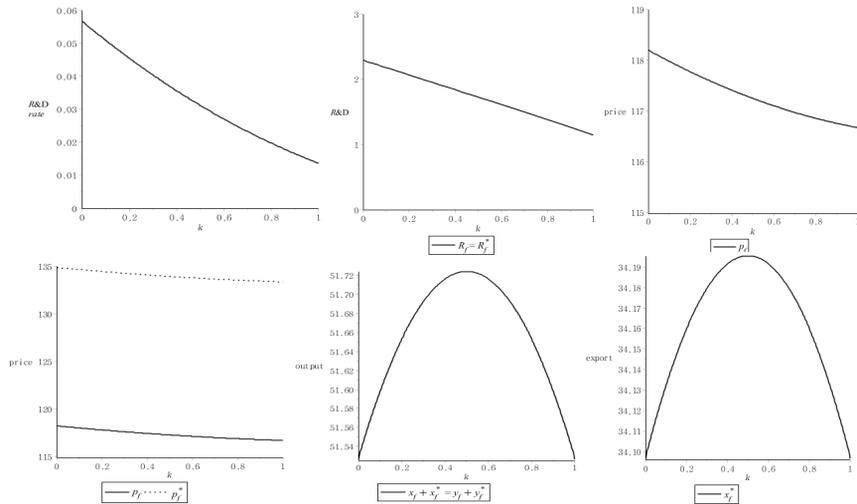
20) 기본모형에서  $a, b > 0$ 는 시장크기를 나타내는 파라메타로서  $a > c, b > c^*$ 를 암묵적으로 가정했다.

21) 시뮬레이션은 maple 프로그램을 이용하였으며, 수리적 제약조건을 만족하는 범위 내의 여타 초기값들에 대해서도 아래에서 보이는 패턴과 같게 나타난다.

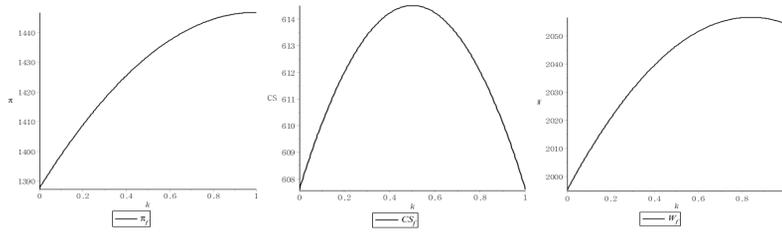
투자지출율과 투자수준이 감소함을 볼 수 있다. R&D 투자지출율은 R&D 투자비용을 기업의 이윤으로 나눈  $\frac{1}{2}\gamma R^2/\pi$ 로 계산했다.<sup>22)</sup> 또한 두 번째 그림에서 볼 수 있는 것처럼 투자수준도 감소한다. 이들은 직관적인 결과이다. R&D 외부효과가 큰 경제에서 기업들은 R&D 투자율과 투자수준을 줄이는 것이 오히려 이윤을 증가시키는 행위이기 때문이다. 두 나라시장에서의 자국내 가격도 R&D 외부효과가 커짐에 따라 점차 하락한다. 다만 두 시장에서의 시장가격 크기를 비교하면 시장규모가 큰 외국시장에서의 가격이 상대적으로 높다.

한편, 대칭적인 균형 R&D 투자수준에서 두 기업의 총생산량은 같게 되는데 그 때 그들은 R&D 외부효과가 낮을 경우( $k < 0.5$ )에  $k$ 의 증가함수이지만, 충분히 높을 경우( $k \geq 0.5$ )에는  $k$ 의 감소함수로 나타난다. 또한 DF의 수출량 및 본국의 소비자잉여도 총생산량과 같은 패턴을 보인다. 이외에도 DF의 이윤은 외부효과가 증가함에 따라 역시 증가하지만 그 수준과 증가 지속기간(span)이 소비자잉여의 그들보다 훨씬 크고 길다. 따라서 소비자잉여와 국내기업의 이윤의 합인 국가 전체후생의 패턴은  $k$ 가 충분히 큰 값까지 증가하는 것을 알 수 있다. 이러한 본국의 외부효과에 대한 각 변수의 패턴은 외국의 경우에도 동일하게 나타난다.

〈그림 1〉 자유무역하의 균형결과



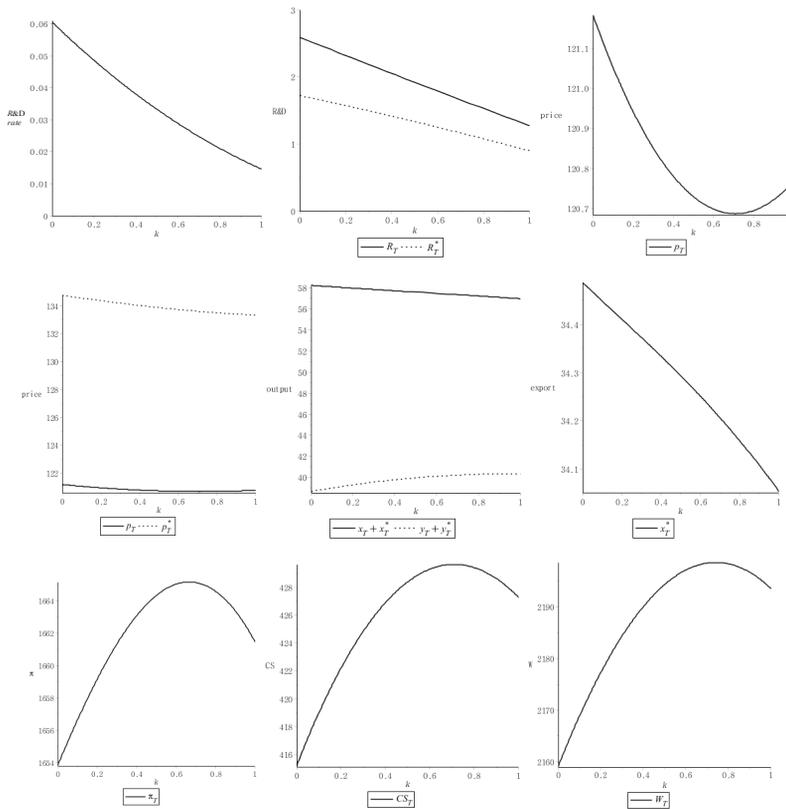
22) R&D 투자지출율을 집계할 때 분모의 기업 이윤대신 매출액을 사용하기도 한다. 그렇더라도  $k$ 에 따른 패턴은 〈그림-1〉의 첫 번째 그림과 같게 나타난다. 참고로 한국은행의 2003년부터 2013년까지 매출액 대비 R&D 투자비용은 1.11%이다. 다만 산업별로 그 수치가 달라 전자부품, 영상장비 등 일부 산업에서는 5~6%로 여타산업에 비해 상대적으로 높은 것으로 나타난다.



## 2. 보호무역하의 비교정학

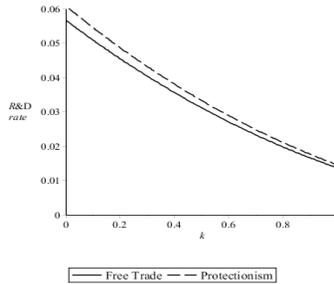
한편 보호무역하에서 R&D 투자의 외부효과에 따른 주요 경제변수들의 움직임은 <그림 2>와 같다.

<그림 2> 보호무역하의 균형결과



우선 R&D 외부효과에 대한 R&D 투자지출율의 패턴을 보면 자유무역에서의 경우와 같은 패턴을 보인다. 다만 <그림 3>에서 보듯, 그 증가율 자체는 보호무역하에서 상대적으로 높다.

<그림 3> 두 정책하에서의 R&D 투자율



그 미세한 차이는 사실 초기 절편값에서 차이가 난다. 즉, DF과 FF의 R&D 투자지출율은  $\frac{1}{2}\gamma R^2/\pi$ 로 계산되는데 자유무역하에서  $\frac{1}{2}\gamma R_f^2/\pi_f$ 이고 보호무역하에서  $\frac{1}{2}\gamma R_T^2/\pi_T$ 가 된다. 그런데 무역보호하에서 DF의 R&D투자 수준과 이윤이 절대적으로 많다.  $R_T > R_f$ ;  $\pi_T > \pi_f$ . 따라서 결국  $R_f^2/\pi_f < R_T^2/\pi_T$ 가 된다. 즉 상대적으로 보호무역하에서 DF의 R&D 투자지출율이 더 높다. 또 자유무역의 경우에서처럼 투자수준도 R&D 외부효과가 증가함에 따라 감소하는 패턴을 보인다. 이 결과에 대한 직관은 자유무역의 경우에서와 같다. 다만 자유무역의 경우와 비교해 DF가 보호무역하에서 더 많은 R&D 투자를 하고 FF는 덜 하는 것으로 나타난다. 이는 앞의 식(16)과 (17)을 통해서 알 수 있다. 즉,

$$\Delta R_T = R_T - R_T^* = \frac{2t(2-k)}{\theta_2} > 0 \quad (26)$$

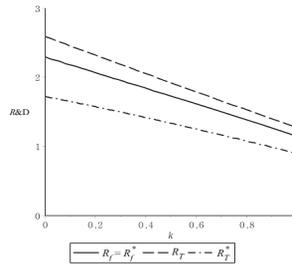
또 자유무역하에서와 보호무역하에서 두 기업의 R&D 투자수준의 비교는 앞의 식(8)과 식(16) 및 (17)을 이용하면

$$\Delta R = R_T - R_f = \frac{2(2-k)[3\gamma - 4k(2-k)]t}{\theta_1\theta_2} > 0 \quad (27)$$

$$\Delta R^* = R_T^* - R_f^* = -\frac{4(2-k)(3\gamma+2k-4)t}{\theta_1\theta_2} < 0 \quad (28)$$

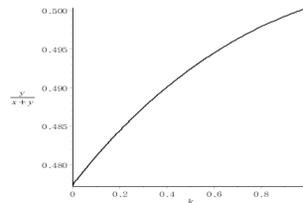
이런 결과를 종합적으로 나타내면 <그림 4>와 같다.

<그림 4> R&D 투자수준의 비교



한편 가격패턴은 자유무역의 경우에서와 거의 같다. 즉 두 나라 시장에서의 자국내 가격은 R&D 투자의 외부효과가 커짐에 따라 점차 하락하며, 시장규모가 큰 외국시장에서의 가격이 상대적으로 높다. 그러나 보호무역정책을 하는 본국의 경우에 외부효과가 커지면서 하락이 둔화되고, 외부효과가 매우 클 경우에는 가격이 오히려 상승하는 국면이 나타난다. 또 DF의 이윤, 본국의 소비자잉여 및 사회후생은 자유무역의 경우와 거의 유사한 패턴을 보인다. 다만 보호무역하에서 완전히 다른 양상을 보이는 변수는 기업의 생산량과 수출량이다. R&D 외부효과가 커짐에 따라 DF는 생산량과 수출량을 감소시키는, 반면 FF는 생산량을 증가시키는 것으로 나타난다. 또 두 기업의 국내 생산량과 수출량과 연관된 또 다른 지표, 가령 국내시장의 총판매량 대비 수입비중이  $k$ 에 따라 어떻게 변하는지도 알 수 있다.<sup>23)</sup> 그 패턴은 <그림-5>와 같이  $k$ 에 따라 증가한다.

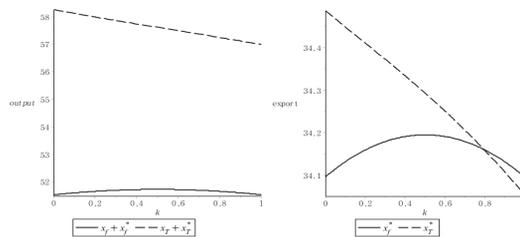
<그림 5> 자국시장내 수입비중



23)  $y/(x+y)$ 를 본국의 개방도(degree of openness)의 척도로 해석할 수 있다.

이제 자유무역과 보호무역에서 R&D의 외부효과에 따른 몇 가지 주요 변수의 패턴변화를 비교해 보자. 우선 국내기업의 총생산량과 수출량의 패턴은 <그림 6>과 같다. 패턴의 비교를 위해 그림을 확대해 놓아 그 차이가 크게 느껴지지만 사실 수직축 스케일을 보듯 그렇게 큰 차이는 아님에 유의하라. 두 정책하에서 국내기업의 생산량과 수출량의 패턴은 우리가 예상하는 바이다. 다만 R&D의 외부효과가 충분히 클 경우에 보호무역에서의 수출량이 자유무역에서의 그것보다 작게 된다.

<그림 6> 총생산량과 수출량



그리고 DF의 생산량은 줄어들지만 <그림 2>에서 보는 바와 같이 FF의 생산량은 증가하는 것으로 나타난다. 이것은 보호무역에서  $k$ 의 값이 커질수록 상대적으로 FF의 생산비용은 감소하는 반면에 DF의 그것은 상대적으로 증가하기 때문이다. 이 사실은 다음과 같이 보일 수 있다. 앞의 식(26)으로부터

$$\frac{\partial \Delta R_T}{\partial t} = \frac{2(2-k)}{\theta_2} > 0 \quad (29)$$

또 식(3)과 식(4)에서

$$\Delta c = c^* - c = (R - R^*)(1 - k) \quad (30)$$

자유무역하에서 두 기업의 R&D 수준은  $k$ 값과 상관없이 같다. 따라서 DF와 FF가 같은 비용을 가진다. 이는 DF과 FF는 같은 기술수준을 갖고 있음을 의미한다. 그러나 관세보호하에서는  $R_T > R_T^*$ 이다. 따라서  $\Delta c_T = c_T^* - c_T = (R_T - R_T^*)(1 - k) \geq 0, \forall k$ . DF의 생산비용은 모든  $k$ 의 수준에서 FF의 생산비용보다 작다. 또

$$\frac{\partial \Delta c_T}{\partial t} = \frac{2(2-k)(1-k)}{\theta_2} > 0 \quad (31)$$

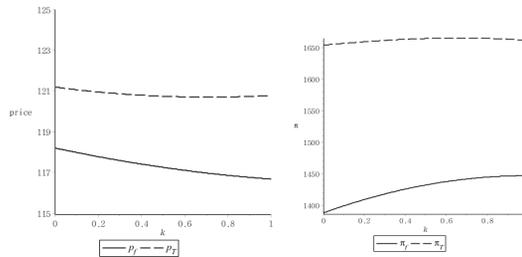
따라서

$$\frac{\partial \Delta c_T}{\partial k} = \frac{\partial \Delta c_T}{\partial t} \cdot \frac{\partial t}{\partial k} \quad (32)$$

식(31)의 부호는 음(-)이다. 왜냐하면 위에서 보듯이  $\partial t / \partial k < 0$ 이기 때문이다. 따라서 R&D의 외부효과가 커질수록 두 기업의 비용 격차는 줄어들고 그것을 반영하여 생산량이 <그림 2>에서 보는 바와 같은 패턴을 보인다.

한편, 국내시장에서의 가격과 기업의 이윤 차이는 <그림 7>로 나타난다. 즉 보호무역의 경우에 가격과 기업의 이윤이 자유무역의 경우보다 높다. 이는 관세부과로 인해 국내 시장 가격과 국내기업의 이윤이 R&D 외부효과와 수준과 관계없이 높은 수준에서 유지되는 것으로 해석할 수 있다.

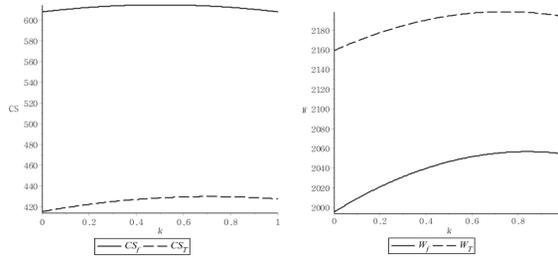
<그림 7> 국내시장가격과 기업의 이윤



또한 국내의 소비자잉여와 전체후생은 <그림 8>에 비교되어 있다. 그림에서처럼 모든 외부효과와 수준에서 소비자잉여는 보호무역하에서 보다 자유무역하에서 크다. 왜냐하면 보호무역은 소비자잉여를 낮추기 때문이다. 그러나 사회적 후생은 오히려 보호무역하에서 더 크다. 이는 국내기업의 이윤이 보호무역하에서 상대적으로 작은 소비자잉여를 상쇄하고도 크기 때문에 발생하는 것을 위의 <그림 7>로부터 알 수 있다.<sup>24)</sup>

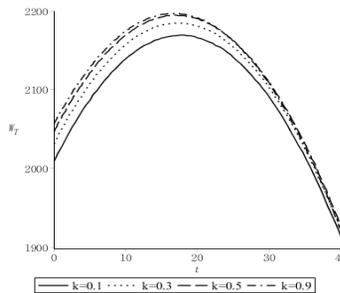
24) 사실 보호무역에서의 사회후생이 자유무역에서의 그것보다 크기 때문에 최적관세의 개념이 논의될 수 있다.

〈그림 8〉 소비자잉여와 사회후생



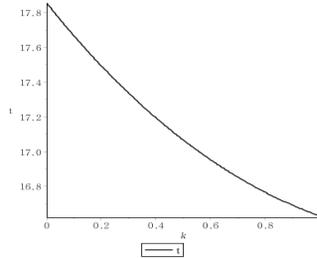
마지막으로, 이 연구의 초점인 R&D 투자의 외부효과와 후생극대화 관세 간의 관계에 대해 살펴보자. 기본적으로 두 변수간의 관계는 앞의 식(53)에서 도출된다. 즉  $k$ 가 주어질 때 사회후생  $W_T$ 를 극대화하는 최적관세는 〈그림9〉에서  $W_T$ 의 기울기가 0이 되는 부분에 대응하는 관세이다.

〈그림 9〉 최적관세



〈그림 9〉를 통하여 우리는 두 가지 점을 알 수 있다. 우선  $k$ 의 값이 커짐에 따라 사회후생 수준이 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 앞의 〈그림2〉에서 보는 것처럼  $k$ 의 값이 커짐에 따라 일정범위까지 사회후생이 증가하는 것과 일치한다. 또한  $k$ 의 값이 커짐에 따라  $W_T$ 의 기울기가 0이 되는 접점이 수평축 기준으로 점차 왼쪽으로 이동함을 알 수 있다. 이는 곧  $k$ 와  $t$ 의 관계가 〈그림 10〉에서 보는 것처럼 부(-)임을 의미한다. 즉 R&D 투자의 외부효과가 커질수록 최적관세율은 낮아진다. 사실 두 변수의 관계는 앞의 식(25)에서 도출할 수 있지만 파라메타의 복잡성 때문에 부호를 일의적으로 파악하기 어렵다. 따라서  $t$ 의 영향을 받는 경제변수들과 외부성 파라메타를 연관시키는 우회적 방법을 통해 엄밀하게 도출해 보자. 그것을 우리는 앞에서 본 본국의 시장개방도 지표를 이용해 추적한다.

〈그림 10〉 R&D 스페르오버와 최적관세



우선 식(18)과 (19)를  $t$ 로 미분하고 그 부호를 검토하면 각각 다음과 같다.

$$\frac{dx_T}{dt} = \frac{\theta_1\theta_2 + 2(2-k)[(1+k)\theta_2 + 9\gamma(1-2k)]}{3\theta_1\theta_2} > 0 \quad (33)$$

$$\frac{dy_T}{dt} = \frac{-2\theta_1\theta_2 - 2(2-k)[2(1+k)\theta_2 + 9\gamma(1-2k)]}{3\theta_1\theta_2} < 0 \quad (34)$$

물론  $k = 1$ 일 때에도

$$\frac{dx_T}{dt} = \frac{\theta_1\theta_2 + 2(2-k)[(1+k)\theta_2 + 9\gamma(1-2k)]}{3\theta_1\theta_2} = \frac{9\gamma - 10}{3(9\gamma - 8)} > 0$$

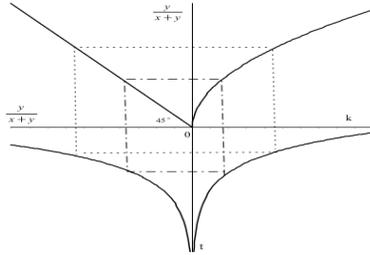
$$\frac{dy_T}{dt} = \frac{-2\theta_1\theta_2 - 2(2-k)[2(1+k)\theta_2 + 9\gamma(1-2k)]}{3\theta_1\theta_2} = -\frac{2(9\gamma - 7)}{3(9\gamma - 8)} < 0$$

따라서 위의 식(33)과 (34)에 따라

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{y_T}{x_T + y_T} \right) = \frac{1}{(x_T + y_T)^2} \left[ x_T \cdot \frac{dy_T}{dt} - y_T \cdot \frac{dx_T}{dt} \right] < 0 \quad (35)$$

이제 앞의 〈그림 5〉와 식(35)를 연결하면 〈그림 10〉과 같은 R&D 외부효과와 최적관세의 관계를 도출할 수 있다. 즉 〈그림 11〉에서 1사분면은 〈그림 5〉와 같고 3사분면은 상기 식(35)를 그림으로 나타낸 것이다. 그 두 관계 속에서 4사분면의 결과가 도출된다.

〈그림 11〉 최적관세와 R&D 스페르오버의 관계



여기서 정책적 함축성을 위해  $k$ 와  $t$  두 변수의 역관계를 또 다른 방법으로 입증해 보자. 앞의 식(16)과 (17)로부터 우리는  $\partial R_T / \partial t > 0$ ,  $\partial R_T^* / \partial t < 0$  이 됨을 알 수 있다. 이는 다시 관세율이 높을수록 두 나라 기업의 R&D 투자 수준의 격차가 벌어지는 것을 의미하며 식(29)를 통해서도 확인된다. 그런데 〈그림 4〉에서 양국 기업의 R&D투자 수준의 격차가 벌어지는 영역은  $k$ 가 작을 때인 것을 볼 수 있다. 따라서 두 변수  $k$ 와  $t$ 는 부(-)의 관계에 있음을 알 수 있다.

한편, 이 관계를 비용관점에서도 확인할 수 있다. 앞의 식(31)을 보면 관세가 증가(감소)함에 따라 두 기업의 생산비용의 차이는 커진다(줄어든다). 그것은 곧 DF의 이윤의 크기에 긍정적(부정적)으로 영향을 미치게 되고 따라서 본국정부는 두 기업의 생산비용의 차이를 크게 하기 위해 R&D 외부효과를 줄일(늘릴) 인센티브를 갖게 된다. 따라서  $t$ 와  $k$ 는 부(-)의 관계를 지닌다.

두 나라의 기업들이 R&D 경쟁을 하고 있는 상황에서 R&D 외부효과가 클 때 오히려 관세를 낮춰야 하는 이런 결과는 얼핏 우리의 직관과 부합되지 않는 것처럼 보인다. 그러나 사회후생을 극대화시키는 최적관세의 의미를 생각해 볼 때 놀라운 결과는 아니다. R&D 외부효과는 자국 기업의 생산비용을 낮춰 기업의 이윤을 증가시키고 나아가 소비자잉여를 증가시켜 전체적으로 사회후생을 높이는 역할을 하기 때문에 일정 시점까지 관세는 오히려 낮아져야 한다. 따라서 R&D 외부효과가 클수록 최적관세는 오히려 낮아져야 한다는 정책적 함축성을 이 결과는 내포하고 있다.

## V. 맺음말

기업의 R&D 투자는 미시적으로 기업의 경쟁력의 원천이며 나아가 R&D 투자에 의해

생성된 새로운 지식과 새로운 기술은 기업수준 뿐만 아니라 산업과 국가수준의 생산성을 향상시킬 수 있다. 세계화의 진전과 더불어 각국의 시장이 통합되면서 국내의 기업들 간 경쟁이 격화되는 이면에 기업들의 새로운 연구결과나 지식 등이 여러 경로를 통해 국경을 자유롭게 넘나들고 있다. 따라서 최근 수년간 경제학 여러 분야에서 R&D 투자와 관련하여 상당한 (이론 및 실증적) 연구들이 생산되어 왔다. 물론 실증적 수준에서 지식확산의 어떤 경로가 작동하는 가는 여전히 논쟁적이며 문헌의 결과들은 혼합적이다. 그럼에도 지식이 비록 교역재에 체화되지 않더라도 무역은 국제경제의 상호성을 증대시킬 수 있고 그것은 다시 외국기술을 따라잡는 것을 용이하게 만들 수 있기 때문에 기본적으로 R&D 활동은 나라 사이에 외부효과를 갖는다. 가령 내생적 성장에 초점을 맞춘 문헌들의 기여의 하나가 외국 R&D 활동이 국내 총요소생산성을 개선할 수 있다는 것이다. 이와 같이 국제 R&D 경쟁이 보편화되고 있는 현실에서 일국의 무역 정책도 미시적·산업적으로 새롭게 검토할 필요성이 커지고 있다. 특히 R&D 집약적인 첨단산업일수록 시장이 승자독식의 성격을 가지기 때문에 민·관 협력이 매우 중요하며 정부는 해당 산업의 신제품과 경쟁력을 위해 선제적으로 관련 정책을 조정하고 설계할 필요가 있다. 한국기업만 하더라도 여러 부문에서 간발의 차이로 초기 선도자(first mover)가 되지 못하고 빠른 추격자(fast follower)에 머물러 왔음은 주지의 사실이다. 차이를 가른 것은 결국 미래 신성장동력에 대한 대담한 투자이다. 따라서 기업은 '기업가 정신'의 DNA로 신성장동력에 과감한 R&D 투자를 하고 정부는 관련 규제 등을 풀어 투자하기 좋은 환경을 만들어 줘야 하는 것이 이 시대의 과제가 되고 있다.<sup>25)</sup>

우리는 기업의 R&D 투자 관련 연구의 연장선에서 국제 간 R&D의 외부효과가 국내시장의 주요 변수 특히 국내의 사회후생수준에 어떤 영향을 미치며 나아가 보호무역 수준과 어떤 상관관계를 갖는가 하는 문제에 주목한다. 이는 외국기업의 특성과 무관하게 획일적으로 관세를 부여하는 거시적 상황이 아니라 외국기업의 R&D 투자가 외부효과를 가지는 경우에 한 나라의 보호수준은 어떠해야 하는지에 관한 산업 특성적·미시적 이슈이다. 우리의 문제를 분석하기 위해 본 연구에서는 두 나라의 대표적인 두 기업이 R&D 경쟁과 쿠르노 경쟁을 하는 2단계 비협조적 게임 상황을 상정한다. 이 게임에서

25) 가령 세계적으로 고령화가 진행되면서 바이오의약품산업이 주목을 받고 있다. 최근 영국의 시장분석 전문기관 데이터모니터에 따르면 2024년 세계바이오 시장은 2조 6100억 달러에 달할 전망이다. 같은 해 우리나라 3대 수출품인 반도체·자동차·화학제품의 시장규모(2조 5900억달러)보다 크다. 국내 의약바이오헬스산업도 지금 부흥의 호기를 맞고 있다. 지난해 한미약품이 8조원 가까운 기술수출을 성공시켰고 셀트리온과 삼성바이오노는 세계시장에서 새로운 표준을 만들어 가고 있다. 그러나 국내시장 규모가 작고, 규제가 많아 신약가치 인정을 받지 못하자 2-3년 사이 국내 바이오 기업들(2014년 기준으로 975개, 이중 60%가 벤처기업)의 해외진출이 활발해지고 있는 실정이다. 그런 점에서 정부의 선제적인 규제철폐/완화정책이 중요함을 말할 나위도 없다. (중앙일보, 2016. 3. 7).

우리는 자유무역과 보호무역 정책에서 존재하는 유일한 해(부분게임완전균형)를 도출하였고, 나아가 이론적 결과의 예측을 위해 시뮬레이션 분석을 시도하였다.

우선 벤치마크로 자유무역의 경우 내쉬균형에서 두 기업은 각 시장에 같은 양의 재화를 공급하고 동일한 R&D 투자를 하며 동일한 이윤을 얻는다. 그러나 시장가격은 상대적으로 규모가 큰 시장에서 더 높은 것으로 나타난다. 또한 우리는 보호무역하에서 자유무역균형과 비교되는 완전균형도 도출하였다. 그러나 두 정책하의 균형결과의 비교는 모형내 다수의 파라메타 때문에 액면 그대로를 정량적으로 비교하기는 어렵다. 사실 그 비교는 기존의 전통적인 이론과 차이가 없어 크게 흥미롭지 않다. 우리가 이 연구에서 주목하는 변수는 오직 R&D 외부효과이기 때문에 그것을 고려할 때와 그렇지 않을 때의 차이 및 그 파라메타의 비교정확에 관심이 있을 뿐이다. 그것은 시뮬레이션을 통해 분석한다.

수치분석의 주요 결과를 보면 자유무역에서든 보호무역에서든 R&D 투자수준과 투자율 모두 R&D 외부효과가 커짐에 따라 감소하는 패턴을 보인다. 투자의 크기 측면에서 보면 보호무역일 경우 보호국가 기업의 R&D 투자수준이 외국기업의 그것보다 높게 나타나고, 이 때 외국기업의 R&D 투자수준은 자유무역에서의 그것보다 낮은 것으로 드러난다. 또 자유무역과 보호무역에서 본국의 사회후생은 R&D 외부효과가 커짐에 따라 유사한 패턴을 보이지만 후생수준은 보호무역하에서 상대적으로 크다. 마지막으로 이 연구의 가장 관심사항인 R&D 투자의 외부효과와 최적관세율 간의 관계에서 두 변수 간에는 부(-)의 관계가 나타난다. 이는 R&D 외부효과가 자국 기업의 생산비용을 낮춰 기업의 이윤을 증가시키고 나아가 소비자잉여를 증가시켜 전체적으로 사회후생을 높이는 역할을 하기 때문에 일정 시점까지 관세는 오히려 낮아져야 함을 의미한다. 따라서 R&D 외부효과가 클수록 최적관세는 오히려 낮아져야 한다는 정책적 함축성을 내포하고 있다.

마지막으로, 본 연구의 한계와 미래 연구과제는 다음과 같을 것이다. 여기에서 생산한 결과는 국제과점 모형을 이용한 이론적 분석결과일 뿐이다. 물론 시뮬레이션 분석을 통해 주요 경제변수들의 패턴을 예측하긴 했지만 결과들의 해석에 있어서는 좀 더 많은 논의가 필요하다. 사실 논의 전개가 풍성하지 못한 이유는 우리와 같은 문제인식을 가지고 연구한 기존의 비교대상 연구들이 없기 때문이다. 물론 그러한 이유가 논의를 촉발시킨다는 점에서 본 연구의 기여이기도 하다. 향후에는 같은 배경에서 실제적 데이터를 이용한 실증적 차원의 연구가 진행될 수 있으며 또 다른 이론모형도 설정될 수 있을 것이다. 우리의 모형은 정태적이고, 분석의 단순성을 위해 모든 파라메타들에서 대칭적인 기업들을 고려했다. 특히 국내기업과 외국기업의 외부효과가 상호 대칭적이라고 가정했다. 이는 R&D 투자의 역동성을 설명하는데 분명히 한계적이다. 따라서 자연스런 확장은 비

대칭적인 기업들과 또 R&D 외부효과가 시간에 걸쳐 진행되는 특성을 반영한 동태적인 모형을 설정하는 것이다. 이외에도 두 기업들이 1단계에서 비협조적으로 R&D 경쟁을 하는 것이 아니라 종종 현실의 경우에서처럼 협조적으로 공동투자를 하는 경우를 생각해 볼 수 있다. 연구에서의 합작투자(research joint ventures)가 2단계 기업 간 생산량 결정에 어떤 영향을 미치고 나아가 그럴 경우 일국의 관세는 또 어떠해야 하는 지 등은 흥미로운 미래 연구과제가 될 것이다.

## 참고문헌

- 성태윤·김도연·노정녀(2009), “수출산업에서 R&D 투자가 보다 적극적으로 이루어지는가?” 「한국경제연구」, 제26권 9월, pp. 95-115.
- 이성룡·설윤(2013), “수출과 R&D 투자결정, 생산성의 동태적 관계에 대한 실증분석,” 「한국경제연구」, 제31권 3월, pp. 193-217.
- Aghion P. and P. Howitt.(1992), “A Model of Growth through Creative Destruction,” *Econometrica* 60, 323-351.
- Bagwell, K. and R. Staiger (1992), “The Sensitivity of Strategic Corrective R&D Policy in Battles for Monopoly”, *International Economic Review*, 33, 795-816.
- \_\_\_\_\_ (1994), “The Sensitivity of Strategic Corrective R&D Policy in Oligopolistic Industries”, *Journal of International Economics*, 36, 133-50.
- Belleflamme, P. (2001), “Oligopolistic Competition, IT use for Product Differentiation and Productivity Paradox”, *International Journal of Industrial Organization*, 19, 227-48.
- Brander, J. and B. Spencer (1983), “Strategic Commitment with R&D: the Symmetric Case”, *Bell Journal of Economics*, 14, 225-35.
- d’Aspremont, C. and A. Jacquemin.(1988), “Cooperative and Noncooperative R&D in Duopoly with Spillovers”, *American Economic Review*, 78, 1133-7.
- Dasgupta, P.(1986), “The Theory of Technological Competition,” in J. Stiglitz and F. Mathewson ,eds., *New Developments in the Analysis of Market Structure*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Grossman, G. and E. Helpman. (1990), “The New Growth Theory: Trade, Innovation, and Growth,” *American Economic Review*, 80, 86-91.
- \_\_\_\_\_ (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Fracasso, A. and G.M. Marzetti.(2013), “An Empirical Note on International R&D Spillovers”, *Empirical Economics* 45: 179-191.
- Kamien, M., Muller, E., and I. Zang.(1992), “Research joint Ventures and R&D Cartels,” *American Economic Review*, 82: 1293-1306.
- Leahy, D.(1991), “Import Protection as Export Promotion in Oligopolistic Markets

- with R&D”, *The Economic and Social Review*, 23, 93-103.
- Leahy, D. and J. Neary (1997), “Public Policy towards R&D in Oligopolistic Industries”, *American Economic Review*, 87, 642-62.
- \_\_\_\_\_ (2007), “Absorptive Capacity, R&D Spillovers, and Public Policy,” *International Journal of Industrial Organization*, 25: 1089-1108.
- Miyagiwa, K. and Y. Ohno (1995), “Closing the Technology Gap under Protection”, *American Economic Review*, 85, 755-70.
- \_\_\_\_\_ (1999), “Credibility of Protection and Incentives to Innovate”, *International Economic Review*, 40, 143-64.
- Rivera-Batiz and P. Romer.(1991) “Economic Integration and Endogenous Growth,” *Quarterly Journal of Economics* 106, 531-555.
- Romer, P.(1990), “Endogenous Technological Change,” *Journal of Political Economy*, 98, S71-S102.
- Salant, S. and G. Shaffer,(1998), “Optimal Asymmetric Strategies in Research Joint Ventures,” *International Journal of Industrial Organization*, 16: 195-208.
- Spencer, B.J. and J.A. Brander,(1983), “International R&D Rivalry and Industrial Strategy,” *Review of Economic Studies*, 50, 707-722.
- Stoneman, P.(1995), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell, Cambridge
- Suetens, S.(2005), “Cooperative and Noncooperative R&D in Experimental Duopoly Markets”, *International Journal of Industrial Organization*, 23, 63-82.
- Suzumura, K.(1992), “Cooperative and Noncooperative R&D in Oligopoly with Spillovers”, *American Economic Review*, 82, 1307-1320.
- Youssef, S., M. Breton and G. Zaccour.(2013), “Cooperating and Non-cooperating Firms in Inventive and Absorptive Research”, *Journal of Optimization Theory and Applications*, Vol, 157, 229-251.
- The Federation of Korean Industries(FKI), 「FIP-2009-0010」, Available at <http://www.fki.or.kr>.

# A Study on the International R&D Competition and Optimal Tariff

Dong-Sheng Li

Jong-Min Lee

---

## Abstract

Research and Development(R&D) investment is an issue of central importance in any economy. In this paper we analyze the relationship between R&D spillovers and trade-related variables, using a two-stage model where duopolists simultaneously decide on R&D in the first stage and engage in Cournot competition in the second stage.

We characterized and compared the free-trade and trade-restriction R&D equilibrium in a two-stage game of R&D investment followed by Cournot market competition. We also assessed the impact of varying the R&D spillover on the equilibrium outcomes and tariff. We showed for both free trade and protection cases that there exists a unique symmetric solution(subgame perfect Nash equilibrium). As the solution, while analytical, cannot be stated in closed form, we resorted to numerical experiments to investigate the equilibrium results. Our estimates indicate for both free trade and protection cases that the level of R&D investment and the rate of R&D expenditure decrease as the degree of R&D spillovers increases, and that there is an inverse relation between the degree of R&D spillovers and level of protection. The latter implies that the larger the degree of R&D spillovers, the lesser the level of protection.

---

(Key Words) R&D Spillovers, Cournot Competition, Protectionism, Optimal Tariff

## 부 록

### A. 자유무역하에서 균형

본문 식(8)-(14)의 도출은 다음과 같다.

#### 1) 생산량 경쟁

게임의 2단계에서 두 기업들은 1단계의 R&D투자를 주어진 것으로 보고 자신의 이윤을 극대화하는 생산량을 선택한다. 이제 식(5)와 식(6)을 극대화하는 DF와 FF의 생산량은 각각

$$x = \frac{a - (A - R - kR^*) - y}{2} \quad (\text{A1})$$

$$x^* = \frac{b - (A - R - kR^*) - y^*}{2} \quad (\text{A2})$$

$$y = \frac{a - (A - R^* - kR) - x}{2} \quad (\text{A3})$$

$$y^* = \frac{b - (A - R^* - kR) - x^*}{2} \quad (\text{A4})$$

이제 식(A1)-(A4)를 연립해서 풀면 우리는 쿠르노-내쉬균형 생산량과 그 때의 균형가격을 구할 수 있다. 즉, 자유무역하에서 DF와 FF의 균형생산량은 다음과 같다.

$$x_f = \frac{a - A + (2k - 1)R^* + (2 - k)R}{3} \quad (\text{A5})$$

$$y_f = \frac{a - A + (2k - 1)R + (2 - k)R^*}{3} \quad (\text{A6})$$

$$x_f^* = \frac{b - A + (2k - 1)R^* + (2 - k)R}{3} \quad (\text{A7})$$

$$y_f^* = \frac{b - A + (2k - 1)R + (2 - k)R^*}{3} \quad (A8)$$

이 때 본국과 외국시장에서의 균형가격은 각각

$$p_f = \frac{a + 2A - (k + 1)(R + R^*)}{3} \quad (A9)$$

$$p_f^* = \frac{b + 2A - (k + 1)(R + R^*)}{3} \quad (A10)$$

식(A5)-(A10)을 다시 이윤함수(5)와 (6)에 대입하면 R&D 투자수준의 함수로서 다음과 같은 자유무역하에서의 1단계 균형(극대) 이윤을 얻을 수 있다.

$$\pi_f = \frac{(a - A + (2k - 1)R^* + (2 - k)R)^2 + (b - A + (2k - 1)R^* + (2 - k)R)^2}{9} - \gamma \frac{R^2}{2} \quad (A11)$$

$$\pi_f^* = \frac{(b - A + (2k - 1)R + (2 - k)R^*)^2 + (a - A + (2k - 1)R + (2 - k)R^*)^2}{9} - \gamma \frac{R^{*2}}{2} \quad (A12)$$

한편, 자유무역하에서 각국의 사회후생함수는 소비자잉여와 자국기업 이윤함수의 합이다. 예컨대 본국의 사회후생함수는

$$W_f = CS_f + \pi_f$$

따라서

$$W_f = \frac{[a - A + (2k - 1)R^* + (2 - k)R]^2 + [b - A + (2k - 1)R^* + (2 - k)R]^2}{9} - \gamma \frac{R^2}{2} + \frac{1}{2} \left[ \frac{2(a - A) + (1 + k)(R^* + R)}{3} \right]^2 \quad (A13)$$

## 2) R&D 경쟁

1단계에서는 두 기업이 R&D 경쟁계임을 한다. 두 기업이 각각 자신의 이윤을 극대화하고 상대기업으로부터도 같은 행동을 예상한다고 하자. DF의 경우 식(A11)에서 이윤극

대화 일계조건은

$$\frac{\partial \pi_f}{\partial R} = \frac{2(2-k)}{9} [a+b-2A+2(2k-1)R^*+2(2-k)R] - \gamma R = 0 \quad (\text{A14})$$

또 이계조건은

$$\frac{\partial^2 \pi_f}{\partial R^2} = \frac{4}{9} (2-k)^2 - \gamma < 0 \quad (\text{A15})$$

따라서  $9\gamma > 4(2-k)^2$ . 이 때 DF의 R&D 투자수준은

$$R = \frac{4(2-k)\left(\frac{1}{2}(a+b) - A + R^*(2k-1)\right)}{9\gamma - 4(2-k)^2} \quad (\text{A16})$$

FF의 경우에도 마찬가지로 식(A12)를  $R^*$ 에 대해 미분하여 정리하면 FF의 R&D 투자수준은 아래 식과 같게 된다.

$$R^* = \frac{4(2-k)\left(\frac{1}{2}(a+b) - A - R(1-2k)\right)}{9\gamma - 4(2-k)^2} \quad (\text{A17})$$

따라서 식(A16)과 (A17)로부터 자유무역하의 대칭적인 균형 R&D 투자수준 식(8)이 도출된다.

이제 식(8)을 식(A5)와 (A6) 및 (A9)에 대입하면 앞의 식(9)와 식(10)이 도출된다. 또 식(8)을 식(A7)와 (A8) 및 (A10)에 대입하면 식(11)과 식(12)를 얻을 수 있다. 한편, 식(8)을 식(A11)과 (A12) 및 (A13)에 대입하면 앞의 식(13)과 식(14)이 구해진다.

## B. 보호무역하에서 균형

본문 식(16)-(24)의 도출은 다음과 같다.

## 1) 생산량 경쟁

FF의 이윤극대화 수출량과 국내 생산량은 식(15)로부터 도출된다.

$$y = \frac{a - (A - R^* - kR) - x - t}{2} \quad (B1)$$

$$y^* = \frac{b - (A - R^* - kR) - x^*}{2} \quad (B2)$$

그러므로 DF와 FF의 이윤극대화 생산량인 식(A1)-(A2) 및 (B1)-(B2)로부터 H국시장의 쿠르노-내쉬 균형 생산량은 다음과 같이 구해진다.

$$x_T = \frac{a - A + (2k - 1)R^* + (2 - k)R + t}{3} \quad (B3)$$

$$x_T^* = \frac{a - A + (2k - 1)R + (2 - k)R^* - 2t}{3} \quad (B4)$$

이 때 H국시장에서의 균형가격은

$$p_T = \frac{a + 2A - (k + 1)(R + R^*) + t}{3} \quad (B5)$$

따라서 H국의 무역보호정책 아래에서 DF와 FF의 이윤은 각각

$$\pi_T = \frac{(a - A + (2k - 1)R^* + (2 - k)R + t)^2 + (b - A + (2k - 1)R^* + (2 - k)R)^2}{9} - \gamma \frac{R^2}{2} \quad (B6)$$

$$\pi_T^* = \frac{(b - A + (2k - 1)R + (2 - k)R^*)^2 + (a - A + (2k - 1)R + (2 - k)R^* - 2t)^2}{9} - \gamma \frac{R^{*2}}{2} \quad (B7)$$

한편 H국의 사회후생함수는  $W_T = CS_T + \pi_T + ty_T$ .

따라서

$$W_T = \frac{[a-A+(2k-1)R^*+(2-k)R+t]^2 + [b-A+(2k-1)R^*+(2-k)R]^2}{9} - \gamma \frac{R^2}{2} \quad (B8)$$

$$+ \frac{1}{2} \left[ \frac{2(a-A)+(1+k)(R^*+R)-t}{3} \right]^2 + t \frac{[a-A+(2k-1)R+(2-k)R^*-2t]}{3}$$

## 2) R&D 경쟁

이제 두 기업이 R&D 경쟁을 하는 게임의 1단계로 나아가자. 식(B6)를  $R$ 로 미분한 DF의 이윤극대화 일계조건은 곧 R&D 투자의 한계편익을 낳는다.

$$\frac{\partial \pi_T}{\partial R} = \frac{2(2-k)}{9} [a+b-2A+2(2k-1)R^*+2(2-k)R+t] - \gamma R = 0 \quad (B9)$$

또 이윤극대화 이계조건은

$$\frac{\partial^2 \pi_T}{\partial R^2} = \frac{4(2-k)^2}{9} - \gamma < 0 \quad (B10)$$

따라서 극대화의 일계조건으로부터 DF의 R&D 투자의 반응함수가 아래와 같이 도출된다.

$$R = \frac{4(2-k)\left(\frac{1}{2}(a+b+t) - A - R^*(1-2k)\right)}{9\gamma - 4(2-k)^2} \quad (B11)$$

마찬가지의 과정을 통해 FF의 R&D 투자 반응함수를 구하면

$$R^* = \frac{4(2-k)\left(\frac{1}{2}(a+b-2t) - A - R(1-2k)\right)}{9\gamma - 4(2-k)^2} \quad (B12)$$

따라서 식(B11)과 (B12)의 연립방정식으로부터 보호무역정책하의 두 기업의 균형 R&D 투자수준 식(16)이 구해진다.

또 식(16)-(17)을 2단계 생산량 경쟁에서 도출한 각 변수에 대입하면 보호무역하의 부분게임 완전균형인 식(18)-(24)를 차례로 얻을 수 있다.