

Understanding the Impacts of Disasters on Economic Growth: Application of Solow Growth Model and Its Implications

Choong Ik Choi⁺

Department of Public Administration, Kangwon National University, Chuncheon-si, Kangwon-do, Korea

Abstract

This article attempts to examine the impacts of disasters on economic growth with the application of the Solow growth model. The paper employs the Solow growth model as a methodology, which represents a neoclassical growth theory in economics. The key idea of this research begins with the assumption that the degree of disaster damage differs across the countries as they have different socioeconomic systems in the spatiotemporal context. In the Solow growth model, it is assumed that there are three main causes of economic growth; increase in the stock of capital, growth in labor input and technological progress. This research has a theoretical basis on the hypothesis that disasters have a strong influence on the national or regional economic system. The results support that the disastrous effects on economic growth depend on the economic status of countries or regions. In addition, the Solow growth model reveals economic inequality in the impacts of disasters.

Key words: solow growth model, disaster, economic growth, inequality

1. 서론

전 세계적으로 크고 작은 재난이 불규칙적으로 발생하고 있다. 재난은 언제 발생할지 모르는 시간적 불확실성과 어디서 발생할지 모르는 공간적 불확실성을 모두 지닌다. 첨단 과학기술의 발달이 재난의 시간적 불확실성과 공간적 불확실성을 일부 해소했다고 하지만, 여전히 재난이 지니고 있는 불확실성은 국가와 지역경제에 큰 부담이 되는 위협요소다. 이 같은 재난의 시공간적 불확실성은 경제성장에 다양한 파급영향을 미친다. 시공간적 맥락이 중요한 재난이 완전히 동일한 패

턴으로 발생한다고 가정하는 것은 현실적으로 보이지 않는다. 하지만, 유사한 패턴과 강도를 지닌 재난발생에도 어느 곳은 재난 이후 오히려 경제가 성장하고 또 다른 어느 곳은 오히려 경제가 쇠퇴하는 사례들은 흔히 발견할 수 있다.

2004년 인도네시아는 대규모 쓰나미로 20만여 명이 목숨을 잃은 후, 내전을 끝내고 재난복구에 힘쓰며 국가경제를 회복시키고 향상시켰다. 반면, 2008년 버마의 군부는 그다지 위력적이지 않았던 사이클론의 발생으로 대규모 피해를 입었으며 국가경제 쇠퇴를 경험하였다. 일본의 경우 태풍, 지진, 쓰나미, 화산폭발 등의

⁺ Corresponding author: Choong Ik Choi, Tel. +82-33-250-6813, e-mail. choich@kangwon.ac.kr

다양한 재난을 겪으면서도 세계에서 두 번째로 큰 경제 규모를 유지하고 있으며, 칠레 역시 다발성 지진으로 시달림을 받으면서도 중남미 국가 가운데 가장 부유하다. 한편, 아이티는 2010년 이전까지 200년간 심각한 지진이 발생하지 않았음에도 중남미에서 가장 가난한 나라 중 하나이다(Mutter, 2015). 재난은 국가경제에 긍정적 영향을 미치는 것일까 아니면 부정적인 영향을 미치는 것일까? 본 논문은 재난과 경제성장의 관계를 국가 간 혹은 지역 간 불평등의 관점에서 이론적으로 접근하고자 한다.

재난은 지역경제 또는 국가경제에 막대한 파급영향을 가진다. 재난은 발생시점에서 인간의 정주공간에 엄청난 물리적 파괴를 동반하며 엄습한다. 한번 발생한 재난은 삶의 모든 영역에서 지속적인 영향을 미치며 국가와 지역의 성장에 위협이 되고 있다. 그럼에도 재난의 파급영향에 대한 연구는 초기 피해상황에 집중되는 경향이 있으며, 재난이 국가와 지역에 처한 상황에 따라 그 미치는 영향이 상이할 수 있다는 것에 대해서는 상대적으로 소홀해왔다. 재난에 대한 사례연구는 다양하게 진행되어 오고 이에 대한 보고서는 많이 등장하고 있지만 중장기적으로 재난이 지역경제에 미치는 연구에 대한 이론적 연구는 부족했다. 이에 본 연구는 재난은 순간적으로 발생하지만 그 피해는 삶의 공간에서 지속적인 영향을 미칠 수 있음에 착안하고 있다.

재난이 경제성장에 미치는 영향은 복잡한 메커니즘을 지니며, 해당 국가의 복잡한 정치경제적 상황과도 관련되기에 선불리 일반화시키기 어렵다. 이러한 이유로 재난의 영향을 다루는 대부분 연구들은 재난 사례연구와 재난 원인에 대한 기술적 모형적용에 관한 연구가 주를 이루었고, 사회과학적으로 재난의 경제적 파급영향을 이해하려는 체계적 시도는 제대로 이루어지지 못했다. 이에 본 논문에서는 모형을 통한 단순화 과정과 가정을 통해 재난이 국가 및 지역경제에 미치는 영향을 이론적으로 파악해봄으로써, 재난이 국가와 지역사회에 어떤 영향을 미치고 그에 따라 대응해야 하는지 살펴 보고자 한다. 이에 본 연구에서는 재난이 지니는 시간

적, 공간적 불확실성으로 인해 경제성장이 어떤 영향을 받는지 신고전적 경제성장이론의 관점에서 고찰하고자 한다.

본 논문의 분석틀인 솔로우 모형은 복잡한 현실을 단순화시키는 다양한 가정을 기초로 한다. 거래되는 재화의 수를 한정하고 고용변화가 무시되며 생산이 자본과 노동 그리고 기술진보로 구성되는 생산함수로 이루어진다(Romer, 2006). 다양한 현실세계의 특징을 제대로 반영하지 못함에도 솔로우 모형은 재난이 국가나 지역경제에 미치는 영향을 구조적으로 파악하기에 유용한 틀을 제시해줄 수 있다고 판단하였다. 완벽하게 현실적인 모형개발을 통해 재난의 경제적 파급효과를 완전하게 파악하는 것이 불가능하다고 본다면, 재난이 국가나 지역경제에 미치는 복잡한 사회적 현상을 단순화시켜 설명함으로써 중요한 통찰력을 얻어내는 것이 현실적으로 중요하다는 점에서 그 의미가 있다. 본 논문은 재난이 경제성장에 미치는 복잡한 파급영향에 대한 과정을 솔로우 모형을 통해 단순화시키고 이를 통해 경제성장의 핵심 변수들이 어떻게 변화하고 대응해야 하는지 다루고자 한다.

II. 재난과 경제성장에 관한 이슈

재난의 경제적 영향에 대한 이슈의 학술적 접근은 주로 자연재해의 경제적 피해를 추정하는 연구가 주를 이루고 있다. 재난에 대한 경제적 영향의 초기 접근은 주로 직접적인 경제 손실에 주목하여 물리적 피해를 집계하는 데에 집중하였다. 이후 재난으로 인한 경제적 피해가 교통사고나 범죄로 인한 손실보다 크다는 연구가 이루어지기 시작했다(Petak & Atkisson, 1982). 결국 재난의 경제적 영향에 대한 연구는 간접적 경제손실을 측정하는 정도까지 발전하면서 최근 다양한 연구방법론이 적용되며 확장되고 있다. 단적인 예로 Tierney, *et. al.*(2001)은 재난발생으로 인한 산업중단 손실이 직접적·물리적 경제 손실과 그 규모가 비슷하다고 연구한 바 있다. 특히, Parker, *et. al.*(1987)은 저량(stock)과

유량(flow)개념의 차이를 토대로 재난 이후 직접피해와 간접피해의 개념을 제시하였다. Choi(2011) 역시 재난 이후 국가나 도시 기능의 서비스수준 변화가 발생함을 저량과 유량의 개념을 도입하여 설명하였다. 재난의 발생은 일시적 순간에 많은 피해를 야기하기도 하지만, 재난 이후 지속적으로 경제시스템에 영향을 미치기에 유량의 개념으로 접근하는 것이 보다 합리적이다(Cochrane, 1997). 때문에 재난이 국가나 지역경제에 미치는 장·단기적 영향을 파악함에 있어서 직접적 경제손실과 간접적 경제손실을 함께 고려하는 것이 중요하다고 주장한다(Cohen & Werker, 2008). 직접적 경제피해에 대해서는 재난 발생 시점의 단기적 경제손실을 계산하면 된다. 하지만, 간접적 경제피해에 대해서는 재난이 발생하여 일정기간 지속되고 경제재건과 산업시설의 복구 및 정상가동이 완료될 때까지 장기간에 걸친 경제손실을 합산하여 추정해야하는 번거로움이 있다(Kang, *et. al.*, 2014; Cochrane, 1997). 이를 정확하게 계산하여 추정해내기란 현실적으로 불가능하며 투입산출모형이나 계량경제모형을 통해 거시적으로 추정해내는 기법이 활용된다.

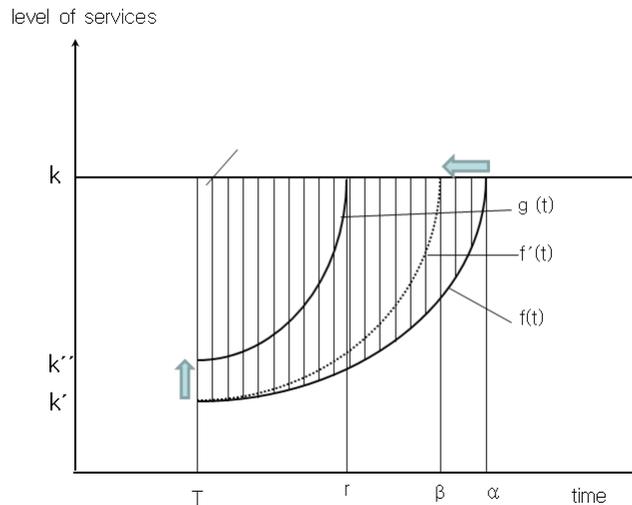
투입산출모형을 통해 재난발생을 충격으로 보고 산업에 미치는 파급영향을 추정하는 기법이 많이 사용되었다(Cochrane, *et. al.*, 1997; Rose, *et. al.*, 1997). 지역산업연관표를 활용하여 재난 쇼크를 지역경제와 관련된 상호의존성을 반영하여 분석하는 장점이 있다. 하지만, 지역산업연관분석은 산업연관표가 작성된 당시의 산업연관관계가 이후에 지속되어야 함을 전제하고 있으며 국가나 지역이 지니는 동태적인 경제성장의 메커니즘을 반영하기 어렵다는 한계가 있다(Rose, 2004). 이를 보완하기 위해 연산가능일반균형(Computable General Equilibrium)모형을 활용한 재난의 경제적 파급영향에 대한 연구가 시도되었다. CGE모형은 각 산업 부문 뿐만 아니라 노동, 자본, 재화시장 등의 연계성까지 감안하여 재난의 효과를 추정할 수 있고, 미시적 변

화와 거시적 변화의 연계성을 분석하기에 적합한 모형이다(Ryu, *et. al.*, 2012). 하지만, 균형상태를 가정하기 때문에 장기균형분석에는 적합하나 단기적 영향을 분석하기에 부적절한 한계가 있다. 게다가 모형이 지나치게 유연하여 재난의 경제적 파급효과를 과소평가하는 경향이 있다(Rose & Guha, 2004). CGE모형은 특정 공간에서 발생하는 개별 재난의 파급영향을 파악하기 위해 유용하며, 이를 위해 해당국가나 지역의 산업, 노동 및 자본시장 구조에 대한 모든 정보가 확보되어야 하는 어려움이 따른다.

Hsiang & Jina(2014)는 재난의 경제적 파급영향에 대한 다양한 계량경제학적 접근의 연구결과가 모순적인 경우가 많다고 주장한다. 재난이 경제에 영향을 전혀 주지 않는다는 연구결과도 있는가 하면, 상당수 연구들은 부정적인 영향을 미친다는 결과를 내놓는다. 이처럼 재난연구는 개별 사례에 따라 긍정적 영향과 부정적 영향의 차이가 극명하게 나타나기에 일반화된 결론을 끌어내기에 어려운 한계가 있다.

재난은 그 불확실성으로 인해 발생 시기에 따라 발생 장소에 따라 그 파급영향이 상이하다. 때문에 재난과 경제성장에 관한 선행 연구들은 기본적으로 개별 재난의 경제적 피해를 추정하는 데에 집중되었고, 재난으로 야기되는 국가 간 혹은 지역 간 불평등성에 대한 논의는 상대적으로 부족하였다(Mutter, 2015).

이에 대해 Mutter(2015)는 재난이 지니고 있는 불평등의 속성에 집중하며 재난발생의 시간적, 공간적 특성에 따라 파급영향이 달라질 수 있음에 주목한다. 아울러 국가 및 도시의 서비스 기능이 재난발생과 대응이라는 시간의 흐름에 따라 어떻게 달라지는지에 대한 개념을 제시한다(Mutter, 2015; Choi, 2011). 재난 발생은 통상적으로 국가나 지역이 제공하는 서비스의 정도를 하락시키게 된다. 다음 그림(Figure 1)은 재해 발생 전후 국가 혹은 지역이 제공하는 서비스 수준변화를 나타내고 있다.



※ Source: Choi(2011)

Figure 1. Level of urban infrastructure service affected by disaster

〈Figure 1〉은 T 시점에서 발생한 재난발생의 결과로 국가나 지역의 서비스 수준은 기존 k 에서 급격히 k' 으로 떨어지게 된다. $f(t)$, $f'(t)$, $g(t)$ 는 재난 발생 후 서비스 수준의 회복정도를 나타내주는 함수를 의미한다. $f(t)$ 의 회복함수를 가진 국가의 경우 T시점에서 발생한 재해는 α 가 지난 후에야 정상기능 k 로 회복됨을 알 수 있다. 하지만 경제적 여건이 나은 국가의 경우 효율적 대응으로 회복곡선은 $f'(t)$ 로 나타나며, 회복의 시기가 β 로 빨라지게 된다. 결국 서비스제공 측면에서 재난발생 이후의 피해를 살펴보면 $f(t)$ 회복곡선의 경우 정상적인 서비스제공 기능을 발휘하지 못한 데에 따르는 피해크기는 $\int_T^\alpha k-f(t)dt$ 가 된다. 반면 $f'(t)$ 의 경우는 $\int_T^\beta k-f'(t)dt$ 가 되어 결국 경제적 여건이 다른 국가 간 피해액의 차이는 $\int_r^\beta f'(t)-f(t)dt + \int_\beta^\alpha k-f(t)dt=R$ 이 된다. 결국 R 은 동일한 재난에도 피해액의 차이가 다를 수 있음을 의미하며 R 값이 클수록 국가 간 또는 지역 간 불평등의 정도는 심하다고 할 수 있다. 이 경우 양변을 미분하게 되면 $f'(\beta)-f(\beta)-f'(T)+f(T)-f(\alpha)+f(\beta)=0$ 라는 등식이 성립하게 되고 이 식을 정리하면 $f'(\beta)-f(\alpha)=f(T)-f'(T)$ 가 된다(Mutter, 2015;

Choi, 2011). 재난이 발생한 T시점에서는 서비스 제공 수준이 동일하기에 $f(T)$ 와 $f'(T)$ 는 같아지게 되고 결국 $f'(\beta)=f(\alpha)=k$ 가 됨을 알 수 있다. 이는 국가나 지역의 재난대응은 재난 이전 서비스수준을 회복할 때까지 이루어짐을 의미하며 α 와 β 의 차이가 클수록 불평등 정도를 나타내는 R의 규모는 더욱 커지게 된다.

$f(t)$ 와 $f'(t)$ 의 사례를 통해 재난발생에 따라 서비스수준의 감소정도가 동일한 상태에서 대응수준에 따라 서비스수준 회복속도가 상이함을 보여준다. 앞선 두 함수의 경우 재난 발생 당시 도시의 방어능력에 차이가 없기 때문에 도시기능 저하는 동일하게 k 수준까지 떨어지게 된다. 하지만, 동일한 강도의 재난발생에도 서비스수준 감소가 다를 수 있다. 경제력이 탁월한 부유한 국가나 도시의 경우 회복력과 더불어 재난 피해액 자체가 적어질 수 있다. 때문에 당초 $f(t)$ 보다 향상된 방어수준을 가지기에 도시의 기능저하는 k'' 로 떨어지게 된다. 이 경우 국가나 지역이 입는 피해액은 $\int_T^r k-g(t)dt$ 가 되고 앞선 두 함수와 비교하여 $\int_T^r g(t)-f(t)dt + \int_r^\alpha k-f(t)dt=P$ 만큼의 피해 감소 효과를 보게 된다. R이 대응수준에 따른 불평등이라면 P는 예방수준에 따른 불평등으로 파악할 수 있다. 향상된 재난 대응 능력으로 인해 국가나 지역의 서비스제

공 기능의 회복이 가속화됨을 의미하며 국가나 지역 경제 자원의 투입이 원활하게 이루어져 피해기간이 현저하게 단축되고 있음을 의미한다. 마찬가지로 양변을 t 에 대해 미분하게 되면, $g(r) - f(r) - g(T) + f(T) - f(\alpha) + f(r) = 0$ 라는 항등식을 얻게 되고 식을 정리하면 $g(r) - g(T) + f(T) - f(\alpha) = 0$ 이 된다. 이는 다시 $g(r) - f(\alpha) = -g(T) + f(T)$ 가 되는데 여기서 $g(T) - f(T)$ 의 값은 0보다 크게 된다. 이는 부유한 국가와 가난한 국가의 초기 피해액 차이를 반영하며 재해 발생의 초기 피해액의 불평등 정도를 나타낸다. 따라서 $g(r) > f(r)$ 이 성립되어 시간 단축효과 뿐만 아니라 기존의 서비스 수준보다 더욱 향상된 국가 기능을 갖게 됨을 의미한다. 결국 경제성장을 이룬 부유한 나라는 복구의 시간을 단축시킬 수 있을 뿐만 아니라 보다 단기간에 서비스제공 기능을 회복할 수 있게 해준다는 것이다(Mutter, 2015; Choi, 2011).

이와 같이 본 논문은 유사한 재난발생이라도 국가에 따라 상이한 경제적 영향을 미칠 수 있음에 주목하고 그 거시적 메커니즘을 신고전적 경제성장이론의 관점에서 살펴보고자 한다. 이하에서는 재난이 국가나 지역의 경제상황에 따라 다른 파급영향을 미칠 수 있음에 착안하여, 대표적인 경제성장분석모형인 솔로우 성장 모형(Solow Economic Growth Model)을 통해 재난 발생이 국가나 지역의 경제성장에 어떤 영향을 미치는지 살펴보고자 한다.

III. 방법론으로서의 솔로우 성장모형

솔로우 성장모형(이하 솔로우 모형)은 기술진보가 주어졌을 때 생산의 소비와 투자 간 배분이 자본축적과 성장에 미치는 영향을 분석하는 틀로 활용된다(Solow, 1956). 솔로우 모형은 시간의 흐름에 따라 경제가 변화하는 과정을 설명해주기에 저축(투자), 인구증가, 기술진보가 시간이 흐름에 따라 생산량과 그 성장에 어떤 영향을 미치는지 잘 보여준다(Mankiw, 2013). 재난발생은 한 국가나 지역의 경제시스템의 자본 감소를 초래

하는 경우가 대부분이기에 재난 발생은 솔로우의 모형에서 특정 시점의 자본감소라는 충격으로 작동함을 전제로 한다.

솔로우 모형은 국가나 지역의 총생산 함수(aggregate production function)에 대한 고려에서 시작된다. 한 경제가 사용하는 생산요소를 노동의 총량(L), 자본의 총량(K), 그리고 주어진 기술수준에서 노동과 자본으로 얻을 수 있는 최대 생산량을 Y 라고 하면 $Y = AF(K, L)$ 으로 나타낼 수 있다. 여기서 A 는 총요소 생산성(total factor productivity)이며 기술수준을 나타내는 척도로 사용된다. 총요소 생산성이 높은 경우 동일 규모의 자본과 노동이 투입되어도 산출량이 크게 나타나게 된다. 솔로우 성장모형은 생산함수가 규모에 대해 수익불변이라고 가정하기에 $Y = F(K, L)$ 으로 표현할 수 있다. 이 생산함수 양변에 어떤 양수 a 를 곱하면 $Y = F(aK, aL)$ 이 되어 자본 및 노동에 a 를 곱할 경우 생산량도 aY 만큼 변화된다. 여기에서 $a = l/L$ 을 넣어 정리하면 $Y/L = F(K/L, l)$ 이 되며 $Y/L(y)$ 은 노동자 1인당 생산량을 나타내고 $K/L(k)$ 은 노동자 1인당 자본량을 의미하게 된다. 결국 $f(k) = F(k, l)$ 이 되고 생산함수를 $y = f(k)$ 로 표현할 수 있다. 1인당 자본량의 한단위 증가에 따른 1인당 생산량을 의미하는 자본의 한계생산물(marginal production of capital, MPK)은 $MPK = f(k+1) - f(k) = df(k)/dk$ 가 된다. 이를 표현하면 <Figure 2>가 된다.

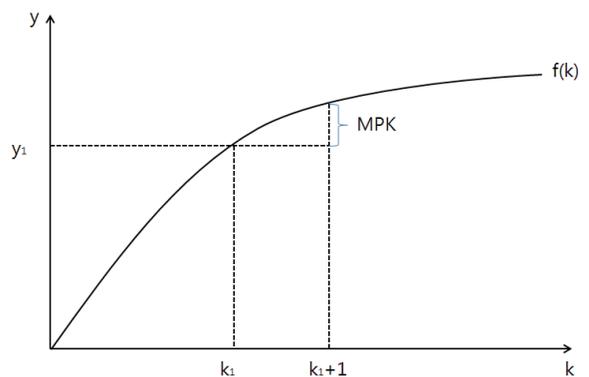


Figure 2. Aggregate production function

여기서 k 는 노동자 한 사람이 사용하는 자본량(생산설비)을 의미하며 y 는 이에 대한 함수이다. 생산함수에서는 1인당 자본량이 증가하면 기울기가 감소하며 한계생산 체감의 법칙(law of diminishing product)이 성립한다. 어느 국가나 지역의 생산과정에서 k 값이 작으면 추가적으로 자본이 주어졌을 때 생산량의 증가가 크게 되고, k 가 이미 크면 이미 자본이 충분히 많은 상태이기에 추가적인 자본투입에도 생산량의 증가는 작게 된다. 콥-더글라스 생산함수(Cobb-Douglas production function)인 $Y = AK^\theta L^{1-\theta}$ ($0 < \theta < 1$)이 되고 양변을 L 로 나누면 1인당 생산함수 $y = Ak^\theta$ ($0 < \theta < 1$)를 얻을 수 있다. 여기서 θ 는 산출물 생산을 위한 자본과 노동의 결합비율을 의미한다. 자본의 한계생산(MPK)을 구하기 위해 양변을 k 에 대해 미분하면 $MPK = \theta Ak^{\theta-1}$ 을 얻을 수 있다. θ 가 1보다 작기 때문에 자본량이 증가하면 지수가 음수가 되어 자본의 한계생산은 감소하게 되며, 0에 근접할수록 자본의 한계생산이 무한히 커지게 된다. k 가 무한히 커질 경우 자본의 한계생산이 0에 접근하게 된다. 생산함수의 유형에 따라 차이가 발생하지만, 선진국에 대비하여 개발도상국에서의 자본의 한계생산이 큰 이유가 여기에 있다.

솔로우 모형에서 재화의 수요는 소비와 투자로부터 기인한다. 결국 1인당 생산량 y 는 1인당 소비 c 와 1인당 투자 i 로 구성되며 $y = c + i$ 로 표현된다. 매년 소득의 일정부분 s 를 저축하고 나머지 $1 - s$ 를 소비한다고 가정하면, $c = (1 - s)y$ 로 나타낼 수 있다. s 는 저축률을 의미하며 0과 1 사이의 값을 갖는다. 재난 발생은 국가나 지역의 생산함수에서 저축률을 변화시킬 수 있는 사건(shock)이기에 추후 이에 대해 논하기로 한다. 결국 $y = (1 - s)y + i$ 가 되고 $i = sy = sf(x)$ 가 되어 투자는 생산량에 저축률을 곱한 형태가 된다(Mankiw, 2013). 결과적으로 저축률과 투자율은 같은 개념으로 파악할 수 있기에 이하에서는 맥락에 따라 혼용하도록 하겠다.

재난이 국가 및 지역의 경제성장에 영향을 미치는 것을 살펴보기 위해서는 재난발생에 따른 자본량의 변화

가 어떻게 일어나는지 파악하는 것이 우선되어야 한다. 이를 위해 시간의 흐름에 따른 자본량의 성장과 안정상태를 살펴볼 필요가 있으며 솔로우 성장모형의 기본방정식(fundamental equation of the Solow model)은 이에 대한 핵심적 아이디어를 제공한다.

생산과정에서 사용되는 자본은 시간이 흐름에 따라 마모되고 감소된다. 자본이 생산과정에서 소실되는 것을 감가상각(depreciation)이라 하며 감가상각률이 δ 로 일정하게 주어져 있다고 가정하면, δk 로 나타낼 수 있다. 감가상각의 크기는 1인당 자본량에 비례한다. 솔로우 성장모형에서 1인당 자본량의 증가율은 총자본 증가율에서 인구증가율을 뺀 값으로 구해지며 이를 정리하면 $\frac{\Delta k}{k} = \frac{\Delta K}{K} - \frac{\Delta L}{L}$ 이 된다. 자본량의 변화는 결국 투자에서 감가상각을 뺀 것과 같기에 $\Delta K = I - \delta K = sf(k)L - \delta K$ 이고 이를 앞 식에 대입하여 정리하면 $\frac{1}{K}\{sf(k)L - \delta K\} - n$ 이 된다. 결국 $\Delta K = sf(k) - (\delta + n)k$ 가 되며 여기서 $n(\Delta L/L)$ 은 인구증가율을 의미한다. 1인당 자본량의 증감은 1인당 투자 $sf(k)$ 가 $(\delta + n)k$ 보다 크면 1인당 자본량이 증가하게 되고, 반대로 $sf(k)$ 가 $(\delta + n)k$ 보다 작으면 1인당 자본량은 감소하게 된다. 투자가 전혀 이루어지지 않는다고 가정하면 총 자본량 K 는 δ 의 비율로 감소하고 인구가 n 의 비율로 증가하므로 1인당 자본량 k 는 시간 단위당 $(\delta + n)$ 의 비율만큼 줄어들게 된다. 그렇지만 시간 단위당 1인당 자본량이 $sf(k)$ 만큼 증가하고 있기에 순증가량은 $sf(k)$ 와 $(\delta + n)k$ 의 차이가 된다. 이때 $(\delta + n)k$ 는 1인당 자본량을 일정하게 유지하는데 필요한 투자(break even investment)의 크기가 된다. 여기서 특이한 것은 감가상각이 1인당 자본량을 감소시키는 것과 마찬가지로 인구증가도 이를 감소시킨다는 점이다. 감가상각이 자본의 마모를 통해 감소시키는 반면 인구증가는 1인당 공급되는 자본량이 줄어들어 따라 k 를 감소시킨다.

1인당 자본 k 가 불변인 경우 경제는 안정상태에 있으며 이를 k^* 로 표기하면, k 가 k^* 보다 작은 경우 투자는 균형을 이루는 투자보다 커져서 k 가 증가한다. 하지

만, k 가 k^* 보다 큰 경우 투자는 균형을 이루는 투자보다 작아져 k 가 하락한다. 안정상태(steady state equilibrium)에서 1인당 자본에 대한 투자의 플러스 효과는 감가상각과 인구증가에 의한 (-)효과를 상쇄시킬 뿐이다.

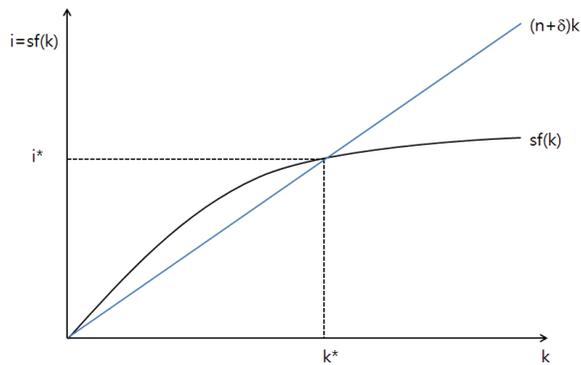


Figure 3. Steady state equilibrium of Solow growth model

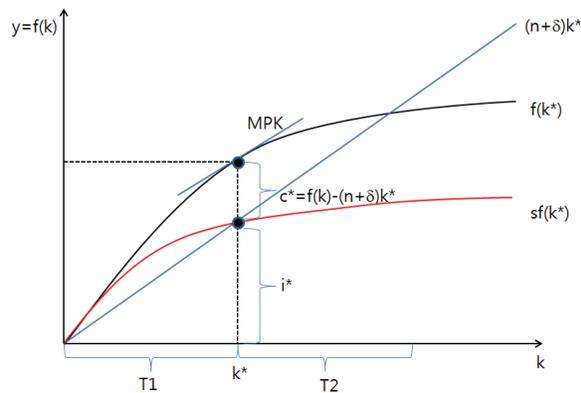


Figure 4. Save rate and golden rule level of capital

〈Figure 3〉은 가장 높은 수준의 소비를 유지할 수 있는 안정상태를 나타내고 있다. 여기서 소비를 극대화하는 안정상태 값인 k^* 를 자본의 황금률 수준(golden rule level of capital)이라고 표현한다. 이것은 $c^* = f(k) - (n + \delta)k$ 를 의미하며 안정상태의 소비는 안정상태의 생산량에서 안정상태의 감가상각을 제한 것을 의미한다. 자본의 증가는 생산량 증가를 동반하지만 동시에 마모되는 자본을 대체하기 위해 더 많은 생산량이 사용되어야 한다. 자본량이 황금률 수준보다 적은 $T1$ 구간의 경우 자본량의 증가는 감가상각보다

많은 생산량을 증가시켜 소비가 증가하게 되지만, 이 경우 생산함수는 $(n + \delta)k^*$ 보다 기울기가 크기 때문에 두 곡선의 차인 소비(c)는 k 가 증가함에 따라 증가한다. 반면 자본량이 황금률 수준보다 큰 경우 자본량의 증가는 소비를 감소시키는데, 이는 생산량의 증가가 감가상각의 증가보다 작기 때문이다. 이 경우 생산함수는 $(n + \delta)k^*$ 보다 기울기가 작기 때문에 두 곡선의 차인 소비(c)는 k 가 증가함에 따라 감소한다. 결국 황금률 수준에서 생산함수와 $(n + \delta)k^*$ 의 기울기가 같아지고 소비가 최고수준에 달함을 알 수 있다. 이는 $MPK = (n + \delta)k^*$ 이 되는 지점에서 소비가 극대화됨을 의미한다.

재난발생시 자본의 황금률 수준인 k^* 를 가능하게 하는 저축률이 존재하고 저축률이 변화할 경우 $sf(k)$ 곡선을 아래로 이동시킴으로써 더 낮은 소비가 이루어지고 하고, 이를 토대로 안정상태로 경제가 이동하도록 피하는 것이 중요하다(〈Figure 4〉 참조). 통상적으로 안정상태의 저축률은 황금률 안정상태의 저축률보다 높은 곳에 위치하며 안정상태의 자본량이 너무 많은 것을 의미한다. 이하에서는 솔로우 모형을 통해 재난피해의 파급영향과 그 함의를 도출해 보도록 하겠다.

IV. 재난피해의 파급효과

1. 재난의 공간적 불평등과 시간적 불평등

대규모 재난발생은 한 국가 또는 지역의 경제시스템의 흐름에 막대한 영향을 미친다. 재난 발생의 불확실성 위험으로부터 자유로운 지역은 세계 어느 곳도 존재하지 않는다. 하지만, 재난이 발생하게 될 경우 미치는 파급영향은 발생장소에 따라 현저하게 차이가 난다. 동일한 규모의 재난이라도 한 국가나 지역이 처한 경제상황에 따라서 전혀 다른 영향을 미칠 수 있다. 대체로 빈곤한 나라에서 재난발생은 과도한 자본손실로 인한 장기적 경기 침체로 이어지는 경우가 많으며, 부유한 나라에서도 재난발생이 국가나 지역의 성장과 발전에

도움을 주기란 현실적으로 어렵다. 극심한 재난 발생으로 인해 일부 지역의 전면적 개발이 가능해져 오히려 이전보다 경제발전과 주거환경개선을 이룰 수 있다는 주장이 있으나, 국가 전체의 자원배분 측면에서 보면 다른 곳에 배분되어야 할 자본의 이전에 불과한 것일 뿐 전체적인 경제성장으로 파악하기 어렵다는 것이다.

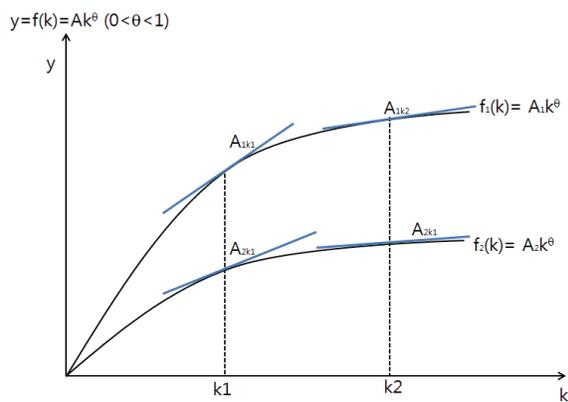


Figure 5. Time-based inequality of disaster

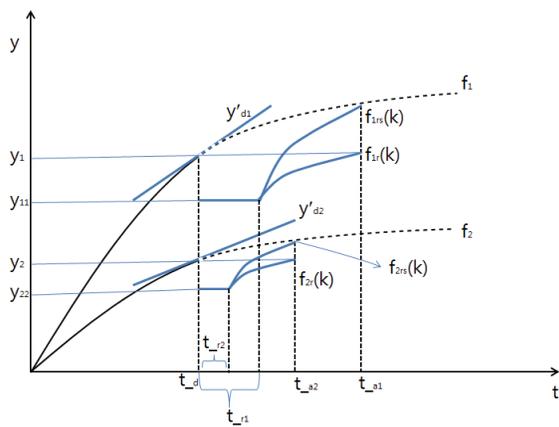


Figure 6. Spatial inequality of disaster

〈Figure 5〉는 1인당 자본량의 동일한 투입에도 불구하고 산출량의 증가 추이는 다르게 나타날 수 있음을 보여준다. 이하에서는 $f_1(k)$ 과 $f_2(k)$ 의 생산함수를 지닌 두 국가를 가정하고 살펴보도록 하겠다. 두 국가 모두에게서 1인당 자본량이 증가함에 따라 생산량은 늘어나고 있다. 여기서 주목할 것은 1인당 자본량의 증가율이다 k 값이 작을 때는 1인당 자본량의 증가율이 매우 커 기울기가 가파르지만, k 값이 커지면서 증가율은 떨

어져 평평해진다. 이 같은 현상은 $f_1(k)$ 보다 $f_2(k)$ 에서 더 뚜렷하게 나타난다. 한편, $f_1(k)$ 에서는 1인당 자본량이 증가가 보다 많은 1인당 생산량의 증가로 이어지고 있다. $f_1(k)$ 생산함수를 가진 국가는 1인당 자본량의 증가율이 상대적으로 크게 나타나며, 생산성이 더 높은 것으로 볼 수 있다. 반면, $f_2(k)$ 라는 생산함수를 지닌 국가는 상대적으로 1인당 자본량의 증가율이 상대적으로 작아 생산성이 낮은 국가로 분류될 수 있다.

재난 발생은 생산성이 높은 곳에서도 발생할 수 있고, 낮은 곳에서도 발생할 수 있다. 하지만, 생산성이 높은 곳에서 재난발생이 경제성장에 미치는 영향과 생산성이 낮은 곳에서 재난발생이 경제성장에 미치는 영향이 서로 다르다는 점이다. 재난 발생시점에 따라서도 파급영향이 다르다. 어느 시점(k_1 또는 k_2)에서 발생하는지에 따라 경제성장에 미치는 파급영향이 모두 다르게 나타난다는 점이다. 경제성장이 급격히 이루어지는 k_1 에서의 재난발생이 경제성장이 둔화된 시점인 k_2 에서의 재난발생보다 그 피해가 크고 장기적이라는 점이다. 결국 재난피해의 파급영향 양상이 시간과 공간에 따라 다르기 때문에 이를 제대로 파악하고 경제상황에 맞게 대응이 이루어져야 할 필요가 있다. 〈Figure 6〉은 재난 발생이 1인당 자본량의 증가율이 높은 시기인 t_d 시점에서 이루어졌다고 가정하고, 경제성장에 미치는 영향을 보여준다. 여기서 y 축은 1인당 생산량이 아닌 국가나 지역의 총생산량을 의미한다. 재난의 발생은 생산시설의 파괴 등과 같은 자본량 감소 등을 통해 국가나 지역의 총생산량을 감소시킨다. $f_1(k)$ 생산함수를 가진 국가의 경우 y_{11} 까지 생산량이 감소하며, $f_2(k)$ 생산함수의 경우 y_{22} 까지 생산량이 감소하게 된다. 문제는 재난발생 이후 즉시 경제가 회복되지 못하며 t_{r1} 과 t_{r2} 의 준비기간을 거친 뒤 복구가 이루어진다는 데에 있다. 준비기간이 짧을수록 시간흐름에 따른 플로우 피해를 감소시킬 수 있다. 그림에서 육안으로는 $f_1(k)$ 의 회복 준비 기간인 t_{r2} 가 t_{r1} 보다 짧은 것으로 나타났으나, 이는 준비정도에 따라 변동될 수 있다. 1인당 자본의 생산성이 낮은 곳에서 회복 준비기간이 더 늘어

날 수 있기 때문이다.

회복준비기간이 지난 후 이전 생산량까지 회복되는 시간이 $f_1(k)$ 에서는 t_{a1} 이며 $f_2(k)$ 에서는 t_{a2} 로 나타난다. 문제는 이전 생산량 수준으로까지 회복된 것을 정상화라고 볼 수 있는가라는 점이다. 재난이 발생하지 않았다면 $f_{1rs}(k)$ 과 $f_{2rs}(k)$ 지점까지 상승할 수 있다는 가능성에 주목할 필요가 있다. 대부분의 재난발생 후 복구가 완성되었다는 의미는 피해를 받기 직전까지의 상황을 기준으로 한다. 중요한 것은 재난발생이 없었을 경우 경제성장이 더 원활하게 이루어질 수 있기 때문에 과거 수준의 경기 회복은 온전한 피해회복을 의미하지 않게 된다. 결국 재난발생으로 인한 피해를 모두 극복하는 생산함수 수준의 회복은 $f_{1rs}(k)$ 과 $f_{2rs}(k)$ 의 생산함수에 따른 생산량이 뒤따라야 함을 의미한다. 즉, 과거보다 가파른 생산량 증가속도를 유지해야 피해 이전의 경제성장 수준을 회복할 수 있음을 의미한다.

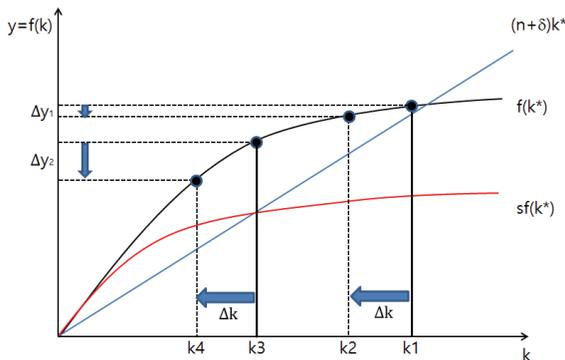


Figure 7. Disaster impacts by time

〈Figure 7〉은 재난 이후 1인당 자본량의 변화와 총 생산량의 변화를 경제성장이 높은 시기와 낮은 시기를 비교해 나타낸 것이다. 재난발생으로 1인당 자본량이 동일하게 감소가 이루어지더라도 시기에 따라 총생산량에 미치는 영향이 다르다는 점이다. 예를 들어, k_1 의 경우는 k_3 에 비해 경제가 이미 상당한 자본을 축적한 상태이기에 자본 손실이 국가나 지역경제에 큰 영향을 미치지 않음을 시사한다. 동일한 자본감소 Δk 에도 k_1 시기에는 Δy_1 의 생산량 감소만 이루어진 반면, k_3 상

태에서는 Δy_2 의 생산량 감소를 감수해야 하는 것이다. 이는 앞서 1인당 자본량(k)의 순간 기울기가 생산성을 나타내며 이 기울기가 큰 시기에 재난이 발생할 경우 국가나 지역경제에 미치는 파급영향이 큰 것을 의미한다. 이는 재난의 경제성장에 미치는 파급영향을 줄이기 위해서는 상당한 자본을 축적하여 일정수준의 경제성장을 이루는 것이 필요함을 시사한다.

2. 재난발생과 투자율 감소

재난발생은 국가경제나 지역경제가 가지고 있는 생산요소 함수에서 저축률의 감소를 초래한다. 재난발생으로 인해 다양한 피해가 발생한다. 재난에 따른 생산시설 등의 자본감소는 불가피하며, 이로 말미암아 저축률(투자율)의 감소가 뒤따르게 되고 결국 1인당 자본량이 감소하게 되는 결과로 이어진다.

점 A는 재난이 발생하기 전의 안정상태를 보여준다. 재난발생으로 저축률이 S_1 에서 S_2 로 감소하게 되면 투자곡선이 $S_1f(k)$ 에서 $S_2f(k)$ 로 이동한다. 그리고 초기 안정상태의 1인당 자본량 k_1 에서의 투자의 크기 $S_2f(k_2)$ 은 1인당 자본량을 일정하게 유지하는데 필요한 투자 $(n + \delta)k_1$ 보다 AB 의 길이만큼 작다. 이는 결국 자본량을 일정하게 유지하는데 필요한 최소한의 투자에 미치지 못하게 됨으로써, 1인당 자본량이 감소하고 결국 새로운 안정상태는 점 C에서 형성된다. 그때의 1인당 자본량은 k_2 가 된다. 결과적으로 재난이 발생하게 되면 재난복구를 위한 복구비용 투입증가로 저축률이 떨어지게 되며 이는 결국 1인당 자본량과 1인당 투자 및 1인당 산출량을 감소시키는 결과를 초래함을 시사한다(〈Figure 8〉 참조). 이를 소비와 연결시켜 설명하면 다음과 같다. 저축률이 재난발생으로 S_1 에서 S_2 로 감소하게 되면 처음의 1인당 자본량 k_1 에서 투자가 일시적으로 AB 의 길이만큼 감소하게 되고 소비는 같은 크기만큼 늘어난다. 한편 저축률이 감소하여 투자가 감소하면 1인당 자본량이 k_1 에서 k_2 로 감소한다. 이때 투자는 투자함수 $S_2f(k)$ 위의 점 B로부터 점 C로 감소하고 1인당 산출량은 생산함수 $f(k)$ 위의 점 D에

서 C 로 감소하게 된다. 이는 처음의 안정상태의 자본량 k_1 에서 새로운 안정상태의 자본량 k_2 로 감소함에 따라 소비는 CD 의 길이만큼 감소한다. 저축률이 감소할 때 새로운 안정상태에서 소비가 증가하거나 감소하는 것은 저축률의 감소와 함께 증가한 소비의 크기인 AB 와 1인당 자본량이 감소함에 따라 감소한 소비의 크기인 CD 의 길의 상대적인 크기에 따라 결정된다 (〈Figure 9〉 참조). 종합하여 정리하면 재난 발생에 따른 저축률의 감소는 1인당 자본량과 1인당 투자와 1인당 산출량을 감소시키지만 소비의 감소로는 이어지지 않을 수 있다는 점이다. 반대로 이야기하면 솔로우 성장모형에서 저축률의 증가 역시 안정상태의 소비를 증가시킬 수도 있고 감소시킬 수도 있다는 것이다. 저축률 변동이 안정상태의 소비에 미치는 효과는 안정상태에서의 자본의 한계생산에 결정된다고 하겠다.

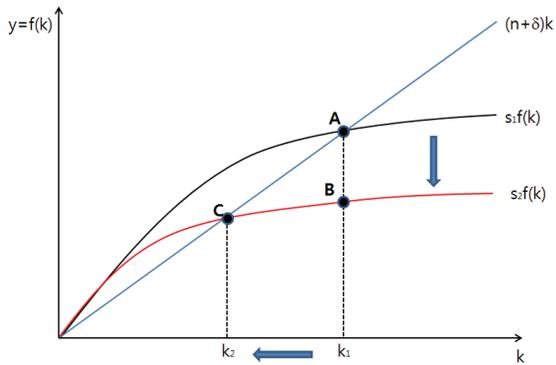


Figure 8. Save rate decrease and shift of steady state equilibrium

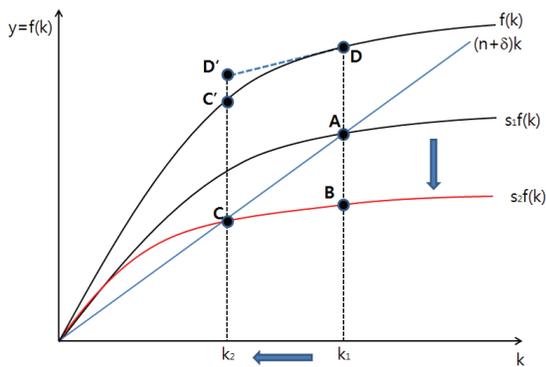


Figure 9. Save rate decrease and consumption

3. 재난 이후 경제성장의 불평등: 가난한 나라와 부유한 나라

인구증가는 한 국가나 지역의 생산함수에서 감가상각과 마찬가지로의 효과를 가지기에 노동자 1인당 자본량을 감소시키는 원인이 된다. 노동자 수가 n 의 비율로 증가함에 따라 총자본 및 총생산량도 n 의 비율로 증대하며 생활수준의 지속적 상승을 설명할 수 없다. 단지 총생산량의 지속적 증대만을 설명할 수 있을 뿐이다. 인구증가를 고려할 경우 부유한 나라와 빈곤한 나라의 재난 후 경제성장모형을 비교할 수 있다. 인구성장률이 높다고 해서 반드시 빈곤한 나라는 아니지만 분석의 편의상 본 논문에서는 이를 가정하기로 한다. 인구증가율이 n_1 인 부유한 나라와 n_2 인 빈곤한 나라에서의 경제성장은 1인당 자본량과 생산량 측면에서 차이를 보인다. n_1 보다 n_2 가 증가율이 높으며 이 경우 동일한 생산함수 하에서 1인당 자본량을 감소시키는 효과를 나타낸다. 인구증가 및 감가상각을 나타내는 직선이 위쪽에 존재하기 때문에 빈곤한 나라의 안정상태 k_2^* 에서는 부유한 나라의 안정상태 k_1^* 보다 노동자 1인당 자본량이 감소한다(〈Figure 10〉 참조). 결국 인구증가율이 높은 가난한 나라에서는 노동자 수 증대에 따른 노동자 1인당 자본량이 낮은 상태이기에 더욱 경제를 빈곤하게 하는 경향이 있다. 이는 결국 재난의 취약성 측면에서 재난발생에 따른 피해가 더 커질 수 있을 뿐만 아니라 복구투자에 대한 여력이 부족할 수 있음을 의미한다.

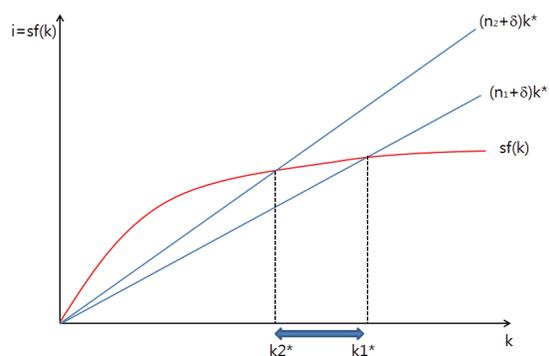


Figure 10. Economic growth and population size

재난 발생 이후의 1인당 안정상태 자본량 변화를 살펴보면 흥미롭다. 솔로우 모형에 의하면 재난 발생 이후에는 두 국가 모두에서 투자율이 $sf(k)$ 에서 $sf(k)_d$ 로 하락됨을 확인할 수 있다(Figure 11) 참조). 이에 따라 인구성장률이 낮은 나라와 인구성장률이 높은 나라 모두 1인당 안정상태 자본량과 1인당 투자량이 감소함을 보여주고 있다. 흥미로운 것은 1인당 안정상태 자본량 변화의 감소폭이 가난한 나라보다 부유한 나라에서 더욱 크다는 점이다. 한편, 1인당 안정상태 자본량 변화의 감소폭이 더 크에도 불구하고 부유한 나라에서의 투자량의 감소는 가난한 나라에서보다 적게 나타날 수 있다는 점이다. 이는 인구증가율의 차이에 기이한 것이다. 부유한 나라에서는 안정상태에서 급격한 1인당 자본량 변화를 가져오지만 자본량 변화에 비해 투자량 변화가 작으며, 가난한 나라에서는 상대적으로 안정상태의 1인당 자본량 변화는 작지만, 자본량 변화에 비해 급격한 투자량 변화를 가져온다는 점이다. 이는 그만큼 자본량과 투자량의 변화가 민감하게 변화됨을 의미하며 재난으로 인해 경제성장이 보다 민감하게 영향을 받을 수 있음을 시사한다.

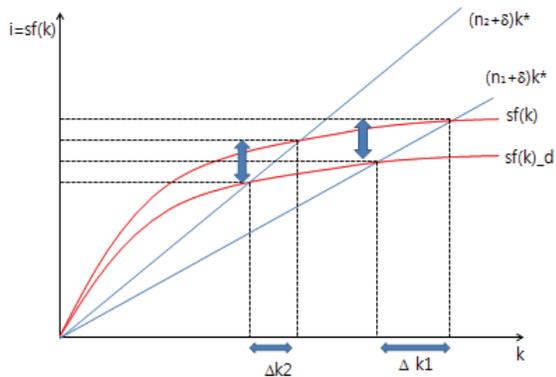


Figure 11. Capital per capita after disaster

1인당 자본량을 안정상태로 유지하기 위한 투자량은 부유한 나라의 경우 A점에서 B점으로 이동하게 되며, 이때 투자량은 $(n_1 + \delta)k_1$ 에서 $(n_1 + \delta)k_2$ 로 감소하게 된다. 빈곤한 나라의 경우 1인당 자본량을 안정상태로 유지하기 위한 투자량은 C점에서 D점으로 이동하

게 되며, 이때 투자량은 $(n_1 + \delta)k_3$ 에서 $(n_2 + \delta)k_4$ 로 감소하게 된다. 생산함수에서 투자량 감소가 가난한 나라의 경우 더 크게 나타나기 때문에 경제성장에 미치는 파급영향이 더 크게 나타날 수밖에 없음을 시사한다(Figure 12) 참조).

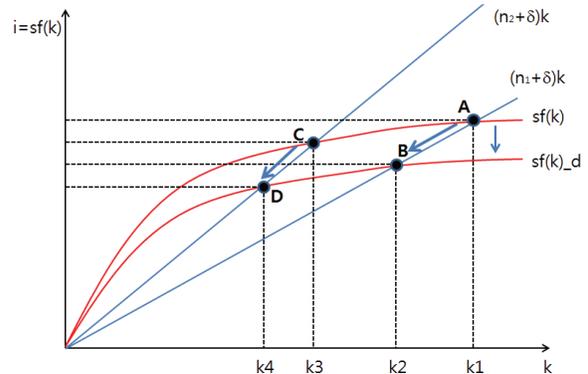


Figure 12. Investment differences between developed country and developing country after disaster

기본적으로 솔로우 모형은 인구증가와 자본축적 사이의 상호작용에 중점을 둔다. 인구증가는 축적된 자본이 여러 사람에게 퍼지게 되어 안정상태에서 근로자들은 보다 적은 자본을 갖게 되므로 1인당 생산량이 감소하게 된다는 것이다. 하지만, 인구 증가에 따른 다른 잠재적인 영향은 본 모형에서 고려되지 않았기에 인구증가가 반드시 재난 이후 경제성장에 부정적 영향을 미치는 것만은 아닐 수 있음에 주의할 필요가 있다. 실례로 Kremer(1993)는 인구가 많을수록 혁신과 진보를 담당할 과학자, 발명가, 기술자가 많음에 주목하면서 세계경제성장을 증대가 세계인구증가와 함께 이루어졌음을 주장한다.

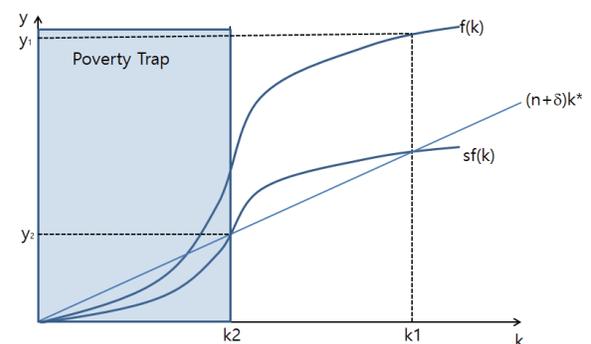


Figure 13. Poverty trap caused by disaster

〈Figure 13〉에서 k_2 는 안정상태를 의미하며 1인당 자본량을 일정하게 유지하는 데 필요한 최소 투자금액을 의미한다. 1인당 자본량이 k_2 까지 증가하는 구간에서는 자본량이 늘어도 인구증가와 감가상각 곡선이 더 위에 있기 때문에 자본량의 증가가 생산량의 증가로 이어지지 못한다. 결국 이 시기는 빈곤의 덫이 발생하는 영역이 되며 이 구간에서의 1인당 자본량 증가는 경제 성장을 위한 총생산량 증가가 미미한 구간이다. 한편, 빈곤의 덫 구간에서 재난이 발생할 경우 자본에 따른 이익이 작은 만큼 자본 손실에 따른 피해도 적은 구간이다. 가난한 나라에서의 재난 파급영향이 작게 나타나는 이유가 바로 빈곤의 덫 구간에서 재난이 발생했기 때문이다. 빈곤의 덫 구간에서 1인당 자본량 증가가 별 효과가 없기에 재난으로 인한 1인당 자본량 감소 역시 별다른 영향을 나타내지 않게 된다. 하지만, k_2 이후 구간에서는 재난의 파급 영향이 달라진다. k_1 구간까지 1인당 자본량 증가에 따른 생산량 증가가 급격히 이루어지는 시기이기에 이 구간에서 재난이 발생할 경우 총생산량의 피해는 어느 때 보다 커지게 된다. 경제성장이 급격히 이루어지는 개발도상국의 경우 재난피해로 인한 피해가 극심할 수 있음을 의미한다. 이는 재난발생에 따른 영향을 최소화하는 데에 경제성장기보다 경제침체가 오히려 나올 수 있음을 시사한다. 경제성장이 활발한 호황기의 경제는 모든 자원을 경제성장에 활용하기 때문에 재난발생으로 인한 대응에 충분한 자원을 활용하기 어려울 수 있으며, 반대로 경기 침체기에는 재난발생시 대응할 수 있는 유휴 인력 및 가용 자원이 오히려 충분할 수 있다는 것이다. 여기서 중요한 것은 경제성장을 충분히 이루고 난 이후의 경기침체기인 k_1 이후의 상태에서 재난에 대응하는 것이 경제에 미치는 파급영향을 최소화할 수 있음을 시사한다.

V. 결론 및 정책적 시사점

지금까지 재난이 국가나 지역경제에 미치는 영향을 솔로우 성장모형에 기초하여 살펴보았다. 본 연구의 내

용을 정리하고 그에 따른 정책적 시사점을 도출하면 다음과 같다.

첫째, 재난발생으로 인한 국가나 지역경제의 불평등한 파급영향이 재난의 공간적 불확실성에 기인한다는 것이다. 재난 발생은 생산성이 높은 국가에서 발생할 수도 있고, 낮은 국가에서 발생할 수도 있다. 하지만, 생산성이 높은 곳에서 재난발생이 경제성장에 미치는 영향과 생산성이 낮은 곳에서 재난발생이 경제성장에 미치는 영향이 서로 다르다는 점이다. 이론적으로 생산성이 높은 국가나 지역에서의 재난피해가 더욱 커질 수 있음을 확인하였다.

둘째, 재난의 시간적 불확실성 때문에 재난 발생시점에 따라서도 재난의 파급영향이 다름을 이론적으로 확인하였다. 재난쇼크 발생시기가 국가나 지역의 경제상태가 성장기인지 발전기인지에 따라 경제성장에 미치는 파급영향이 모두 다르게 나타난다는 점이다. 경제성장이 급격히 이루어지는 시기에서는 경제성장이 둔화된 시점에서보다 재난발생으로 인한 피해가 크고 치명적이라는 점이다. 이는 재난피해의 파급영향 양상이 시간과 공간에 따라 다르기 때문에 이를 제대로 파악하고 경제상황에 맞게 대응이 이루어져야 할 필요가 있음을 시사한다. 결국 고도성장기의 국가경제나 지역경제는 재난에 더욱 민감하고 부정적 영향을 받을 수 있음에도, 재난과 안전에 대한 관심은 오히려 소홀하기 때문에 더욱 취약해지는 경향이 있음에 주목해야 하겠다.

셋째, 재난발생은 경제 주체의 저축률을 감소시킴으로써 1인당 자본량을 감소시키고, 결국 산출량 감소라는 경제적 손실로 연결됨을 확인하였다. 재난 발생으로 투자율이 감소하고 결국 자본량을 일정하게 유지하는 데 필요한 최소한의 투자에 미치지 못하게 됨으로써, 1인당 자본량이 감소하게 되는 결과를 초래한다는 점이다. 결과적으로 재난이 발생하게 되면 재난복구를 위한 복구비용 투입증가로 저축률이 떨어지게 되며 이는 결국 1인당 자본량과 1인당 투자 및 1인당 산출량을 감소시키는 결과를 초래함을 시사한다. 한편, 솔로우 성장 모형에서 저축률의 증가가 안정상태의 소비를 증가시

킬 수도 있고 감소시킬 수도 있기에, 재난 발생에 따른 저축률의 감소가 1인당 자본량과 1인당 투자와 1인당 산출량을 감소시키지만 소비의 감소로는 이어지지 않을 수 있다는 점을 확인하였다. 이는 저축률 변동이 안정상태의 소비에 미치는 효과는 안정상태에서의 자본의 한계생산에 결정되기 때문이다.

넷째, 부유한 나라와 빈곤한 나라에서 재난의 경제성장 파급영향이 차이가 날 수 있음을 이론적으로 확인하였다. 결국 인구증가율이 높은 가난한 나라에서는 노동자 수 증대에 따른 노동자 1인당 자본량이 낮은 상태이기에 더욱 경제를 빈곤하게 하는 경향이 있고, 이는 결국 재난의 취약성 측면에서 재난발생에 따른 피해가 더 커질 수 있을 뿐만 아니라 복구투자에 대한 여력이 부족할 수 있음을 시사한다. 부유한 나라에서는 안정상태에서 급격한 1인당 자본량 변화를 가져오지만 자본량 변화에 비해 투자량 변화가 작으며, 가난한 나라에서는 상대적으로 안정상태의 1인당 자본량 변화는 작지만, 자본량 변화에 비해 급격한 투자량 변화를 가져온다는 점이다. 이는 그만큼 자본량과 투자량의 변화가 민감하게 변화됨을 의미하며 재난으로 인해 경제성장이 보다 민감하게 영향을 받을 수 있음을 시사한다. 생산함수에서 투자량 감소가 가난한 나라의 경우 더 크게 나타나기 때문에 경제성장에 미치는 파급영향이 더 크게 나타날 수밖에 없음을 시사한다. 아울러, 빈곤의 첫 구간에서 재난이 발생할 경우 자본에 따른 이익이 작은 만큼 자본 손실에 따른 피해도 적은 구간이기에 경제적 손실이 작게 추정되기에 유사 규모의 재난에도 가난한 나라에서의 재난 파급영향이 작게 나타남을 이론적으로 확인하였다.

본 논문은 솔로우 경제성장모형의 관점에서 재난의 경제적 파급효과를 접근하고 있기에 이에 따른 다양한 비현실적 가정의 문제가 존재할 수 있다. 하지만, 현실을 단순화시켜 모형을 적용해 봄으로써 개별 사례연구에서 거두기 어려운 몇몇 중요한 발견사항들을 도출할 수 있었다는 점에서 학술적 의미가 있다. 아울러 본 연구는 재난의 경제적 파급효과를 불평등의 관점에서 이

론적으로 접근하였기에 데이터 분석에 기반을 둔 실증 분석이 후속연구로 진행되어야 할 과제를 남기고 있다.

감사의 글

This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government (NRF-2014S1A3A2044729).

References

- Choi, Choong Ik and Euy Young Lim. 2012. Critical Review on the Principles in Distributing Disaster Relief Fund and Simulation with Simple Modelling. *Korean Public Administration Review*. 46(2): 315-333.
- Choi, Choong Ik. 2011. Decision Making Process for Adapting to Climate Change in Local Governments and Its Implications. *Korean Public Administration Review*. 45(1): 257-274.
- Cochrane, H. 1997. Economic Impacts of a Midwestern Earthquake. *Quarterly Publication of NCEER(National Center for Earthquake Engineering Research)*. 11(1): 1-5.
- Cochrane, H. C., S. E. Chang, and A. Rose. 1997. Indirect Economic Losses. In *Earthquake Loss Estimation Methodology: HAZUS Technical Manual*. 3.
- Cohen, C. and E. D. Werker. 2008. The Political Economy of Natural Disasters. *Journal of Conflict Resolution*. 52(6): 795-819.
- Hsiang, S. M. and A. S. Jina. 2014. The Causal Effect of Environmental Catastrophe on Long-Run Economic Growth: Evidence from 6,700 Cyclones. *Working Paper, NBER 20352, National Bureau of Economic Research*. Cambridge, MA.
- Jiang, Zhuhua, Soon Young Yu, and Seong Min Yoon. 2014. Research Methodology for the Economic Impact Assessment of Natural Disasters and Its Applicability for the Baekdu Mountain Volcanic Disaster. *Economic and Environmental Geology*. 47(2): 133-146.
- Jo, Jang Ok. 2010. *Macroeconomics*. Seoul: Hongmunsa.
- Kim, Kyung Soo and Dae Gun Park. 2012. *Macroeconomics*. Seoul: Parkyoungsa.
- Kremer, M. 1993. Population Growth and Technological Change:

- One Million B.C. to 1990. *Quarterly Journal of Economics*. 18: 681-716.
- Mankiw, N. G. 2013. *Macroeconomics*. 8th Edition. Worth Publishers: New York.
- Mutter, C. J. 2015. *The Disaster Profiteers*. St. Martin's Press: New York.
- Parker, D. J., C. H. Green, and P. M. Thompson. 1987. *Urban Flood Protection Benefits: A Project Appraisal Guide*. Gower Technical: VT.
- Petak, W. J. and A. A. Atkisson. 1982. *Natural Hazard Risk Assessment and Public Policy: Anticipating the Unexpected*. Springer-Verlag: New York.
- Romer, D. 2006. *Advanced Macroeconomics*. 3rd Edition. McGraw-Hill.
- Rose, A. 2004. Economic Principles, Issues, and Research Priorities in Hazard Loss Estimation. In Okuyama, Y. and S. E. Chang(eds.). *Modeling Spatial and Economic Impacts of Disasters*. Springer: New York. 13-36.
- Rose, A. and G. S. Guha. 2004. Computable General Equilibrium Modeling of Electric Utility Lifeline Losses from Earthquakes. In Okuyama, Y. and S. E. Chang(eds.). *Modeling Spatial and Economic Impacts of Disasters*. Springer: New York. 119-141.
- Rose, A., J. Benavides, S. E. Chang, P. Szczesniak, and D. Lim. 1997. The Regional Economic Impact of an Earthquake: Direct and Indirect Effects of Electricity Lifeline Disruptions. *Journal of Regional Science*. 37: 437-458.
- Ryu, Mun Hyun, Seung Kuk Cho, and Jeong In Kim. 2012. Effects of Natural Disaster on Nation Economy: A CGE Model. *Journal of Environment Policy and Administration*. 20(1): 1-21.
- Solow, M. R. 1956. A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*. 70(February): 65-94.
- Tierney, K. J., M. K. Lindell, and R. W. Perry. 2001. *Facing the Unexpected: Disaster Preparedness and Response in the United States*. Joseph Henry Press: Washington D.C.
- Weil, N. D. 2013. *Economic Growth*. 3rd Edition. Pearson Education, Inc.
- Korean References Translated from the English*
- 강주화, 유순영, 윤성민. 2014. 자연재해의 경제적 영향평가 연구방법론과 백두산 화산재해에의 적용가능성. *자원환경지질*. 47(2): 133-146.
- 김경수, 박대근. 2012. *거시경제학*. 박영사.
- 류문현, 조승국, 김정인. 2012. CGE모형을 이용한 자연재해의 경제적 파급효과분석. *환경정책*. 20(1): 1-21.
- 조장욱. 2010. *거시경제학*. 홍문사.
- 최충익. 2011. 지방자치단체 기후변화 적응정책의 의사결정 과정과 함의. *한국행정학보*. 45(1): 257-274.
- 최충익, 임의영. 2012. 재해의연금 배분원칙과 모델링. *한국행정학보*. 46(2): 315-333.

Received: May 18, 2017 / Revised: Jun. 9, 2017 / Accepted: Jun. 13, 2017

재난이 경제성장에 미치는 영향: 솔로우 성장모형의 적용과 함의

국문초록 본 논문은 유사한 재난발생이라도 국가에 따라 상이한 경제적 영향을 미칠 수 있음에 주목하고 그 거시적 메커니즘을 이론적으로 규명하고 있다. 재난이 국가나 지역의 경제상황에 따라 다른 파급영향을 미칠 수 있음에 착안하여, 대표적인 경제성장분석모형인 솔로우 성장모형을 통해 재난 발생이 국가나 지역의 경제성장에 어떤 영향을 미치는지 고찰한다. 본 연구의 방법론으로 활용된 솔로우 성장모형은 대표적인 신고전적 성장이론의 하나로서, 재난이 국가나 지역경제에 미치는 영향을 시공간적 맥락에서 구조적으로 파악하기에 유용한 틀을 제시해줄 수 있다고 판단하였다. 솔로우 모형에서 경제성장은 자본의 증가, 노동투입 증가 그리고 기술 진보라는 세 가지 핵심 요소에 의해 이루어진다고 가정한다. 솔로우 모형을 통해 재난이 국가나 지역의 경제성장에 미치는 영향을 단순화시키고 핵심 요소들이 시공간적으로 어떻게 변화하는지 살펴본다. 솔로우 모형 적용결과 재난 이후 저축률 감소와 재난의 시공간적 불평등성이 발생하고, 경제수준에 따른 빈곤의 덩어리 존재하는 것으로 나타났다.

주제어 : 솔로우 성장모형, 재난, 경제성장, 불평등

Profiles **Choong Ik Choi** : He joined the department of Public Administration at Kangwon National University in 2008. He holds a Ph. D. in environmental planning(Seoul National University), a M.S. in urban and regional planning(Seoul National University) and a B.S. in urban engineering(Hanyang University). He has worked as a researcher of Hazard and Vulnerability Research Institute, University of South Carolina (2007-2008) and also served as a faculty affiliate of California State Polytechnic University at Pomona (2013-2015) and a research advisor of Southern California Association of Governments (2013-2014). He has been conducting several academic researches related to urbanization, environment and climate change policies. His research interests encompass risk management and environment impacts in terms of spatial planning(choich@kangwon.ac.kr).