

## 知識交流와 經濟成長\*

鄭 鎭 根\*\*

### 논문초록

이 논문은 새로운 지식을 생산함에 있어서 자국지식과 상대국 지식이 기여하는 바의 차이를 감안함으로써 국가간 지식의 교류로 인하여 각국의 장기경제성장률이 높아지는 경우 이외에 오히려 낮아지는 경우도 있음을 보여준다. 이와 같은 양국 지식이 각국의 새로운 지식생산에 미치는 영향의 차이는 필연적으로 시장에서 결정되는 R&D 노동의 크기가 그 최적크기와 비교하여 차이나는 정도를 변화시킴으로써 1인당 GDP 수준을 최적수준보다 더욱 크게 혹은 더욱 작게 변화시킨다. 이는 현실적으로 국가간 지식의 교류가 이루어지고 이들 지식의 내용과 기능이 서로 같지 않음에 비추어 볼 때 이와 같은 현실을 반영하여 지식생산함수를 규정하는 것이 R&D(지식생산)에 기초한 성장모형이 성장정책수립에 기여하는 바를 높이는 데에 중요함을 시사한다.

핵심 주제어: 지식(기술)교류, 장기경제성장률, R&D 투자

경제문헌 주제분류: O31

\* 필자가 생각하고 있는 바를 보다 명확히 표현할 수 있도록 유익한 논평을 해주신 익명의 두 분 심사자에게 감사드립니다. 이 논문은 2000학년도 한림대학교 교비연구비에 의하여 연구되었습니다.

\*\* 한림대학교 경제학부 교수, e-mail: ikjeong@hallym.ac.kr

## I. 머리말

지식의 축적이 경제성장의 원동력임은 Romer(1987, 1990)에 의해 처음으로 주장되었다. Romer의 모형은 시장에서 이윤을 추구하는 경제주체에 의해 지식이 생산되는 메커니즘을 명료하게 보여주고 있기는 하지만 새로운 지식생산에 있어서 노동(연구개발) 생산성을 기존지식의 크기에 비례한다고 가정함으로써 인구증가율(연구개발 인력증가율)이 양(+)의 상수인 경우 경제성장률이 시간의 흐름에 따라 점점 더 커지게 되는 비현실적인 시사점을 내포하고 있다. Jones(1995)는 Romer의 지식생산함수를 기존지식의 크기가 커질수록 노동의 새로운 지식생산성이 작아지도록 변경함으로써 Romer의 모형이 갖는 이와 같은 한계를 극복하고 있다.

이들 모형은 폐쇄경제를 가정하고 있으나 Rivera-Batiz and Romer(1991a, 1991b)는 두 나라간에 생산된 지식의 상호교류가 이루어지는 경우에 Romer(1990)의 모형을 적용함으로써 지식의 교류로 인하여 균형상태(steady-state)에서 각국의 성장률이 높아진다는 결론을 이끌어내고 있다. 이들은 각국이 새로운 지식을 생산하는데 있어서 상대국 지식도 자국지식의 생산성과 같은 크기의 생산성을 갖는다고 가정하고 있다. 그러나 현실적으로 어떤 나라에서 생산되는 지식은 그 나라만의 역사적, 사회적, 문화적 특성에 바탕을 두고 있으며 이미 축적된 자국지식의 연장선상을 크게 벗어나지 않는다. 따라서 두 나라간 지식이 서로 교환되고 다른 나라의 지식이 자국의 새로운 지식 생산에 긍정적인 영향을 미치는 경우에도 자기 나라의 지식과 다른 나라의 지식이 갖는 생산성에는 필연적으로 차이가 있다. 이 논문은 이와 같은 생각을 Jones(1995)의 모형에 적용함으로써 아래와 같은 결과를 얻게 됨을 보여준다.

우선 두 나라의 축적된 기존지식이 각 국의 새로운 지식생산에 있어서 보완적인(즉 새로운 지식 생산을 용이하게 하는) 경우 두 나라간 지식의 교류는 -지식의 교류가 없는 경우와 비교하여 -각 국의 균형상태에서의 경제성장률을 높이지만 축적된 기존지식이 대체적인(즉 새로운 지식생산을 점차 어렵게 하는) 경우에는 지식의 교류로 인하여 성장률이 균형상태에서 오히려 낮아진다. 지식의 교류 때문에 성장률이 낮아진다는 것은 대부분의 성장모형이 암묵적 또는 명시적으로 시사하는 바와는 다른 결과이지만 개방화로 인하여 두 나라의 성장률이 모두 낮아질 수 있음을 보여주

는 Grossman and Helpman(1990)의 주장과는 일치한다. Grossman and Helpman은 전통적인 국제무역이론을 사용하여 개방의 결과 지식생산에 비교우위가 있는 나라(기술선진국)가 생산하는 소비재에 대한 세계수요가 증가하여 기술선진국에서는 R&D활동으로부터 소비재생산으로의 자원이동이 일어나고 기술후진국에서는 이와는 반대의 자원배분이 일어나서 성장률이 낮아진다고 설명하고 있다.

그러나 우리의 모형에서는 이미 축적된 두 나라의 지식이 서로 어떤 연관성을 가지는가에 따라 두 나라에서 모두 같이 R&D활동에서 소비재생산으로의 또는 반대방향으로의 자원이동이 일어나며 전자와 같은 자원배분의 변화가 일어날 경우 성장률이 낮아진다. 둘째, 새로운 지식생산에 있어서 자국 지식과 상대국 지식이 기여하는 크기를 같게 보는가 또는 다르게 보는가에 따라 시장에서 결정되는 R&D인력의 크기가 최적R&D인력규모와 차이나는 정도가 달라진다. 이는 당연한 결과이기 때문에 경제정책의 관점에서 보면 지식생산함수를 어떻게 규정하는가는 중요하다. 따라서 국가간 지식의 교류가 필연적인 현실에 비추어 보아 지금까지와는 달리 상대국 지식을 지식생산함수의 독립적 변량으로 취급함은 중요하다.

이하에서는 모형을 설정한 다음 시장이 결정하는 균제상태에서의 모형경제의 모습과 사회적 최적상태의 모습을 차례로 살펴보기로 한다. 이들 모습이 두 나라간 지식의 교류로 어떻게 달라지는가에 대한 수치분석의 결과도 제시하였다. 끝으로 우리의 분석의 결과를 요약하고 우리의 모형이 갖는 한계를 밝혔다.

## II. 모형

우리의 모형경제에서는 두 나라로 세계경제가 구성되며 각 나라는 기본적으로 Romer(1990)의 R&D에 기초한 성장모형과 같은 메커니즘에 의하여 경제활동이 이루어진다. Romer의 모형은 하나의 경제단위 내에서 기술진보(새로운 생산지식의 개발)가 내생적으로 어떻게 이루어지는가를 설명하고 있으나 우리의 모형은 Romer의 모형에 따라 운행되는 경제단위가 두 개가 있어서 이들이 서로 생산물과 기술(지식)을 교환하는 경우 기술진보(새로운 지식의 축적), 경제성장, R&D 노력(R&D 노동이 총노동에서 차지하는 비율)이 어떻게 변하는가를 살펴보는 데에 중점을 둔다.

각국의 생산활동은 최종재생산, 중간재생산, R&D의 세 부문으로 나뉜다. 최종

재생산에 쓰이는 생산요소는 노동과 중간재이며 중간재는 자국에서 생산된 것과 수입한 것으로 구성된다. 생산된 최종재는 소비자가 소비하거나 중간재생산기업들에게 자본재로서 대여하는 데에 사용된다. 중간재생산기업들은 자국의 R&D부문에 생산(고안)한 중간재생산에 관한 지식(방법)들 중 하나의 사용특허권을 획득한 후, 이 지식(방법)에 따라 소비자로부터 빌린 자본재(소비되지 않은 최종재)를 생산요소로 하여 중간재를 생산하고 이를 최종재생산기업들에게 공급한다. 따라서 이들 개별기업들은 각각 종류가 다른 한가지 중간재를 공급하는 독점기업의 지위를 가진다. 중간재는 감가상각이 없는 내구재로 가정한다. R&D 부문의 지식생산에 필요한 생산요소는 노동(연구개발인력)이다. 따라서 R&D 부문은 노동시장에서 최종재생산기업들과 경쟁한다. 각국의 R&D 노동은 새로운 지식을 생산함에 있어서 자국의 기존지식뿐만 아니라 상대국의 기존지식도 이용한다. 양국간 기존지식의 교환은 정보통신망 또는 학문교류에 의해 무상으로 자유로이 이루어진다. 각국이 생산한 최종재는 동일한 제품이다. 그러나 중간재는 서로 다른 제품으로서 완전한 자유무역에 의하여 교역된다. 이하의 모형설명에서는 이와 같은 개방경제를 분석하기 위하여 Romer(1990)와 다르게 가정한 부분을 제외하고는 간략하게 설명하기로 한다.

국가 1의 최종재  $Y$ 의 생산함수는 다음과 같이 가정한다.

$$Y = L_Y^{1-\alpha} \cdot \left( \int_0^A x(i)^\alpha di + \int_0^{A^*} x(i^*)^\alpha di^* \right). \quad (1)$$

여기서  $L_Y$ 는 국가 1에서 최종재생산에 종사하는 노동의 양이며,  $i$ 는 국가 1에서 생산된 중간재의 종류를 나타내는 지수를, 따라서  $A$ 는 국가 1에서 지금까지 생산된 중간재의 종류의 수(크기)를 나타내며,  $x(i)$ 는 생산된  $i$  중간재 중 국가 1이 최종재의 생산에 사용한 양을 나타낸다. 지수  $i^*$ 는 국가 2에서 지금까지 생산된 중간재의 종류를 나타내는 지수이며  $A^*$ 는 그 중간재 종류의 수(크기)를 나타낸다.  $x(i^*)$ 는 국가 2에서 생산된  $i^*$  중간재 중 국가 1이 수입한 양을 나타낸다. 파라미터  $\alpha$ 는  $0 < \alpha < 1$ 의 크기를 가진다.

식 (1)은 국가 1의 최종재생산에는 국가 1의 노동과 중간재 이외에 국가 2의 중간재도 생산요소로 사용됨을 나타내고 있다. 따라서 지수  $i$ 로 나타낸 중간재와 지

수  $i^*$ 로 표시된 중간재는 완전히 다른 중간재이다. 즉 예컨대  $i=10$ 인 중간재와  $i^*=10$ 인 중간재는 서로 다른 중간재이다. 이는 양국간 생산특허제도가 완벽하게 지켜짐으로써 양국이 서로 같은 중간재를 생산하지 않음을 의미한다. 모든 중간재는(국가 1의 것이든, 국가 2의 것이든) 같은 크기의 한계생산물을 갖는다. 따라서 어떤 종류이든 두 중간재간의 대체탄력성은  $\infty$ 가 된다.

국가 2의 최종재생산함수도 유사하게 가정한다.

$$Y^* = L_Y^{1-\alpha} \cdot \left( \int_0^A x^*(i^*)^\alpha di^* + \int_0^A x^*(i)^\alpha di \right).$$

여기서  $Y^*$ ,  $L_Y^*$ 는 각각 국가 2의 최종생산물생산량과 이에 투입된 국가 2의 노동량을 의미하며  $x^*(i^*)$ 는 국가 2에서 생산된  $i^*$  중간재의  $Y^*$ 생산에 쓰인 양을,  $x^*(i)$ 는 국가 1에서 생산된  $i$  중간재로서  $Y^*$ 생산에 사용된 양 즉, 국가 2가 수입한 국가 1의  $i$  중간재의 양을 나타낸다. 따라서 국가 1에서 생산한  $i$  중간재의 총생산량은  $x(i) + x^*(i)$ 와 같으며 국가 2에서 생산한  $i^*$  중간재의 총량은  $x^*(i^*) + x(i^*)$ 가 된다. 양국에서 생산된 모든 중간재는 감가상각률이 0인 내구재이며 양국의 최종생산물은 동일한 생산물로 가정한다.

최종재생산함수는 두 나라 모두 생산요소인 노동과 중간재에 대하여 규모에 대한 수확불변의 특징을 가지므로 최종재생산부문의 최적화 해(解)는 각 생산요소의 가격이 그 생산요소의 한계생산물의 크기와 같아지는 조건으로 나타낼 수 있다. 두 나라간 중간재의 교역은 자유무역에 의하여 이루어지므로 국가 1에서의 그 해(解)는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \omega &= (1-\alpha) \frac{Y}{L_Y}, \\ p_{x(i)} &= \alpha L_Y^{1-\alpha} x(i)^{\alpha-1}, \quad \forall i, \\ p_{x(i^*)} &= \alpha L_Y^{1-\alpha} x(i^*)^{\alpha-1}, \quad \forall i^*. \end{aligned} \tag{2a}$$

여기서  $\omega$ 는  $L_Y$ 의 임금을,  $p_{x(i)}$ ,  $p_{x^*(i)}$ 는 각각  $x(i)$ 와  $x^*(i)$ 의 사용료(rental price)를 의미한다. 최종생산재  $Y^*$ 생산의 최적화조건 역시

$$\begin{aligned}\omega^* &= (1-a) \frac{Y^*}{L_Y^*}, \\ p_{x^*(i)} &= a L_Y^{1-a} x^*(i)^{a-1}, \quad \forall i^*, \\ p_{x^*(i)} &= a L_Y^{1-a} x^*(i)^{a-1}, \quad \forall i\end{aligned}\tag{2b}$$

로 표시된다.  $\omega^*$ 는  $L_Y$ 의 임금을,  $p_{x^*(i)}$ ,  $p_{x^*(i)}$ 는 각각  $x^*(i)$ ,  $x^*(i)$ 의 사용료를 의미한다.

두 나라의 중간재생산부문은 각기 자기 나라의 R&D부문이 생산한 지식중 한 지식의 사용특허권(중간재생산특허권)을 가진 독점기업들의 집합체이다. 어떤 종류의 중간재이든 한 단위의 중간재를 생산하는데는 한 단위의 자본재(소비되지 않은 최종재)가 사용된다고 가정하기로 한다. 따라서 국가 1에서 개별 독점기업의 이윤극대화문제는, 생산지식(방법)의 사용특허권 매입가는 매몰비용(sunk cost)이므로,

$$\max_{x(i), x^*(i)} p_{x(i)} \cdot x(i) + p_{x^*(i)} \cdot x^*(i) - r \cdot [x(i) + x^*(i)]$$

로 나타낼 수 있다. 여기서  $r$ 은 자본재(소비되지 않은 최종재)의 사용료(즉 실질이자율)이며  $p_{x(i)}$ ,  $p_{x^*(i)}$ 는 각각 식 (2a), (2b)에서와 같은  $x(i)$ ,  $x^*(i)$ 의 수요함수를 나타낸다. 이 문제의 해(解)는 다음과 같다.

$$\begin{aligned}p &= p_{x(i)} = p_{x^*(i)} = \frac{r}{a}, \\ x(i) &= \left[ \frac{a L_Y^{1-a}}{p} \right]^{1/(1-a)} \quad \forall i, \\ x^*(i) &= \left[ \frac{a L_Y^{1-a}}{p} \right]^{1/(1-a)} \quad \forall i.\end{aligned}\tag{3a}$$

국가 2의 실질이자율을  $r^*$ 라 하면 같은 방법에 의하여 국가 2에서의 개별 중간재생산기업의 이윤극대화 해 또한,

$$\begin{aligned} p^* &= p_{x^*(i^*)} = p_{x(i^*)} = \frac{r^*}{\alpha}, \\ x^*(i^*) &= \left[ \frac{\alpha L_Y^{1-\alpha}}{p^*} \right]^{1/(1-\alpha)}, \quad \forall i^*, \\ x(i^*) &= \left[ \frac{\alpha L_Y^{1-\alpha}}{p^*} \right]^{1/(1-\alpha)}, \quad \forall i^* \end{aligned} \quad (3b)$$

와 같이 된다. <sup>1)</sup> 독점이론이 말해 주는 바와 같이 모든 중간재의 가격은 한계생산비용  $r$  또는  $r^*$  보다 높다. 따라서 중간재생산기업이 갖는 독점이윤의 크기는 중간재 가격이 한계생산비용과 같은 경우의 사회전체로 본 총잉여가치의 크기 — 우리의 모형에서는 한계생산비용이 일정하므로 총잉여가치는 소비자(최종재생산기업) 잉여의 크기와 같음 — 보다 작아진다. 이는 뒤(IV절)에서 설명하는 것처럼 시장에서 결정되는 연구개발인력이 총노동에서 차지하는 비율이 사회전체로 본 최적비율보다 작아지는 한 가지 요인이 된다.

양국간 자본이동이 자유롭게 이루어진다고 가정하고(따라서  $r=r^*$ 이 됨) 또 무역수지 불균형으로 인하여 분석이 복잡해지는 것을 피하기 위하여  $L_Y$ 와  $L_Y^*$ 의 크기가 같다고 가정하면

$$\begin{aligned} \bar{p} &= p = p^*, \\ \bar{x} &= x(i) = x^*(i) = x^*(i^*) = x(i^*), \quad \forall i, i^* \end{aligned}$$

이 성립한다. 따라서 양국의 각 기업이 갖는 독점이윤은 중간재의 종류에 관계없이 모두

1) 국가 2에서 중간재생산기업의 이윤극대화 문제는

$\max_{x^*(i^*), x(i^*)} p_{x^*(i^*)} \cdot x^*(i^*) + p_{x(i^*)} \cdot x(i^*) - r^* \cdot [x^*(i^*) + x(i^*)]$ 이 된다.

$$\bar{\pi} = 2(1-a)\alpha \cdot \left( \frac{Y}{A+A^*} \right) = 2(1-a)\alpha \cdot \left( \frac{Y^*}{A+A^*} \right) \quad (4)$$

가 된다.

아울러 모든 중간재의 크기가 같기 때문에 최종재의 생산함수는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} Y = Y^* &= (A + A^*) L_Y^{1-a} \bar{x}^a \\ &= (A + A^*) L_Y^*{}^{1-a} \bar{x}^a \end{aligned} \quad (5)$$

무역수지의 균형을 위하여  $L_Y = L_Y^*$  이외에  $A = A^*$ 도 가정하기로 한다. 따라서

$$K \equiv \int_0^{A^-} x \, di, \quad K^* \equiv \int_0^{A^*} x \, di^* \text{라 정의하면 최종재생산함수는}$$

$$Y = Y^* = 2(AL_Y)^{1-a} K^a = 2(A^* L_Y^*)^{1-a} K^{*a} \quad (5')$$

와 같이 달리 나타낼 수 있다. 즉 최종재생산함수는 생산요소  $L_Y$ ,  $A$ ,  $K$ 에 대하여 규모에 대한 수확체증의 성질을 갖는다. 따라서 이들 모든 생산요소의 보수는 각 요소의 한계생산물과 같을 수 없다. 식 (3a), (2a), 또는 식 (3b), (2b)에 의해 알 수 있는 것과 같이  $r = (1/2)\alpha^2 \cdot (Y/K)$ 이다. 즉 자본  $K$ 에 대한 보수  $r$ 은 자본의 한계생산물의 크기인  $(1/2)\alpha \cdot (Y/K)$ 보다 작다. 이와 같은 자본의 한계생산물과 자본에 대한 보수의 차이가 생산요소  $A$ 에 대한 대가로서 후술하는 연구개발노동에 대한 보수의 재원이 된다. R&D부문의 지식생산함수는

$$\begin{aligned} \dot{A} &= \tilde{\delta} L_A, \\ \dot{A}^* &= \tilde{\delta}^* L_A^* \end{aligned} \quad (6)$$



와 같이 가정한다.<sup>2)</sup> 여기서  $L_A$ ,  $L_A^*$ 는 각각 국가 1, 국가 2에서 R&D부문에 종사하는 연구개발인력의 크기를 나타내며  $\tilde{\delta}$ ,  $\tilde{\delta}^*$ 는 이들 노동의 평균(한계) 생산물을 나타낸다.

암묵적으로 폐쇄경제 혹은 하나의 경제단위로 본 세계경제를 상정한 Jones(1995)의 모형에서는, 상정한 경제단위의 R&D노동을  $\overline{L}_A$ , 그 경제단위 내에 주어진 시점까지 축적된 지식의 양을  $\overline{A}$ 라 하면, R&D노동의 평균생산물을  $\delta \overline{L}_A^{\lambda-1} \overline{A}^\phi$ 로 나타내고 있다. 파라미터들은  $0 < \lambda < 1$ ,  $0 < \phi < 1$ 의 크기를 가지며  $\delta > 0$ 은 상수이다.<sup>3)</sup> 파라미터  $\phi$ 는 지금까지 연구개발의 결과로 축적된 기존지식이 새로운 지식생산을 촉진시키는 긍정적(+)인 외부효과를 반영한 것이며 파라미터  $\lambda$ 는 개별 노동이 생산한 새 지식들 중에는 서로 같은 것이 있으므로 이와 같은 중복효과 즉 일종의 혼잡효과(congestion effect)를 반영한 것이다. 우리의 모형에서도 Jones의 가정을 따르기로 한다. 다만 우리의 모형은 두 국가와 이들 국가간 지식의 자유로운 상호교환을 가정하고 있으므로  $\tilde{\delta}$ 와  $\tilde{\delta}^*$ 를 각각

$$\begin{aligned}\tilde{\delta} &= \delta L_A^{\lambda-1} A^\phi \cdot \left( \frac{A^{*a}}{A} \right)^x, \\ \tilde{\delta}^* &= \delta^* L_A^{*\lambda-1} A^{*\phi} \cdot \left( \frac{A^a}{A^*} \right)^x\end{aligned}\quad (7)$$

와 같이 나타내기로 한다. 여기서  $x > 0$ ,  $a > 0$  (단  $a \neq 1$ )이며  $\delta$ ,  $\delta^*$ 는 상수이다. 파라미터  $\lambda$ 와  $\phi$ 는 Jones모형에서와 같은 범위의 크기를 가진다.

위 식에서  $(A^{*a}/A)^x$ ,  $(A^a/A^*)^x$ 는 상대국의 기존지식이 자국의 새로운 지식 생산에 미치는 외부효과를 나타내기 위한 항이다. 이 외부효과는 상대국지식의 자국지식에 대한 상대적 크기가 클수록 커진다( $x > 0$ ). 이 때 양국 지식의 상대적 크기로는 단순한 산술적 크기  $A^*/A$ ,  $A/A^*$  대신에 양국의 지식축적의 전개가 각

2) 어떤 변량 위의 “.”는 그 변량을 시간 t에 대하여 미분함을 의미한다. 이는 이하에서도 같음.

3) Jones(1995)는  $\phi < 0$ 일 가능성을 배제하지는 않고 있으나 Jones and Williams(2000)는 실증적 분석에 근거하여  $\phi$ 는 양(+)의 크기를 가짐을 보여준다.

국의 새로운 지식 생산에 미치는 효과의 차이를 구분하기 위하여  $A^{*a}/A$ ,  $A^a/A^*$ 를 사용하였다. 만약 두 나라의 지식이 모두  $q$ 배로 증가하였다면 단순한 상대적 크기는 변하지 않지만, 예컨대  $A^{*a}/A$ 의 경우  $(qA^*)^a/(qA) = (qA^*)^{a-1} \cdot (qA^*/qA)$ 이므로  $a > 1$ 이면  $q$ 가 클수록 또  $A^*$ 가 큰 값일수록  $A^{*a}/A$ 가 산술적 상대크기  $A/A^*$ 보다 커진다. 이는 양국의 지식축적이 진행됨에 따라 상대국의 지식이 자국의 새로운 지식 생산에 미치는 긍정적(+) 외부효과가 커짐을 즉 상대국 기존지식과 자국의 새로운 지식 생산이 일종의 보완적 관계를 가짐을 의미한다. 반대로  $0 < a < 1$ 이면  $q$ 가 클수록 또  $A^*$ 가 클수록  $A^{*a}/A$ 는  $A^*/A$ 보다 작아져서 상대국 기존지식과 자국의 새로운 지식 생산 사이에 일종의 대체적 관계가 있어서 양국의 지식축적이 진행됨에 따라 상대국 지식으로부터 받게 되는 긍정적(+) 외부효과가 점차 작아지게 된다. 파라미터  $a$ 가 1의 값을 갖지 않는 것은 다음과 같은 이유 때문이다. 만약  $a = 1$ 이면  $A$ 와  $A^*$ 의 크기가 같을 때 다른 나라와의 자유로운 지식교환에 따른 외부효과가 나타나지 않는다. 그러나 이미 앞에서 언급한 바와 같이 범위  $i$ 에 있는 지식은 범위  $i^*$ 에 있는 지식과 서로 다른 것이므로  $A$ 와  $A^*$ 의 크기가 같은 경우에도 서로 외부효과를 미치게 된다.

일반적으로 지식(기술)의 상대적 크기가 각국의 새로운 지식 생산에 중요한 역할을 하게 되는 것은 양국간 양적인 기술 갭(technology gap)이 있는 경우이다. 그러나 두 국가간 기술의 양적인 갭이 없는 경우에도 각국이 가진 기술의 내용이 서로 다른 것이라면 기술은 필연적으로 서로 관련될 수 있다는 현실을 감안할 때 이와 같은 기술 내용의 차이 즉, 질적인 갭이 기술 교류로 인하여 각국의 새로운 기술생산에 영향을 미치게 될 것이다. 우리의 모형에서는 이러한 양국간 기술의 질적인 갭을 상대적 크기  $A^{*a}/A$ ,  $A^a/A^*$ 로 나타내고 있다. 요컨대 국가간 양적인 기술 갭이 새로운 지식 생산에 미치는 영향을 살피고 있는 다른 문헌에 반하여 우리의 모형은 질적인 기술 갭이 새로운 지식증가(경제성장)에 미치는 영향을 분석하는데 목적을 두고있다.

식 (7)의 좌변에서 자국의 지식에 대한 지수는  $\phi - x$ 가 되어 양국간 지식의 교류가 없을 때 즉  $x = 0$ 일 때 지수  $\phi$ 보다 작다. 이는 지식의 상호교환으로 인하여 예컨대 국가 1의 경우 자국 지식  $A$ 에 의한 외부효과로 생산된 새로운 지식 중에는

상대국 지식  $A^*$ 로부터 외부효과로 생산된 새로운 지식과 중복되는 것이 있음이 반영된 것이다.<sup>4)</sup> 즉 양국 지식이 주는 외부효과간의 혼잡효과로서  $-x$ 가 이 혼잡효과를 반영하고 있다. 양국의 기존지식이 서로 다르기는 하지만 매우 유사한 경우에는 이 혼잡효과가 매우 커서  $\phi - x < 0$ 이 될 수도 있다.<sup>5)</sup>

식 (7)에 관한 이상의 논의를 요약하면 다음과 같다. 예컨대 국가 1의 새로운 지식 생산함수  $\dot{A} = \delta L_A^1 A^{\phi-x} A^{*ax}$ 에서  $ax$ 는  $A^*$ 로부터의 긍정적(+) 외부효과를 나타내는 지수이며  $-x$ 는  $A^*$ 로 인한 혼잡효과 즉 일종의 부정적(-) 외부효과를 반영한다. 따라서  $A^*$ 로부터 받는 순외부효과는  $ax - x$ 이며 그 크기는  $a$ 의 크기에 따라 양(+) 또는 음(-)의 값을 가질 수 있다.<sup>6)</sup>

앞에서 우리는 중간재생산기업은 자국의 R&D기업으로부터 매입한 지식의 사용 특허권(중간재생산특허권)을 가진다고 가정하였다. 식 (7)은 그러나 이들 중간재기업이 그들이 매입한 지식을 생산한 R&D기업들이 새로운 지식을 생산하기 위하여 기존의 지식 즉, 이미 생산하여 중간재기업에게 판매한 지식들에 대한 정보를 서로 교환하는 것을 못 하게 할 아무런 기술적 또는 법률적 수단을 갖고 있지 않음을 가정하고 있다.

- 
- 4) 이와 같이 새로운 지식 생산  $\dot{A}$  또는  $\dot{A}^*$ 에 미치는 중복효과는 이미 존재하는 지식 스톡  $A$ 와  $A^*$ 를 구성하는 개별 기술간에는 서로 같은 것이 없다는 위의 언급과는 성질이 다른 것으로서 서로 모순되지 않음을 유의하기 바람.
- 5) 중복된 지식의 소유권은 각국이 공평하게 갖는다고 가정하기로 한다. 즉 생산된 새 지식 중 양국의 것이 같은 것이 10가지이라면 각각 5가지 지식에 대하여 지적재산소유권을 갖는다고 가정하기로 한다.
- 6) 만약 양국이 일정 시점 이후부터 지식의 교류를 중단하는 경우, 지식의 교류가 중단된 이후의 국가 1의 지식생산함수는  $\dot{A} = \delta L_A^1 A^{\phi}$ 와 같이 된다. 그러나 우리의 모형에서는 지식의 교류가 중단되기 이전에 교류된 국가 2의 지식은 교류가 중단된 이후에도 국가 1의 지식 생산에 영향을 미치게 된다. 이는  $\dot{A} = \delta L_A^1 A^{\phi}$  식 우변의  $A$ 의 크기는 식 (6), (7)에 의하여 알 수 있는 것과 같이 이전에 교류된 국가 2의 지식들의 영향이 반영된 크기이며 그 효과는 식  $\dot{A} = \delta L_A^1 A^{\phi}$ 에 의하여 지식의 교류가 중단된 이후에도 지속적으로 영향을 주게되기 때문이다. 이 경우 지식교류가 중단되기 전의 상대국 지식은 이미 자국의 지식에 체화되어 있으므로 교류가 중단된 이후에는 기존의 자국 지식 스톡이 새로운 지식 생산에 미치는 긍정적 외부효과만 가지며 부정적 외부효과인 혼잡효과는 가지지 않는다. 이전의 상대국 지식이 미치는 혼잡효과는 지식 교류가 중단되기 전 자국 지식 생산에 이미 반영되었기 때문이다. 제2국의 경우도 이와 마찬가지로이다.

각 국의 총노동은 자국의 최종재생산에 종사하는 노동과 R&D부문에 종사하는 노동의 합과 같으며 총노동의 증가율은 양국 모두  $n>0$ 으로 가정한다.

균형상태에서 이들 두 부문의 노동의 대가는 같아야 한다. 식 (6), (7)에 의하여 알 수 있는 것처럼 지식생산함수는 규모에 대한 수확불변의 성질을 가지지 않는다. 따라서 우리는 R&D노동의 보수를 결정하기 위하여 다음을 가정하기로 한다. R&D노동의  $A$  및  $A^*$  이용은 그 대가를 지불하지 않아도 되는 외부효과로 가정하기로 한다. 또한 총R&D노동의 크기가 매우 커서 한 단위의 개별 R&D노동의 R&D가 경제단위 전체로 본 1인당 지식생산량  $\tilde{\delta}$  또는  $\tilde{\delta}^*$ 의 크기를 변화시키는 정도는 무시해도 좋을 정도로 미미하다고 가정하기로 한다. 이는 개별 R&D인력의 입장에서 볼 때 자신의 R&D결과가 다른 사람의 R&D결과와 같은 것임으로 인하여 사회전체로 본 1인당 지식생산량의 크기가 작아지는 정도 즉, 자신의 R&D가 가져오는 중복효과(혼잡효과)를 무시함으로써 식 (7)의  $\tilde{\delta}$ ,  $\tilde{\delta}^*$ 크기를 주어진 크기로 인식함을 의미한다. 이들 두 가정에 의하여 각국의 지식생산 함수는 R&D노동에 대하여 규모에 대한 수확불변의 성질을 가지게 된다. 따라서 각국 총노동의 최종재생산부문과 R&D부문으로의 배분은

$$\begin{aligned}\omega &= p_A \delta A^{\phi-x} A^{*\alpha} L_A^{\lambda-1}, \\ \omega^* &= p_{A^*} \delta^* A^{*\phi-x} A^{\alpha} L_A^{\lambda-1}\end{aligned}\quad (8)$$

의 조건에 의하여 결정된다. 여기서  $p_A$ ,  $p_{A^*}$ 는 각각 국가 1 및 2에서 생산된 지식의 가격을 나타낸다.

위에서 언급한 것처럼 지식은 생산된 후 R&D부문에서 생산요소로서 사용되는 데에 대한 보상은 받지 못한다. 그러나 중간재생산기업들은 독점이윤을 갖기 위하여 사용특허권을 얻고자 서로 경쟁하므로 어떤 시점에서의 지식의 가격  $p_A$  또는  $p_{A^*}$ 는 그 시점 이후 발생하는 독점이윤의 현재가치와 같게 된다. 이는 중간재생산 기업이 생산활동을 하는 것과 하지 않는 것이 아무 차이가 없는 수준에서  $p_A$  또는  $p_{A^*}$ 가 결정됨을 의미한다. 양국의 모든 시점에서 모든 종류의 중간재생산으로부터

발생하는 이윤은 같으므로 모든 시점에서 모든  $p_A$ 와  $\dot{p}_A$ 의 크기는 같으며 다음 관계가 성립한다.<sup>7)</sup>

$$r = r^* = \frac{\bar{\pi}}{p_A} + \frac{\dot{p}_A}{p_A} = \frac{\bar{\pi}}{p_{A^*}} + \frac{\dot{p}_{A^*}}{p_{A^*}}. \quad (9)$$

지식의 가격  $p_A$  또는  $p_{A^*}$ 는 다음의 두 가지 관점에서 보아 지식의 사회적 가치보다 작다. 앞에서 언급한 바와 같이 중간재생산기업의 독점이윤은 중간재의 소비자인 최종재생산기업의 소비자잉여보다 작다. 따라서 독점이윤의 현재가치인 지식의 가격은 최종재생산에서 중간재가 가지는 사회적 가치의 현재가치보다 작다. 이에 더하여 R&D활동에서 지식이 갖는 가치에 대한 보상이 이루어지지 않음으로 인하여 시장에서 결정되는 지식의 가격은 사회적 가치보다 더욱 작아진다. 이들 두 요인으로 인한 지식의 시장가격과 사회적 가치의 차이는 R&D노동의 한계생산가치를 작게 함으로써 시장에서 결정되는 노동의 배분을 사회적으로 본 최적배분과 다르게 하는 요인으로 작용한다. 뿐만 아니라 경제단위 전체로 본 R&D활동의 중복효과(혼잡효과)는 의미 있는 크기임에도 불구하고 R&D활동에 참가하는 개별노동이 이를 감안하지 않는 것 역시 노동배분에 있어서 시장실패가 일어나는 원인이 된다. 이들 세 요인에 의한 최적노동배분과 시장메커니즘에 의한 노동배분의 차이는 뒤(IV절)에서 더욱 분명해진다.

끝으로 통상하는 것처럼 대표적인 소비자는 예산제약식하에서 자신의 최종재소비로부터 얻는 효용의 현재가치를 최대화한다고 가정한다. 이미 잘 알려진 바와 같이 효용함수가 서로 다른 시점에서의 소비간의 대체탄력성 크기가 상수  $\sigma$ 인 특징을 갖는다면 1인당 소비  $c$ 의 증가율은  $g_c \left( \equiv \frac{\dot{c}}{c} \right) = \sigma \cdot (r - \rho - n)$ 의 크기를 갖는다.<sup>8)</sup> 여기서  $\rho$ 는 소비자의 시간선호율 즉, 소비로부터 얻는 효용의 현재가치를 구

7)  $\int_t^\infty e^{-\int_t^s r(s)ds} \bar{\pi}(s) ds = p_A(t)$ 의 관계에서 양변을 시간  $t$ 에 대하여 미분하면 본문에서와 같은 관계식을 구하게 된다.

8) 1인당 소비증가율을 구하기 위해서 사용된 효용함수는  $1/[1 - (1/\sigma)] \cdot [c^{1-(1/\sigma)} - 1]$ 이며 제약식은  $\dot{K} = rK + \omega L_Y + \omega_A L_A + A\bar{\pi} - p_A \dot{A} - cL$ 임. 여기서  $\omega_A$ 는 지식생산산업에서의 노

할 때 사용되는 할인율을 나타낸다. 양국의 효용함수가 동일하다면 두 나라의 1인당 소비증가율은 같은 크기를 갖는다.

### Ⅲ. 균제상태

균제상태(均齊狀態, steady-state)에서는 정의상 모든 변량이 각기 일정한 증가율로 증가한다.  $g_A \equiv \dot{A}/A$ ,  $g_{A^*} \equiv \dot{A^*}/A^*$ ,  $g_{L_A} \equiv \dot{L_A}/L_A$ ,  $g_{L_A^*} \equiv \dot{L_A^*}/L_A^*$ 로 정의하면 식 (6), (7)에 의하여

$$\begin{aligned}\frac{\dot{g}_A}{g_A} &= \lambda g_{L_A} + (\phi - x - 1)g_A + axg_{A^*}, \\ \frac{\dot{g}_{A^*}}{g_{A^*}} &= \lambda g_{L_A^*} + (\phi - x - 1)g_{A^*} + axg_A\end{aligned}\quad (10)$$

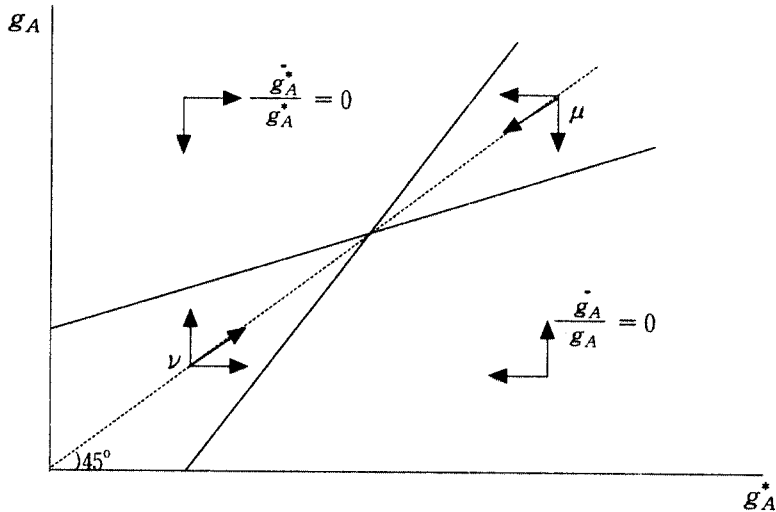
이 성립한다. 균제상태에서  $L_Y$  및  $L_A$ 가 양(+)의 크기를 갖기 위해서는  $L_Y$  및  $L_A$ 의 증가율은 인구증가율  $n$ 과 같아야 한다. 따라서 균제상태에서의 지식증가율은  $g_A = g_{A^*} = \frac{\lambda n}{1 - \phi + (1-a)x}$ 의 크기를 가진다. 지식증가율이 양(+)의 값을 가지기 위해  $1 - \phi + (1-a)x > 0$ 이 충족되어야 한다. 이 부등식 관계는  $a$ 의 크기가  $0 < a < 1$ 의 범위에 있을 때는 언제나 성립하지만  $a > 1$ 일 경우에는  $x$ 가  $0 < x < [(1 - \phi)/(a - 1)]$ 의 범위에 있어야 충족된다.

<그림 1>은 지식증가율이 양(+)의 값을 가지는 경우의 식 (10)을 위상도(phase diagram)로 나타낸 것이다. 식 (10)에서 알 수 있는 것처럼  $\partial \dot{g}_A / g_A < 0$ ,  $\partial \dot{g}_{A^*} / g_{A^*} < 0$ 이므로 두 나라의 지식증가율은 위상도의 모든 영역에서 균제상태에서의  $g_A$  크기로 접근한다.<sup>9)</sup>

동임금을 나타냄.

9) <그림 1>에서 두 선의 기울기는  $g_A (= g_{A^*})$ 가 양(+)의 크기를 갖는 조건에 의하여 정해진다.

〈그림 1〉  $g_A, g_A^*$ 의 위상도



실제의 경제현상에서 우리는 많은 실질변량(real variable)들의 증가율 또는 감소율이 대체로 보아 상당한 기간 동안 일정함을 발견한다. 이와 관련하여 식 (10)은 다음과 같은 중요한 점을 시사한다. 식 (10)은 균제상태에서 뿐만 아니라 모든 시점에서도 성립되는 관계식이다. 식 (10)에 의하여 알 수 있는 것처럼 지식증가율이 일정할 경우 R&D인력 증가율이 커지면(작아지면) 지식증가율도 커진다(작아진다). 따라서 만약 두 나라의 지식증가율(기술진보율)과 R&D인력증가율이 일정하며 이때 R&D인력증가율이 인구증가율보다 높다고 하면 현재 시현되고 있는 일정한 지식증가율(기술진보율) 크기는 균제상태에서의 그것보다 크다. 즉 이들 증가율이 일정한 크기를 가져도 이는 경제가 균제상태에 도달하여 나타나는 현상이 아니라 경제가 〈그림 1〉의 점  $\mu$ 에 위치하여 일어나는 현상이다. 따라서 시간이 흐름에 따라 경제성장률(=지식증가율)은 균제성장률 수준으로 점차 작아진다.<sup>10)</sup> 이는 R&D인력증가율이 비록 일정기간 동안에는 인구증가율보다 높을 수 있지만 언제나 지나 그러할 수는 없으므로 이는 앞으로 R&D인력증가율이 인구증가율 수준으로

이 조건하에서  $\dot{g}_A/g_A = 0$ 을 나타내는 직선의 기울기는 0과 1사이의 값을,  $\dot{g}_A^*/g_A^* = 0$ 을 나타내는 직선의 기울기는 1보다 큰 값을 가진다.

10) 우리의 모형에서는 뒤에 곧 설명되는 것처럼 경제성장률은 지식증가율과 같은 크기를 갖는다.

낮아지면서 지식증가율도 균형상태에서의 증가율 수준으로 점차 낮아지기 때문이다. 반대로 R&D노동증가율이 인구증가율 보다 작은 상수의 크기를 일정기간 갖는 경우는 <그림 1>의 점  $v$ 에 대하여 앞으로 R&D인력증가율과 경제성장률(=지식증가율)이 점차 커지게 된다.<sup>11)</sup>

지금까지의 논의에 의하여 우리는 지식증가율 외에 모형의 다른 주요 변량들이 균형상태에서 갖는 증가율을 다음과 같이 구할 수 있다. 균형상태에서는 실질이자율  $r$ 이 상수이므로 (3a), (3b)에 의하여  $\bar{x}$ 의 증가율은 인구증가율  $n$ 과 같아진다. 이에 따라 예컨대 국가 1의 경우 식 (5')에 의하여  $g_y = g_A = g_k$ 의 관계가 성립한다. 여기서  $g_y$ ,  $g_k$ 는 각각  $y \equiv Y/L$ ,  $k \equiv K/L$ 의 증가율을 나타낸다. 국가 1의 최종재  $Y$ 의 균형조건

$$Y = cL + \dot{A}x(i) + A\dot{x}(i) + \dot{A}x^*(i) + A\dot{x}^*(i)$$

$$\begin{aligned} Y &= cL + \dot{A}x(i) + A\dot{x}(i) + \dot{A}^*x(i^*) + A^*\dot{x}(i^*) \\ &= cL + 2\dot{K} \end{aligned}$$

즉,

$$\frac{\dot{K}}{K} = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{Y}{K} - \frac{cL}{K} \right) \quad (11)$$

에서 이미  $Y/K$ 가 상수( $g_y = g_k$ )임을 알고 있으므로  $g_c = g_k$ 가 성립한다. 따라서 균형상태에서는

$$g_A = g_y = g_c = g_k = \frac{\lambda n}{1 - \phi + (1 - a)x} \quad (12)$$

11) <그림 1>의 모든 영역에서 균형상태로 접근함에도 불구하고 우리가 점  $\mu$ ,  $v$ 의 동태적 움직임에 관심을 가지는 것은 제II절에서 국제수지 불균형의 문제를 피하기 위하여 모든 시점에서 양국의 지식 스톡의 크기가 같다고 가정하였기 때문이다. 이 가정이 없으면 균형상태로의 접근과정 뿐만 아니라 균형상태에 도달하고 난 후에도(비록 지식 증가율은 양국 모두 같은 일정한 크기를 가진다 하여도 지식 스톡의 크기가 달라져서) 국제수지 불균형이 일어난다. 이 경우 장기적인 국제수지 불균형의 조정(해소)을 가져다 줄 이론적 모형의 설정은 용이하지 않을 뿐만 아니라 본 연구에서 우리의 주된 목적이 아니다.



이 성립한다. 동일한 과정을 거쳐 국가 2에서도 식 (12)의 관계가 성립함을 알 수 있다.

식 (12)은 성장률이 R&D부문의 외부효과(혼잡효과 포함)를 반영하는 파라미터들과 인구증가율에 의해서만 결정됨을 보여준다. 이는 중간재의 교역으로 1인당 생산량의 수준은 높아지지만(식 (5) 참조) 1인당 생산량의 증가율 즉, 경제성장률은 변하지 않음을 시사한다. 우리의 모형에서 중간재의 교역은 최종재생산노동의 한계생산물과 지식의 가격을 모두 2배로 증가시킨다.<sup>12)</sup> 따라서 최종재생산부문과 R&D부문에 있어서 노동의 한계생산가치의 상대적 크기가 달라지지 않아서 양부문 간 노동배분에 변화가 일어나지 않는다. 그 결과 성장률(지식증가율)의 크기에도 변화가 일어나지 않는다.

그러나 지식교류는 최종재생산노동과 R&D노동의 한계생산물의 상대적 크기를 변화시킴으로써 두 부문간 노동의 배분과 그 결과로서 성장률의 크기에 변화를 가져온다. 식 (8)의 우변에서 알 수 있는 것과 같이 지식의 교류에 의하여 R&D노동의 한계생산물은 지식의 교류가 없는 경우 즉  $x=0$ 인 경우와 다른 크기를 가진다. 지식교류는 축적된 지식  $A$  또는  $A^*$ 의 크기를 변화시킴으로써 식의 좌변인 최종재생산노동의 한계생산물의 크기도 변화시킨다. 그러나 식의 양변은  $Y$ (또는  $Y^*$ )로 나눈 결과인  $(1-a)L_Y^{-1} = \alpha(1-a)(r-n)^{-1} \times \delta A^{a+(a-1)x-1} L_A^{1-1}$ 에서 알 수 있는 것처럼 좌변에서  $L_Y^{-1}$  앞의 파라미터  $(1-a)$ 는  $x$ 의 값에 영향을 받지 않지만 우변에서  $L_A^{1-1}$  앞의 변량은  $x=0$ 인 경우와  $x \neq 0$ 인 경우에 그 크기가 서로 달라진다.<sup>13)</sup> 이는 지식의 교류로 인하여 양부문에서 노동의 한계생산물의 크기가 달라지는 정도가 서로 다름을 의미한다.

우리의 모형에서는 파라미터  $a$ 의 크기가 1보다 큰가 작은가에 따라 지식의 교류로 인하여 경제성장률이 지식의 교류가 없는 경우와 비교하여 높아지기도 하고 오히려 낮아지기도 한다. 이는 Romer(1990)의 모형에 기초한 두 경제단위가 서로 지식을 교환하는 경우 언제나 경제성장률이 지식의 교류가 없는 경우와 비교하여 높

12) 식 (2a), (2b), (4), (5) 및 각주 4) 참조.

13) 식 (8)을  $Y$ 로 나눈 결과를 나타내는 관계식의 우변은 다음과 같이 하여 구할 수 있다. 경제상태에서 이자율  $r$ 은 상수여야 하므로 식 (9)로부터  $p_A = \pi/(r-n)$ 의 관계가 성립한다. 여기에 식 (4)를 대입한 결과를 식 (8)의 우변에 적용한 다음 그 결과를  $Y$ 로 나눈다.

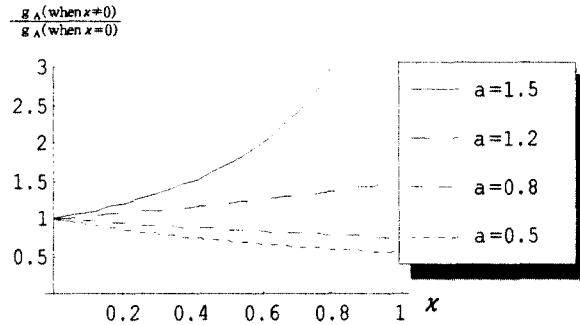
아진다는 Rivera-Batiz and Romer(1991a, 1991b)의 결론과는 다른 결과이다. Rivera-Batiz and Romer는 상대국 지식이 자국의 새로운 지식 생산에 긍정적(+)인 외부효과만 미치는 것으로 또 이 긍정적 외부효과와 정도도 자국의 지식이 미치는 긍정적 외부효과와 정도와 같은 것으로 가정하고 있다.<sup>14)</sup> 그러나 우리의 모형에서는 앞에서 살펴본 바와 같이 상대국 지식으로부터 받게 되는 외부효과에는 긍정적(+)인 면과 부정적(-)인 면이 같이 있으며 긍정적 외부효과는 지수  $ax$ 에 의하여, 부정적 외부효과는 혼잡효과 즉, 축적된 양국 지식으로부터 생산되는 지식들의 중복효과를 나타내는 지수  $-x$ 에 의하여 반영하고 있다. 따라서 이들의 상대적 크기에 따라 성장률이 국가간 지식교류로 인하여 높아지기도 또 낮아지기도 한다. 축적되는 양국의 지식이 서로 보완적인 것이어서 각국의 새로운 지식 생산에 대하여 기여하는 바가 양국의 지식축적과정에서 필연적으로 일어날 혼잡효과보다 클 경우 ( $a>1$ 인 경우) 균제성장률은 높아진다. 그러나 서로 대체적인 지식을 개발함으로써 긍정적(+) 외부효과가 부정적(-) 외부효과에 미치지 못하는 경우 ( $0<a<1$ 인 경우)에는 성장률이 오히려 낮아진다.

<그림 2a>와 <그림 2b>는 우리의 모형에서 지식의 교류로 인하여 균제상태에서의 경제성장률이 지식의 교류가 없는 경우와 비교하여 그 크기가 어떻게 달라지는가를 보여준다. <그림 2a>는 파라미터  $\phi$ 가 0.4의 크기를 가질 때 지식의 교류가 있는 경우 ( $x>0$ 인 경우)의 성장률을 지식의 교류가 없는 경우( $x=0$ 인 경우)의 성장률로 나눈 크기가 파라미터  $a$ 와  $x$ 의 값이 변함에 따라 변하는 모습을 나타낸다.  $a>1$ 인 경우,  $a$ 가 클수록 또한  $x$ 가 클수록 지식의 교류로 인하여 성장률은 지식의 교류가 없는 경우의 성장률보다 더 큰 크기를 가지며  $a<1$ 인 경우에는  $a$ 가 작을수록, 그리고  $x$ 가 클수록 지식의 교류로 인하여 성장률의 크기는 지식의 교류가 없는 경우의 성장률 크기보다 오히려 더욱 작아진다.

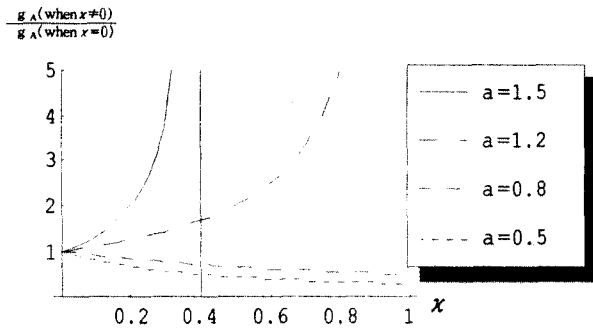
이와 같은 두 성장률간의 차이는  $\phi$ 의 크기가 커질수록 더욱 현저해져서  $\phi=0.8$ 일 때에는 <그림 2b>와 같아진다.  $a<1$ 인 경우 파라미터  $\phi$ 가 커짐에 따라 지식의 교류로 인하여 성장률이 더욱 낮아지는 정도는 미미하지만,  $a>1$ 일 때에는 지식의 교류에 의하여 성장률이 더욱 높아지는 정도가  $\phi$ 의 크기가 커질수록 현저해진다.<sup>15)</sup>

14) Rivera-Batiz and Romer(1991a, 1991b)는 지식생산함수를  $\dot{A} = \dot{A}^* = \delta L_A \cdot (A + A^*)$ 와 같이 가정하였다.

〈그림 2a〉 지식의 교류로 인한 성장률의 변화( $\phi=0.4$ )



〈그림 2b〉 지식의 교류로 인한 성장률의 변화( $\phi=0.8$ )



앞에서 우리는 지식증가율이 균형상태에서의 증가율 크기로 언제나 수렴함을 살펴보았다. 지금까지의 논의 과정을 통하여 알 수 있는 것처럼 변량  $y(=y^*)$ ,  $c(=c^*)$ ,  $k(=k^*)$ 가 모두  $A(=A^*)$ 의 함수이므로 전자의 세 변량의 증가율 모두 균형상태에서의 크기 ( $=g_A$ )로 수렴한다. 또한 아래에서 분명해지는 것처럼 최종재생산노동과 R&D노동간의 상대적 크기 역시 균형상태에서의 크기로 수렴한다.

경제가 균형상태에서는  $L_Y$ 의 임금  $w$ 와  $L_A$ 의 임금  $\tilde{\delta} p_A$ 는 같은 크기를 가져야 한다. 따라서 식 (6), (7)에 의하여

- 15) 〈그림 2b〉에서  $a=1.5$ 일 때 두 성장률간의 상대적 크기가  $x=0.4$ 에서  $+\infty$ 가 되는 것은  $a=1.5$ ,  $\phi=0.8$ 일 때 성장률이 양(+)의 값을 갖기 위해서는  $x < 0.4$ 이어야 하는 우리 모형의 특성에서 비롯한 것이다.

$$\omega L_A = p_A \dot{A} = [(p_A/\bar{\pi}) \cdot (\dot{A}/A)] A \bar{\pi}$$

이 성립하며 이 관계식과 식(8)에 의하여

$$\frac{L_A}{L_Y} = 2a \frac{A}{A+A^*} \frac{\dot{A}/A}{r - \frac{\dot{p}_A}{p_A}}$$

이 성립한다. 균제상태에서  $L_A/L_Y$ 는 상수이므로 위 관계식에 의하여  $r - (\dot{p}_A/p_A)$ 는 상수가 된다. 식(4)에 의하여  $\dot{\pi}/\pi = n$ 임을 알 수 있으므로  $\dot{p}_A/p_A = n$ 이 성립한다.  $g_A = g_c = \sigma \cdot (\gamma - \rho - n)$ 이므로  $L_A/L_Y$ 의 크기를 나타내는 관계식에 의하여 시장메커니즘이 결정하는 균제상태에서의 R&D노동비율(R&D의 크기)은

$$s^{DC} \equiv \frac{L_A}{L} = \frac{1}{1 + \frac{1}{a} \cdot \left( \frac{1}{\sigma} + \frac{\rho}{g_A} \right)}$$

와 같다. 국가 2에 있어서도 동일한 크기를 가진다.

시장경제에서 실현되는 R&D의 크기  $s^{DC}$ 는 경제성장률  $g_A$ 의 크기 변화와 같은 방향으로 변한다. 양국이 서로 보완적인 지식을 축적함으로써 상대국의 축적된 지식이 자국의 새로운 지식 생산에 미치는 순외부효과가 긍정적(+)인 경우(지식생산함수에서  $a > 1$ 인 경우)에는 지식의 교환으로 성장률과 더불어 R&D의 크기도 커지며, 축적되는 지식이 서로 대체적인 것이어서 상대국으로부터 받는 순외부효과가 부정적(-)인 경우(지식생산함수에서  $0 < a < 1$ 인 경우)에는 지식의 개방화가 성장률과 R&D의 크기를 오히려 작게 한다.

시장에서 결정되는 R&D의 크기  $s^{DC}$ 는 사회전체로 본 최적R&D크기와 다른 크기를 갖는다. 이미 앞에서 살펴본 바와 같이 중간재생산기업의 독점이윤은 중간재의 사회적 가치 즉 최종재생산기업의 소비자잉여보다 작다. 이는 시장에서 결정되

는 R&D노동의 크기를 사회적으로 본 최적크기보다 작게 한다. 또한 노동시장에서 결정되는 균형임금은 R&D부문의 연구개발인력이 일으키는 중복효과(혼잡효과)나 자국 및 상대국 지식이 주는 긍정적(+) 또는 부정적(-) 외부효과를 반영하지 못함으로써 시장메커니즘에 의하여 결정되는 연구개발인력의 크기를 사회적 최적수준보다 작게 또는 크게 한다. 이들 시장실패를 배제한 최적R&D크기를 알아보기 위하여 다음절에서는 이른바 사회기획자 문제를 살펴보기로 한다.

#### IV. 사회기획자 문제와 최적R&D

잘 알려진 바와 같이 사회기획자 문제(social planner problem)의 해(解)가 모든 시장왜곡을 없앤 결과이기 위해서는 사회기획자가 개별 민간주체들의 경제행위(최적화)의 결과가 경제단위 전체에 미치는 효과를 감안하여 모형내의 모든 변량의 크기를 결정할 수 있어야 한다. 그러나 우리의 모형에서는 국가 1의 경우, 최종재  $Y$ 의 균형조건식 식 (11)에 나타나는  $x^*(i)$ ,  $\dot{x}^*(i)$ 와 최종재생산함수에 나타나는  $A^*$ 는 국가 1의 사회기획자가 결정할 수 없는 변량들이다. 또한 최종재생산함수의 변량  $x(i^*)$  역시 무역수지균형을 이루기 위하여 그 크기가  $x^*(i)$ 와 같아야 하기 때문에 국가 1의 사회기획자 의사만으로 결정되는 변량이 되지 않는다. 국가 2의 사회기획자에 있어서도 이와 같은 문제가 일어난다.<sup>16)</sup> 사회기획자가 이들 변량들의 크기를 결정하지 못할 경우 앞의 절에서 언급한 중간재생산의 사회적 가치와 상대국 지식의 외부효과를 반영한 최적R&D크기( $L_A/L$ )를 구할 수 없게 된다.

따라서 우리는 양국이 모든 시장실패를 없앴을 경우의 성장률과 R&D크기를 구하기 위하여 다음과 같은 가정하에 사회기획자 문제를 설정하기로 한다. 즉 각국의 사회기획자는 중간재교역으로 인한 무역수지가 균형을 이루게 되는 조건,  $A = A^*$ ,  $x(i) = x^*(i) = x(i^*) = x^*(i^*)$ 의 제약하에서 사회기획자 문제를 설정한

16)  $Y^*$ 의 균형조건  $Y^* = c^*L^* + \dot{A}^*x^*(i^*) + A^*\dot{x}^*(i^*) + \dot{A}^*x(i^*) + A^*\dot{x}(i^*)$   
 $= c^*L^* + \dot{A}^*x^*(i^*) + A^*\dot{x}^*(i^*) + \dot{A}^*x^*(i) + A^*\dot{x}(i)$ 에 나타나는  $x(i^*)$ ,  $\dot{x}(i^*)$  및 국가2의  $Y^*$ 생산함수에 나타나는  $A$ ,  $x^*(i)$ 도 국가 2의 사회기획자가 그 크기를 결정할 수 있는 변량이 되지 못한다.

다고 가정하기로 한다.

이 경우 국가 1의 사회계획자 문제는 식 (11), (5'), (6), (7) 및  $L = L_A + L_Y$ ,  $\dot{L}/L = n$ 의 제약하에서  $\int_0^\infty u(c)e^{-\rho t} dt$ 의 크기를 극대화하는 것으로 나타낼 수 있다. 여기서  $u(c)$ 는 대표적 소비자의 효용함수로서 서로 다른 두 시점에서의 소비의 대체탄력성이 항상 상수  $\sigma$ 와 같은 크기를 갖는 특성을 가진다.

$$(C/L)^{-(1/\sigma)} e^{-\rho t} = (1/2)\mu_1 L. \quad (13)$$

$$(1-\alpha)\mu_1 A^{1-\alpha} L_Y^{-\alpha} K^{\alpha} = \lambda \delta \mu_2 A^{\phi-x+ax} L_A^{\lambda-1}. \quad (14)$$

$$-(\alpha\mu_1 A^{1-\alpha} L_Y^{-\alpha} K^{\alpha-1}) = \dot{\mu}_1. \quad (15)$$

$$-[(1-\alpha)\mu_1 A^{-\alpha} L_Y^{-\alpha} K^{\alpha} + \delta \cdot (\phi-x+ax)\mu_2 A^{\phi-x+ax-1} L_A^{\lambda}] = \dot{\mu}_2. \quad (16)$$

및  $A = A^*$  조건하에서의 식 (6) 및 식 (11)이다. 여기서  $\mu_1$ ,  $\mu_2$ 는 각각 소비의 효용으로 측정된  $K$ ,  $A$ 의 현재 가치를 나타낸다. 식 (16), (14), (6)에 의하여

$$-(\dot{\mu}_2/\mu_2) = g_A \cdot [\lambda \cdot (L_Y/L_A) + (\phi-x+ax)]$$

의 관계가 성립한다. 아울러 식 (14), (13), (15), (5')에 의하여 균제상태에서는

$$-(\dot{\mu}_2/\mu_2) = [\phi-x+ax-1+(1/\sigma)]g_A + \lambda n + \rho$$

의 관계도 성립한다. 이들  $\mu_2$ 의 증가율을 나타내는 두 관계식과 균제상태에서의  $g_A$ 의 크기  $\lambda n/(1-\phi+x-ax)$ 에 의하여 최적R&D노동비율은

$$s^{SP} \equiv \frac{L_A}{L} = \frac{1}{1 + \frac{1}{\lambda} \cdot \left[ \frac{\rho}{g_A} (\phi-x+ax) + \frac{1}{\sigma} \right]}$$

로 시장이 결정하는 R&D노동비율  $s^{DC}$ 와는 다른 크기를 갖는다. 동일한 과정에 의하여 국가 2의  $s^{SP}$ 도 같은 크기를 가진다. 증가율  $g_y$ ,  $g_c$ ,  $g_k$ 의 크기는 앞의 III 절에서 구한 것과 동일한 과정에 의하여  $g_A = g_c = g_y = g_k$ 의 관계가 성립한다. 즉 중간재생산부문의 독점행위, R&D부문에서의 혼잡효과, 자국 및 상대국 지식으로 인한 외부효과에도 불구하고 균형상태에서 최적성장률은 시장이 결정하는 성장률과 그 크기가 같다. 국가 2의 경우도 마찬가지이다.

앞에서 살펴 본 바와 같이 파라미터  $a$ 가  $a > 1$ 의 크기를 가지면 지식의 교류는  $g_A$ 의 크기를 크게 한다. 또한  $a > 1$ 이면  $(1-a)x < 0$ 이므로 지식의 교류로 인하여  $s^{SP}$ 의 크기는 지식의 교환이 없는 경우의 크기( $x=0$ 일 때의  $s^{SP}$ 의 크기)보다 커진다. 파라미터  $a$ 의 크기가  $0 < a < 1$ 의 범위에 있을 때에는 반대의 결과가 된다.

지식의 교류로 인한  $g_A$ (=시장에 결정하는 성장률=최적성장률),  $s^{DC}$ ,  $s^{SP}$ 의 변화에 관한 지금까지의 논의를 요약하면 다음과 같다. 지식의 교환으로  $g_A$ 의 크기는 커지기도 또 작아지기도 한다. 성장률  $g_A$ 가 커지는 경우에는  $s^{DC}$ ,  $s^{SP}$  모두 커지며 반대로  $g_A$ 가 작아지는 경우에는  $s^{DC}$ 와  $s^{SP}$ 도 작아진다. 물론 성장률  $g_A$ 의 변화가  $s^{DC}$ ,  $s^{SP}$ 의 크기를 변화시키는 정도의 차이는 파라미터들의 값에 따라 달라진다.

최적R&D크기  $s^{SP}$ 를 시장이 결정하는 R&D크기  $s^{DC}$ 와 비교함으로써 우리는 다음의 결과를 얻을 수 있다. 첫째,  $s^{SP}$ 의 크기를 나타내는 식에서  $-(\phi - x + ax)$ 는 최적R&D의 크기가 자국 및 상대국 지식이 R&D에 미치는 외부효과를 내재화(internalize)하고 있음을 나타낸다. R&D부문에서 일어나는 외부효과의 영향은 자국 지식의 외부효과를 반영하는 지수  $\phi$ 와 상대국 지식의 순외부효과를 반영하는 지수  $(a-1)x$ 의 크기에 따라 달라진다. 이들 크기가  $-[\phi + (a-1)x] < 0$ 의 결과를 가져오면 이 경우 R&D부문에서 일어나는 외부효과가 총합적으로 보아 긍정적(+)이다. 따라서 이는 시장이 결정하는 R&D노동의 임금이 최적수준보다 낮아지도록 작용함으로써  $s^{DC}$ 가  $s^{SP}$ 보다 작아지도록 하는 효과를 가져온다. 반면에  $-[\phi + (a-1)x] > 0$ 인 경우에는 R&D부문의 총합적 외부효과가 부정적(-)이어서 시장에서 결정되는 R&D노동의 임금이 최적수준보다 높아져서 그 결과 오히려

$s^{DC}$ 가  $s^{SP}$ 보다 커지도록 작용한다.

둘째,  $s^{SP}$ 의 크기가  $1/\lambda > 1$ 에 영향을 받는다는 것은  $s^{SP}$ 가 자국 R&D노동이 일으키는 혼잡효과(중복효과)를 반영하고 있음을 의미한다. 시장에서는 이 혼잡효과가 반영되지 않는다. 이는 R&D노동임금을 최적수준보다 높여서  $s^{DC}$ 를  $s^{SP}$ 보다 크게 하는 요인으로 작용한다.

끝으로  $1/\alpha > 1$ 에 의하여  $s^{SP}$ 의 크기가 영향을 받지 않음은  $s^{SP}$ 가 중간재생산이 갖는 사회적 가치를 반영하고 있음을 의미한다. 시장에서 결정되는 중간재생산기업의 독점이윤의 크기는 중간재의 사회적 가치보다 작아서 지식의 시장가격이 지식의 사회적 가치에 미치지 못한다. 이는  $s^{DC}$ 가  $s^{SP}$ 보다 작아지도록 하는 효과를 가진다.

시장메커니즘에 의하여 결정되는 R&D노력  $s^{DC}$ 가 최적R&D노력  $s^{SP}$ 와 크기가 같지 않다는 것은 다음의 두 가지 관점에서 중요한 의미를 갖는다. 첫째,  $s^{DC}$ 의 크기가  $s^{SP}$ 의 크기와 같지 않다는 것은  $s^{DC}$ 가  $s^{SP}$ 보다 크든 작든 적어도 규제상태에서는 매시점 시장에서 결정되는 1인당 소비 또는 생산규모가 최적규모보다 작으며(혹은 크며) 시간이 흐를수록 최적규모에 비하여 점점 더 작아짐(혹은 더 커짐)을 의미한다.  $s^{DC}$ 가  $s^{SP}$ 보다 작은 크기를 가진다는 것은 R&D노동의 크기가 최적수준보다 작음을 의미하므로 축적된 지식의 크기가 최적수준의 크기보다 작아진다.<sup>17)</sup> 이는 1인당 생산(소비) 규모를 작게 한다. 한편 R&D노동의 크기가 작음은 최종재생산노동의 크기가 큼을 뜻하므로 1인당 생산(소비) 규모를 크게 하는 효과도 가져온다.  $s^{DC}$ 가  $s^{SP}$ 보다 큰 경우에는 이와는 반대의 상반된 효과를 가진다.

사회적 최적효용의 크기가 시장을 통하여 극대화된 효용의 크기보다 큰 경우에는, 효용함수가 소비의 크기에 대하여 증가함수( $\partial u/\partial c > 0$ )인 점, 그리고 시장에서 결정되는 성장률이 최적성장률과 크기가 같은 점에 근거하여 우리는  $s^{DC}$ 가  $s^{SP}$ 보다 작은 크기를 가지면, 적어도 규제상태에서 매시점 시장이 결정하는 1인당 생산(소비) 규모가 최적 1인당 생산(소비) 규모보다 작음을 알 수 있다. 이는 축적되

17) 식 (6), (7)에 의하여  $L_A$ 의 크기가 작으면 새로운 지식의 생산량  $\dot{A}$ 가 작은 크기를 가진다.

시장이 결정하는 성장률과 최적성장률이 같은 크기를 가져  $g_A = \dot{A}/A$ 의 관계에서 알 수 있는 것처럼 시장에서 결정되는  $\dot{A}$ 가 작은 크기를 가진다는 것은 시장에서 결정되는  $A$ 가 작은 크기를 가짐을 의미한다.  $L_A$ 의 크기가 크면 반대의 결과가 된다.  $A^*$ 의 경우에도 마찬가지이다.



는 지식의 크기가 작음으로 인하여 1인당 생산(소비) 규모가 작아지는 정도가 최종 재생산노동이 커져서 1인당 생산(소비) 규모가 커지는 정도보다 더 큼을 의미한다. 반대로  $s^{DC}$ 가  $s^{SP}$ 보다 큰 경우에는 최종재생산노동이 작아져서 1인당 생산(소비) 규모가 작아지는 정도가 지식의 크기가 커짐으로써 1인당 생산(소비)의 크기가 커지는 정도보다 더 커서 역시 균제상태에서 매시점 시장이 결정하는 1인당 생산(소비)수준은 최적의 그것보다 낮은 것임을 알 수 있다. 이에 더하여 최적성장률과 시장메커니즘에 의한 성장률이 같다는 점은 시간이 흐를수록 시장에서 시현되는 1인당 소비(생산)의 크기가 최적의 크기에 비하여 점점 더 작아짐을 의미한다.

그러나 사회적 최적효용의 크기가 시장이 시현하는 효용의 크기보다 작은 경우에는 반대로  $s^{DC}$ 가  $s^{SP}$ 보다 크든 작든 시장에서 결정되는 1인당 소비(생산)수준이 사회적 최적규모보다 높은 즉, 비효율적으로 높은 수준이 되며 그 비효율성은 시간이 흐름에 따라 점차 증대된다.

둘째, 우리의 모형에서는 R&D노동의 가격(임금)에 조세를 부과하거나 보조금을 지급함으로써  $s^{DC}$ 의 크기가  $s^{SP}$ 의 크기와 같아지도록 할 수 있다는 점이다.  $s^{DC}$ 를  $s^{SP}$ 와 같은 크기로 변화시키기 위하여 조세를 부과하여야 할지 보조금을 지급하여야 할지는 모형 내 파라미터들의 크기에 따라 결정된다.

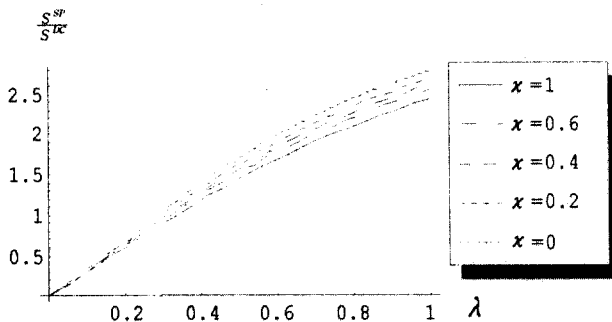
<그림 3a>는  $a$ 가 1보다 작은 값을 가지는 경우의  $s^{SP}/s^{DC}$ 의 크기를 나타낸다. 수치분석에 사용한 파라미터들의 값은  $\alpha=1/3$ ,  $\sigma=1$ ,  $\rho=0.3$ ,  $n=0.02$ ,  $\phi=0.5$ ,  $\alpha=0.5$ 이며  $x$ 의 크기로는 0, 0.2, 0.4, 0.6, 1의 다섯 가지 값들을 사용하였다.  $\lambda$ 는 0과 1사이의 크기를 갖는 것으로 가정하였다.

<그림 3a>는  $\lambda$ 가 0.3 보다 현저히 큰 값을 가지면 지식의 교류가 있든( $x>0$ 이든) 없든( $x=0$ 이든) 시장에서 결정되는 균제상태에서의 R&D투자(R&D인력이 총 노동의 크기에서 차지하는 비율)는 사회적으로 본 최적R&D투자보다 작음을 보여준다. 그러나 지식의 교류에 의하여 시장에 의한 R&D투자의 크기는 최적R&D투자의 크기에 근접하며 그 근접하는 정도는  $x$ 의 크기가 클수록 커진다. 즉, 시장에서 결정되는 R&D투자의 크기와 최적R&D투자 크기간의 차이가 작아진다. 파라미터  $\lambda$ 가 0.3보다 현저히 작은 경우에는 반대로 시장에서 결정되는 R&D노동의 크기가 최적R&D노동의 크기보다 커지며 그 과잉투자의 크기는 지식의 교류에 의하여 더

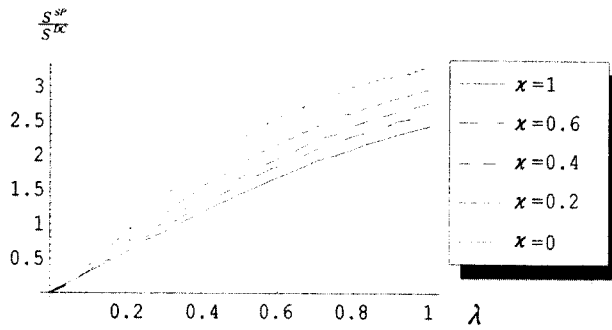
욱 커진다. 이 경우 그 커지는 정도는  $x$ 의 크기가 클수록 커진다.

파라미터  $\phi$  이외의 나머지 파라미터들은 <그림 3a>에서와 같은 크기를 가지고  $\phi$ 의 크기만을 달리하여 수치분석을 한 결과  $\phi$ 값이 커질(작아질) 수록 <그림 3a>에서  $s^{SP}/s^{DC}$ 의 크기를 나타내는 곡선들은 원점을 기점으로 하여 시계바늘이 움직이는 방향과 반대(같은) 방향으로 이동하였으며 이 이동하는 정도는  $x$ 의 크기가 작을 수록 컸다. 또한  $a < 1$ 의 범위 안에서  $a$ 의 크기를 변화( $a$ 이외의 파라미터들의 크기는 <그림 3a>에서와 같이 하였음) 시켜 본 결과도 이와 유사하였다. 즉  $a < 1$ 의 범위 내에서  $a$ 와  $\phi$ 의 크기가 커지면, 시장이 결정하는 R&D투자의 크기가 그 최적크기보다 작은 경우 ( $\lambda$ 가 큰 크기를 갖는 경우)에는 그 작은 정도가 커지지만 시장의 R&D투자가 최적크기보다 큰 경우 ( $\lambda$ 가 작은 크기를 갖는 경우)에는 그 큰 정도가 작아진다. <그림 3b>는  $a=0.8$ ,  $\phi=0.8$ 인 경우의 수치분석 결과를 보여준다. 파라미터  $a$ 가 1보다 큰 경우의 수치분석에서도  $\lambda$ 가 큰 값을 가지면 시장경제하에서의 R&D인력의 크기는 최적R&D인력의 크기보다 적으며 (과소R&D투자)  $\lambda$ 가 작은 값을 가질 때에는 시장에서 결정되는 R&D인력의 크기가 최적크기보다 큰 것 (과잉R&D투자)으로 나타났다. 그러나  $a$ 가 1보다 작은 경우와는 달리 과소R&D투자의 경우  $x$ 의 크기가 클수록 R&D인력이 최적규모에 비하여 더욱 작아지며 과잉R&D투자의 경우에는  $x$ 의 크기가 클수록 R&D인력이 최적규모에 비하여 큰 정도가 작아진다. 이와 같은 현상은  $a$  또는  $\phi$ 의 크기가 커질수록 현저해진다. <그

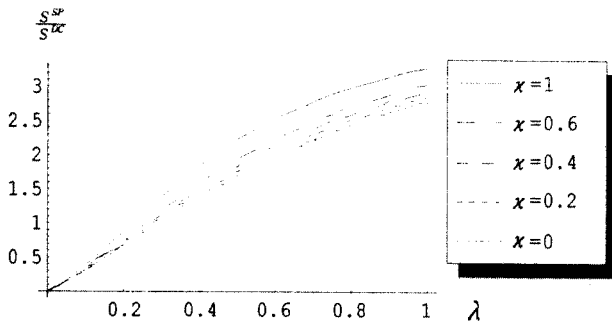
<그림 3a> 지식의 교류와 R&D투자의 변화( $a=0.5$ ,  $\phi=0.5$ )



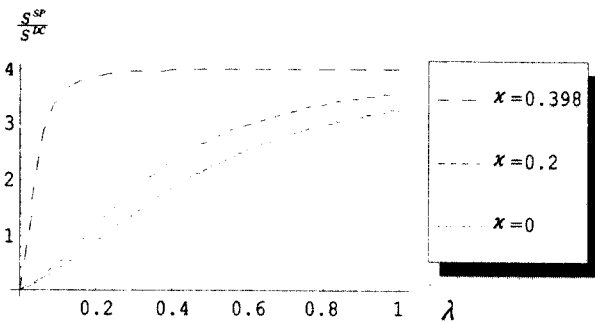
〈그림 3b〉 지식의 교류와 R&D투자의 변화(  $a=0.8$ ,  $\phi=0.8$  )



〈그림 3c〉 지식의 교류와 R&D투자의 변화(  $a=1.3$ ,  $\phi=0.5$  )



〈그림 3d〉 지식의 교류와 R&D투자의 변화(  $a=1.5$ ,  $\phi=0.8$  )



림 3c)는  $a=1.3$ ,  $\phi=0.5$ 인 경우의 그리고 <그림 3d>는  $a=1.5$ ,  $\phi=0.8$ 인 경우의 수치분석 결과이다.<sup>18)</sup>

비율  $s^{SP}/s^{DC}$ 가 1보다 크면 R&D노동임금에 대한 보조금을 지급함으로써, 그리고  $s^{SP}/s^{DC}$ 가 1보다 작으면 R&D노동임금에 조세를 부과함으로써  $s^{DC}$ 의 크기가  $s^{SP}$ 의 크기와 같아지도록 할 수 있다. 이 때 보조금지급비율은

$$(s^{SP}/s^{DC}) \cdot [(1-s^{DC})/(1-s^{SP})] - 1$$

이며 조세율은

$$1 - (s^{SP}/s^{DC}) \cdot [(1-s^{DC})/(1-s^{SP})] \text{이 된다.}$$

## V. 맺는말

앞에서 우리는 두 나라간 지식의 교류로 인하여 각 국의 경제성장률이 지식의 교류가 없는 경우에 비하여 높아지기도 하고 낮아지기도 함을 보았다. 전자는 각 국의 지식축적이 서로 새로운 지식개발에 보완적인 방향으로 전개되는 경우( $a>1$ 인 경우)에 해당하며 후자는 각 국의 지식축적이 상대 나라의 새로운 지식생산을 대체하는 방향으로 이루어지는 경우( $a<1$ 인 경우)에 해당한다. 이는 국가간 지식의 교류가 불가피한 현실을 감안할 때 경제성장률을 높이기 위해 각 국의 지식개발이 어떤 방향으로 이루어져야 하는가에 대하여 우리의 모형이 시사해 주는 점이 된다.

우리의 모형에서 또한 파라미터  $\lambda$ 가 큰 값을 가질 경우 시장에서 결정되는 R&D인력의 크기는 최적R&D인력크기보다 작으며 이 때  $a>1$ 이면 그 작은 정도가 지식의 교류로 인하여 지식의 교류가 없는 경우와 비교하여 더욱 확대되는데 반하여  $a<1$ 이면 그 작은 정도가 축소된다. 파라미터  $\lambda$ 가 비교적 작은 값을 가지면 반대

18) <그림 4b>에서  $x=0.6$ , 1인 경우의  $s^{SP}/s^{DC}$ 를 그리지 않은 것은  $a=1.5$ ,  $\phi=0.8$ 이면 성장률이 양(+)의 값을 갖기 위해서는  $x$ 가 0.4보다 작아야되기 때문이다.

로 시장메커니즘에 의한 R&D인력의 크기가 최적R&D인력규모 보다 크며, 지식의 교류에 의하여 그 큰 정도는  $a > 1$ 이면 작아지지만  $a < 1$ 이면 더욱 확대된다. 이와 같은 지식의 교류로 인한 시장에서 정해지는 R&D인력크기와 최적R&D인력 크기간의 차이의 변화는 파라미터  $\phi$  이외에 파라미터  $x$ 의 크기에 의해서도 그 정도가 달라진다.

우리는 이미 앞에서 R&D인력의 크기가 최적규모와 다를 경우 1인당 생산량(GDP)이 최적규모와 달라지며 따라서 성장률이 최적성장률과 같은 크기를 가진다 하여도 시간이 흐름에 따라서 효용의 크기가 최적(최대)크기에서 점차 멀어짐을 살펴보았다. 이는 경제정책의 관점에서 볼 때 성장률의 크기를 크게 하는 것 이외에 R&D투자(우리의 모형에서는 R&D인력의 크기)를 최적규모로 근접시키는 것 또한 중요한 것임을 시사한다.

우리의 모형에서는 예컨대 파라미터  $\phi$  및  $a$ 나  $x$ 의 크기가 커지면 성장률은 높아지지만 동시에 R&D인력의 크기는 최적크기보다 더욱 작은 크기를 가질 수 있다. 각 국의 지식이 서로 교류됨이 현실인 점에 비추어 볼 때 이는 올바른 정책수립을 위해서는 지식을 성장의 원동력으로 하는 성장모형의 실증적 분석을 함에 있어서, 기존의 대부분 모형처럼 새로운 지식생산이 노동(인적자본) 이외에 자국의 기존 지식 또는 다른 나라의 기존지식만에 의하여 이루어진다는 가정에 기초하기보다는 자국의 지식뿐만 아니라 다른 나라의 지식도 자국의 새로운 지식생산에 영향을 주며 이들 두 종류의 지식이 새로운 지식생산에 서로 어떤 작용을 하는가에 대한 이론적 또는 실증적으로 타당한 가정에 기초하여 분석하는 것이 매우 중요함을 시사해 준다. 우리의 모형은 이와 같은 지식생산함수의 한가지 이론적 가정을 제시하고 이와 같은 지식생산함수에 대한 가정의 중요성을 수치분석을 통하여 보여준다.

물론 우리의 모형은 국제수지의 불균형으로 인하여 분석이 복잡해지는 것을 피하려다 보니 균제상태에서 두 나라의 성장률이 같아지는 한계를 가진다. 앞으로 두 나라의 균제상태에서의 성장률이 다른 크기를 가지면서도 국제수지의 균형이 용이하게 실현되도록 이론적 모형을 발전시키고 이에 기초한 실증적 분석을 시도하는 것은 중요한 연구과제가 될 것이다.

■ 참고 문헌

1. Grossman, Gene M. and Elhanan Helpman, "Comparative Advantage and Long-Run Growth," *American Economic Review*, Vol. 80, No. 4, 1990, pp. 796~815.
2. Jones, Charles I., "R&D-Based Models of Economic Growth," *Journal of Political Economy*, Vol. 103, No. 4, 1995, pp. 759~784.
3. Jones, Charles I. and John C. Williams, "Too Much of a Good Thing? The Economics of Investment in R&D," *Journal of Economic Growth*, Vol. 5, No. 1, 2000, pp. 33~64.
4. Rivera-Batiz, Luis A. and Paul M. Romer, "Economic Integration and Endogenous Growth," *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 106, No. 2, 1991a, pp. 531~555.
5. ———, "International Trade and Endogenous Technological Change," *NBER working paper*, No. 3594, 1991b.
6. Romer, Paul M., "Growth Based on Increasing Returns Due to Specialization," *American Economic Review*, Vol. 77, No. 2, 1987, pp. 56~62.
7. ———, "Endogenous Technological Change," *Journal of Political Economy*, Vol. 98, No. 5, 1990, s71~s102.

## Flows of Knowledge and Long-Run Growth

Jin-Keun Jeong\*

### Abstract

This paper argues that flows of knowledge between countries can make the growth rates in the steady-state lower as well as higher even in a R&D-based endogenous growth model, depending on the relevancy the accumulated knowledge of countries has to produce new knowledge in each country. It shows also, through a numerical analysis, how the gap between the size of R&D investment determined by market economy and the optimal R&D investment size changes due to assuming foreign knowledge have different magnitudes of externality from those of home country knowledge on producing new knowledge in each country.

**Key Words:** flows of knowledge, long-run growth, R&D investment

---

\* Professor, School of Economics, Hallym University