

韓國開發研究

2013 Ⅲ

KDI Journal of Economic Policy

■ Analysis on the Welfare Effect of the PPP Implementation

..... Jungwook Kim · Weh-Sol Moon

민간투자사업의 후생효과 분석

■ Adverse Selection in the Korean Storm and Flood Insurance Market

..... Chang-Gyun Park · Eunjung Yeo

국내 풍수해보험시장에서의 역선택 문제에 관한 실증분석

■ Development Effectiveness of the Paris Declaration: An Empirical Evaluation

..... Kye Woo Lee

파리선언의 개발효과성: 실증적 평가

■ Defending Multiple Terrorist Targets

..... Sanghoon K. Lee

대테러전략의 게임이론적 분석

韓國開發研究

KDI Journal of Economic Policy

KDI Journal of Economic Policy is a quarterly published professional journal dealing with academic and policy issues related to the Korea's economic development in all economic areas. The Journal welcomes creative papers that have implications on Korea's economic policy. Papers should be written in Korean or English.

The Journal was first published on March 1979, with an aim to disseminate the research results of KDI not only to experts at universities and other institutes, but also to policymakers and the general public. The journal was published semi-annually between 2000 I and 2009 II, and then resumed quarterly publication with 2010 I issue. Until August 2001, papers or thesis carried in the Review were written by fellows at KDI only, but since then, the Journal has actively encouraged any submission by researchers at home and abroad who have interest in the Korean economy. An active participation of researchers with diverse perspectives is highly encouraged.

The content of papers published in the Journal is a personal opinion of each author, and not subject to the direction of the KDI Journal of Economic Policy.

Editor-in-Chief :	Choi, Kyungsoo	(Senior Fellow at KDI)
Editors :	Choi, Yongseok	(Professor at KyungHee University)
	Chun, YoungJun	(Professor at Hanyang University)
	Chung, Wankyo	(Professor at Hallym University)
	Eun, CheolSoo	(Professor at Georgia Institute of Technology)
	Hahm, Joonho	(Professor at Yonsei University)
	Hahn, Chinhee	(Professor at Gachon University)
	Hwang, Haeshin	(Professor at Texas A&M University)
	Jo, Dongho	(Professor at Ewha Womans University)
	Joh, SungWook	(Professor at Seoul National University)
	Kim, Daeil	(Professor at Seoul National University)
	Kim, InGyu	(Professor at Hallym University)
	Kim, Jonghoon	(Visiting Fellow at KDI)
	Kim, Jungwook	(Fellow at KDI)
	Kim, Taejong	(Professor at KDI School)
	Kim, Woochan	(Professor at Korea University)
	Koh, Youngsun	(Vice Minister of The Office of Government Policy Coordination)
	Lee, Bongsoo	(Professor at Florida State University)
	Lee, Chulhee	(Professor at Seoul National University)
	Park, ChangGyun	(Professor at Chung-Ang University)
	Park, WonAm	(Professor at Hongik University)
Administration :	Shin, Inseok	(Professor at Chung-Ang University)
	Shin, Kwanho	(Professor at Korea University)
	Shin, Sukha	(Professor at Sookmyung Women's University)
	Song, YoungNam	(Professor at Chonbuk National University)
	Tcha, MoonJoong	(Senior Fellow at KDI)
	Yoo, Gyeongjoon	(Senior Fellow at KDI)
	Han, Jaehui	(Research Associate at KDI)

Contents

1 민간투자사업의 후생효과 분석..... 김정욱 · 문외솔 / 1

Analysis on the Welfare Effect of the PPP Implementation... Jungwook Kim · Weh-Sol Moon

2 국내 풍수해보험시장에서의 역선택 문제에 관한 실증분석 박창균 · 여은정 / 39

Adverse Selection in the Korean Storm and Flood Insurance Market
... Chang-Gyun Park · Eunjung Yeo

3 Development Effectiveness of the Paris Declaration: An Empirical Evaluation..... Kye Woo Lee / 65

파리선언의 개발효과성: 실증적 평가... 이계우

4 Defending Multiple Terrorist Targets..... Sanghoon K. Lee / 91

대테러전략의 게임이론적 분석... 이상훈

민간투자사업의 후생효과 분석

김 정 욱

(한국개발연구원 연구위원)

문 외 솔

(서울여자대학교 경제학과 조교수)

Analysis on the Welfare Effect of the PPP Implementation

Jungwook Kim

(Fellow, Korea Development Institute)

Weh-Sol Moon

(Assistant Professor, Seoul Women's University)

* 본 논문은 필자들의 보고서인 『민간투자사업의 후생효과 분석과 최적 재정정책에 대한 연구』(정책연구시리즈 2008-04, 한국개발연구원, 2008)를 기초로 하여 작성되었으며, 2013학년도 서울여자대학교 교내학술특별연구비의 지원을 받았음을 밝힌다.

김정욱(교신저자): (e-mail) awaker2@kdi.re.kr, (address) Korea Development Institute, 47, Hoegi-ro, Dongdaemun-gu, Seoul, 130-740, Korea.

문외솔(제1저자): (e-mail) moon@swu.ac.kr, (address) Department of Economics, Seoul Women's University, 621, Hwarang-ro, Nowon-gu, Seoul, 139-774, Korea.

- Key Word: 민간투자사업(Public Private Partnership), 임대형 민간투자사업(BTL), 일반균형모형(General Equilibrium), 최적 재정정책(Optimal Fiscal Policy), 후생효과(Welfare Effect)
- JEL Code: E2, E6, H4, H5
- Received: 2012. 7. 20 • Referee Process Started: 2012. 8. 8
- Referee Reports Completed: 2013. 5. 6

ABSTRACT

This study investigates the welfare implications of BTL projects using a general equilibrium model with the public sector and public-private partnerships. We show that when the government is not allowed to run budget deficits but private firms are able to overcome the financial constraint, BTL projects performed by public-private partnerships (PPPs) could be a good alternative and improve the welfare of the model economy. This paper quantitatively investigates excessive expansion of PPP projects and several alternatives to retrieve welfare losses caused by such an expansion. Assuming that future rents of BTL projects are not taken into account, we find the welfare losses up to 20 percent relative to conventional government projects. Finally, we show that it would be possible to reduce the losses by transforming the fully depreciated capital stock of the government projects into much smaller new PPP projects.

본 연구는 공공부문과 민간투자사업자를 포함한 일반균형모형을 사용하여 재정사업과 BTL 민간투자사업의 후생 차이를 비교·분석한다. 다른 모든 조건이 동일할 때, 정부가 세입·세출을 동일하게 유지해야 한다고 가정할 경우, 민간투자사업하에서의 국민경제 후생수준이 재정사업하에서의 후생수준보다 높은 것으로 나타난다. 정부가 균형재정의 제약을 회피할 목적으로 민간투자사업을 무리하게 추진하는 경우 미래의 임대료가 모두 부채로 간주되기 때문에 상당한 사회적 비용이 초래될 수 있음을 명시적으로 보인다.

I. 서론

민간투자사업이 정부의 재정부담에 대한 문제만 야기하지 않는다면 사회 전체의 후생을 증대시킬 수 있는가? 만일 민간투자사업이 정부의 현재 예산제약을 완화시켜 주는 효과가 있다면 어느 정도의 범위에서 민간투자사업이 재정사업보다 우월한 대안이 될 수 있는가?

본 연구의 목적은 매우 제한된 환경하에서 재정사업과 민간투자사업의 효과를 일반균형모형을 통해 분석하는 것이다. 민간투자사업과 관련한 기존의 연구는 거시 시계열 자료를 사용하여 민간투자사업의 확대가 거시경제변수에 어떠한 효과를 주는지에 대한 분석을 시도하거나 현재까지 추진된 민간투자사업으로 인해 미래에 발생할 것으로 예상되는 정부의 비용을 모의실험하는 것에 국한되었다. 이러한 연구는 민간투자사업이 재정사업과 비교하여 국가경제의 효율성이나 국민의 후생을 높일 수 있는 대안인지에 대한 해답을 제시하기 어려울 뿐 아니라 초기 민간투자사업의 확대가 국가경제에 미칠 후생변화를 예측하는 데에도 한계가 있다.

본 논문은 공공부문을 포함한 일반균형모형을 사용하여 재정사업과 BTL 민간투자사업의 후생 차이와 최적 재정정책에 대한 함의를 비교·분석한다. 본 연구는 정부 예산 제약에 대한 매우 제한적인 가정을 토대로 한다. 정부는 매년 세입과 세출을 동일하게 유지해야 하지만 민간투자사업을 시행하는 사업자는 이와 같은 예산제약의 문제로부터 자유롭다는 가정이다. 이러한 가정하에서 재정사업으로 공공서비스를 제공할 때와 민간투자사업으로 공공서비스를 제공할 때의 재정정책에 대한 함의를 도출한다. 이를 위해 정부가 경제 전체의 후생을 극대화하기 위해 선택해야 하는 최적 세율과 공공자본스톡의 적정 규모 등도 논의한다.

또한 최근 민간투자사업의 확대에 따른 정부 재정부담에 대한 문제가 제기되고 있는 점을 감안하여 민간투자사업의 확대에 따른 국가경제의 후생 변화를 모의실험한다. 미래에 발생할 BTL 사업의 임대료를 예상하지 못한 채 일시적으로 민간투자사업을 확대하는 경우 국가경제의 후생은 감소한다. 이는 미처 준비하지 못한 BTL 사업의 임대료 부담으로 인해 정부가 여타 재정사업에 충분한 예산을 할당하지 못하기 때문에 발생하

는 자원배분 왜곡의 문제라고 할 수 있다.

정부가 세입과 세출을 동일하게 유지해야 한다고 가정한다면, 다른 모든 조건이 동일할 때, 민간투자사업은 재정사업보다 더 높은 후생을 보장할 수 있다. 그러나 이러한 가정이 성립하지 않는다면 민간투자사업의 우월성은 보장되지 않는다. 재원조달에 있어 정부가 민간투자사업자보다 더 우월하다면 민간투자사업과 재정사업의 비교는 효율성 문제로 귀결될 수밖에 없다. Hart(2003)가 지적하였듯이 민간사업자가 건설단계에서 자신이 운영할 시설에 대한 변경이 가능하다면 그에 따른 비용이 수반된다고 할지라도 사업자는 보다 효율적인 운영을 위해 시설을 변경하려고 할 것이고, 이 경우 민간투자사업은 재정사업과 비교했을 때 보다 높은 효율성을 제공할 수 있다.¹ 이러한 측면에서 민간투자사업의 타당성을 입증하기 위해서는 보다 정교한 메커니즘이 필요할 수밖에 없다. 따라서 본 연구는 정부의 예산제약이라는 특수한 상황만을 고려하는 실험적인 연구이므로, Hart(2003)와 반드시 보완될 필요가 있음을 밝힌다.

본 연구는 정부의 균형재정 가정을 바탕으로 매우 유용한 시사점을 도출한다. 정부 균형재정의 제약을 회피할 목적으로 민간투자사업을 무리하게 추진한다고 하더라도 본 연구에서는 미래의 임대료가 모두 부채로 간주되기 때문에 상당한 사회적 비용이 초래된다는 것을 명시적으로 보이고 있다.

Hart(2003) 이외에 민간투자사업과 관련한 기존 연구 가운데 정부부문에 의한 공공서비스 공급보다 민간부문에 의한 공공서비스 공급이 보다 효율적일 수 있음을 보인 대표적인 연구로 Shleifer(1998)가 있다. Shleifer(1998)는 공공서비스를 공급하는 공급자들 사이의 경쟁이 심화될 때, 시장에서의 평판 메커니즘(reputational mechanism)이 중요하게 작용할 때, 그리고 비영리 기업들에 의한 서비스 공급이 가능할 때 민간에 의한 서비스 공급이 보다 우월함을 보였다. 한편, 민간투자사업의 확대에 따른 재정부담에 대한 대표적인 연구로는 김재형 외(2006)와 Maskin and Tirole(2008) 등이 있다. 김재형 외(2006)는 민간투자사업의 연간 재정부담금 상한에 대한 여러 가지 대안들을 모의실험하였고, Maskin and Tirole(2008)은 정부의 프로젝트 선정에 편향(bias)이 있을 경우 재정부담금 상한에 대한 함의를 도출하였다. 이와 반대로 민간투자사업의 확대에 의한 사회적 비용에 대한 우려도 지속적으로 제기되고 있다. 김재형(2007)은 2007~11년의 민자사업 총재정부담 규모를 19.4조원으로 추정했으며 계획적이지 못한

1 이러한 문제는 민간투자사업자가 시설의 건설과 운영에 대한 책임을 모두 맡고 있고 건설 및 운영에 대한 세부적인 내용의 계약이 성립되지 못할 때 가능하다.

민자사업이 재정 악화의 요인이 될 수 있다는 것을 지적한 바 있다. 이와 더불어 향후 무분별하게 늘어날 가능성이 있는 민자사업에 대한 제도적 장치가 마련될 필요가 있음을 강조했다. 박현(2008)은 SOC 분야의 민간투자사업 확대에 의한 사후적 사업관리의 문제를 제기했고, 민간투자사업에 대한 사후적 관리가 제대로 이루어지지 못할 경우 동 사업의 효율성에 상당한 문제가 발생할 수 있다고 보았다.

민간투자사업과 관련한 기존 연구는 불완전 계약, 정보의 문제 등과 같이 미시적 접근을 주로 시도하기 때문에 본 연구와 같이 거시경제모형을 사용하여 최적 재정정책에 대한 함의를 제시하는 이론적 연구는 찾아보기 어렵다. 그러한 측면에서 본 연구는 민간투자사업 분야에 있어 상당한 기여를 했다고 판단된다.

이하의 내용은 다음과 같다. 제Ⅱ장에서는 분석에 사용되는 모형을 소개하고 일반균형분석 해를 도출하며, 제Ⅲ장에서는 재정사업하에서의 최적 재정정책에 대한 함의를, 제Ⅳ장에서는 민간투자사업하에서의 최적 재정정책에 대한 함의를 도출하고 두 사업 간 공공서비스 수준을 비교한다. 제Ⅴ장에서는 재정사업을 민간투자사업으로 전환할 때 발생할 수 있는 문제점과 그에 대한 해결책을 모색하고, 제Ⅵ장에서는 결론을 맺는다.

Ⅱ. 모 형

본 연구에서 소개하는 모형은 기업, 정부 그리고 대표적 가계로 구성된다. 기업은 완전경쟁적인 환경하에서 생산활동을 수행하며, 경제주체들 사이의 정보의 불완전성이나 계약의 불완전성 문제는 고려하지 않는다.

1. 기업의 문제

가. 공공자본의 건설과 공공서비스의 공급

정부(혹은 주무관청)는 매기 민간에 공공서비스를 제공하며 정부의 공공서비스는 공공사업 또는 공공자본스톡으로부터 생산된다.² 따라서 공공서비스를 제공하고자 하는

2 이하에서는 정부와 주무관청이라는 용어를 구분 없이 사용한다.

정부는 투자를 통해 공공자본을 형성해야 하고 형성된 공공자본을 서비스 형태로 전환해야 한다. 정부가 공공자본을 형성해야 하는 단계를 ‘건설단계’, 공공자본을 사용하여 공공서비스를 제공하는 단계를 ‘운영단계’로 표현한다.

① 건설단계

정부는 수많은 공공프로젝트를 수행한다. 그러나 본 연구에서는 분석을 단순화하기 위해 정부는 한 기간에 모두 N 개의 프로젝트를 수행한다고 가정한다. 특정 프로젝트 i 가 공공서비스 형태로 민간에 제공되기 위해서는 프로젝트 i 에 대한 공공자본형성이 이루어져야 하므로 프로젝트 i 의 공공자본스톡을 $G(i)$ 로 나타낸다.

정부의 공공자본스톡 $G(i)$ 를 생산하는 기술은 규모수익불변이라고 가정한다.

$$G(i) = AK_c(i)^a L_c(i)^{1-a} \quad (1)$$

여기서 A 는 생산함수의 기술수준, $K_c(i)$ 와 $L_c(i)$ 는 공공자본스톡 $G(i)$ 를 생산하기 위해 투입되는 자본과 노동, a 는 자본의 기여도를 나타낸다. 정부가 어느 시공사로 하여금 공공자본스톡 $G(i)$ 를 건설하도록 할 경우 해당 시공사는 주어진 공공자본스톡 $G(i)$ 를 생산하기 위해 비용극소화 문제를 푼다.³ 비용극소화 문제로부터 공공자본스톡 $G(i)$ 를 형성하는 데 필요한 최소비용을 구할 수 있으며, 이를 $C^c(i)$ 로 표현한다.

$$C^c(i) = \phi G(i) \quad (2)$$

여기서 ϕ 는 한계비용을 나타내는 상수로서 식 (3)과 같이 표현되는데, 주목할 점은 한계비용은 모든 프로젝트에 대해 동일하다는 것이다.⁴

$$\phi = \frac{1}{A} \left(\frac{r}{a} \right)^a \left(\frac{w}{1-a} \right)^{1-a} \quad (3)$$

프로젝트 i 의 공공자본스톡 $G(i)$ 의 수명(내구연한)은 N 기간이라고 가정한다. 각 프로젝트는 공공자본스톡을 생산하기 위해 최초 한 기간의 건설기간을 필요로 하며 완공

3 비용함수 $rK_c(i) + wL_c(i)$ 를 제약식 $G(i) = AK_c(i)^a L_c(i)^{1-a}$ 에 대해 극소화한다. 여기서 r 은 자본의 단위 가격, w 는 임금이다. 1계 조건은 $ap(i)AK_c(i)^{a-1}L_c(i)^{1-a} = r$ 과 $(1-a)p(i)AK_c(i)^a L_c(i)^{-a} = w$ 이며, 여기서 $p(i)$ 는 자본스톡 $G(i)$ 의 가격이다. 따라서 공공자본스톡의 건설에 투입되는 자본-노동 비율은 임금-이자율의 비율 $[(1-a)/a][K_c(i)/L_c(i)] = w/r$ 로 표현할 수 있다.

4 생산함수가 규모수익불변이므로 자본스톡의 가격 $p(i)$ 는 모든 프로젝트에 대해 한계비용 ϕ 와 같다.

된 공공자본은 N 기간 동안 운영된다. 정부는 내구연한이 도래한 사업에 대해 소멸되기 직전 기간, 곧 마지막 운영기간 N 시점에 신규 자본스톡에 대한 투자를 시행하여 프로젝트 i 의 서비스 공급이 중단되지 않도록 한다.

② 운영단계

프로젝트 i 의 공공자본스톡 $G(i)$ 가 건설되면 정부 또는 운영업체는 자본과 노동을 사용하여 공공서비스를 생산한다. 운영단계 j 에서 프로젝트 i 의 공공자본스톡 $G(i)$ 로부터 공공서비스 $S_j(i)$ 를 생산하는 생산기술은 다음과 같은 규모수익불변 생산함수를 가정한다.

$$S_j(i) = B_j(i)K_j(i)^b L_j(i)^{1-b} \quad (4)$$

여기서 $B_j(i)$ 는 생산함수의 기술수준, $K_j(i)$ 와 $L_j(i)$ 는 공공서비스 $S_j(i)$ 를 생산하기 위해 투입되는 자본과 노동, b 는 자본의 기여도를 나타낸다. 생산함수의 기술수준을 반영하는 $B_j(i)$ 는 시간에 따른 공공자본스톡의 감가상각에 의존하며, 다음과 같이 가정한다.

$$B_j(i) = B\{(1-\delta)^{j-1}G(i)\}^\gamma \quad (5)$$

여기서 δ 는 공공자본스톡의 감가상각률을 나타내고, γ 는 공공자본스톡의 공공서비스 생산에 대한 기여도를 나타낸다.⁵ 주어진 $S_j(i)$ 수준의 공공서비스를 생산하는 정부(혹은 기업)도 비용극소화 문제를 푼다.⁶ 비용극소화 문제로부터 운영단계 j 번째에서 $S_j(i)$ 의 공공서비스를 생산하기 위해 발생하는 공공서비스 최소생산비용 또는 최소운영비용 $C_j^o(i)$ 를 다음과 같이 표현할 수 있다.

5 공공자본스톡의 수명(N)이 다해도 공공자본스톡이 모두 사라지지는 않지만 내구연한이 끝난 뒤 감가상각되고 남은 공공자본스톡은 더 이상 유용하지 않다는 가정을 내포하고 있다. 감각상각되고 남은 공공자본스톡이 일정 규모에 미치지 못하면 더 이상 쓸모없는 것이 된다고 가정해도 무방하다. 이는 균형에서 모든 공공자본스톡의 규모가 동일하기 때문이다.

6 비용함수 $rK_j(i) + wL_j(i)$ 를 제약식 $S_j(i) = B_j(i)K_j(i)^b L_j(i)^{1-b}$ 에 대해 극소화한다. 비용극소화 문제를 통해 도출되는 1계 조건은 $bq_j(i)B_j(i)K_j(i)^{b-1}L_j(i)^{1-b} = r$ 과 $(1-b)q_j(i)B_j(i)K_j(i)^b L_j(i)^{-b} = w$ 이며, 여기서 $q_j(i)$ 는 j 단계에서 제공되는 프로젝트 i 의 공공서비스 가격이다. 따라서 프로젝트 i 의 j 단계 서비스 공급을 위해 투입되는 자본-노동 비율은 임금-이자율의 비율 $[(1-b)/b][K_j(i)/L_j(i)] = w/r$ 로 표현할 수 있다. 각 프로젝트에 대해 운영단계 j 에서 요구되는 자본-노동 비율은 모든 운영단계에서 동일하다는 사실에 주목할 필요가 있다.

$$C_j^o(i) = \psi_j(i)S_j(i), \quad \forall i, j \quad (6)$$

여기서 $\psi_j(i)$ 는 한계비용으로 프로젝트 i 의 자본스톡 규모와 운영기간에 따른 감가상각이 반영되어 있다. 따라서 다음과 같다.

$$\psi_j(i) = \frac{1}{B_j(i)} \left(\frac{r}{b} \right)^b \left(\frac{w}{1-b} \right)^{1-b}, \quad \forall i, j \quad (7)$$

나. 최종재를 생산하는 대표적 기업

경제 내에는 공공자본스톡 및 공공서비스를 생산하는 부문과 함께 최종재를 생산하는 부문이 있다. 최종재를 Y 로 나타내고 이를 생산하는 대표적 기업은 다음의 규모수익불변 기술을 사용한다.

$$Y = \chi K_f^z L_f^{1-z} \quad (8)$$

여기서 χ 는 최종재 생산함수의 기술수준, K_f 와 L_f 는 최종재 Y 를 생산하기 위해 투입되는 자본과 노동, z 는 자본의 기여도를 나타낸다. 최종재를 생산하는 대표적 기업의 이윤극대화 문제로부터 최종재 생산에 필요한 자본-노동 비율을 임금-이자율의 비율로 표현할 수 있다.⁷

$$\left(\frac{1-z}{z} \right) \left(\frac{K_f}{L_f} \right) = \frac{w}{r} \quad (9)$$

2. 대표적 가게의 문제

본 절에서는 공공자본스톡, 공공서비스 및 최종재화를 생산하는 생산부문에 이어서 가게부문을 소개한다. 경제 내에는 무수히 많은 동질적인 가게들이 있고 이들의 수는 1로 정규화된다. 개별 가게는 최종재화의 소비 C_f 와 정부가 공급하는 공공서비스 $S_j(i)$ 로부터 다음과 같은 형태의 효용을 얻는다.

7 최종재 생산 기업은 이윤 $\chi K_f^z L_f^{1-z} - rK_f - wL_f$ 를 극대화한다. 이로부터 도출되는 1계 조건은 각각 $z\chi K_f^{z-1} L_f^{1-z} = r$ 과 $(1-z)\chi K_f^z L_f^{-z} = w$ 와 같다. 여기서 최종재의 가격은 1로 정규화하였다.

$$\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ \ln C_{f,t} + \theta \sum_{i,j} \ln S_{j,t}(i) \right\} \quad (10)$$

여기서 β 는 할인인자, $C_{f,t}$ 는 t 기 최종재의 소비, $S_{j,t}(i)$ 는 t 기 운영단계 j 에 있는 프로젝트 i 의 공공서비스 소비, 그리고 θ 는 공공서비스로부터 얻는 효용의 가중치를 나타내는 파라미터이다. 대표적 가계의 t 기 예산제약식은 다음과 같다.

$$C_{f,t} + I_t = (1 - \tau)(r_t K_{f,t} + w_t L_{f,t}) + H_t \quad (11)$$

여기서 I_t 는 t 기 민간부문의 투자, τ 는 소득세율, $K_{f,t}$ 와 $L_{f,t}$ 는 각각 t 기 최종재 생산에 투입되는 자본과 노동을 나타내며, H_t 는 공공자본스톡과 공공서비스 생산에 투입한 노동과 자본으로부터 얻는 소득을 나타낸다. 효용함수가 식 (10)과 같이 주어지면 대표적 가계는 한 단위의 노동을 비탄력적으로 공급한다. 모형의 분석을 용이하게 하기 위하여 프로젝트의 수와 운영기간은 N 으로 동일하며, 매기 1개의 프로젝트가 수명이 다하여 종료되므로 새로운 공공자본 $G(i)$ 가 건설된다고 가정한다.

마지막으로 경제 전체의 자본스톡은 다음과 같은 법칙에 따라 축적된다.

$$K_{t+1} = I_t + (1 - \delta_K) K_t \quad (12)$$

3. 정부의 문제

본 절에서는 정부가 공공서비스를 공급하는 경우 정부가 건설해야 하는 공공자본스톡의 규모와 공공서비스의 수준, 그리고 정부의 예산제약에 대해 논의한다. 정부는 공공서비스의 각 운영단계에서 동일한 공공서비스를 제공하는데, 그 이유는 프로젝트의 각 단계에서 공급되는 공공서비스로부터 대표적 가계가 얻는 효용은 동일하기 때문이다. 따라서 프로젝트 i 의 모든 j 단계에서 정부의 공공서비스 수준은 동일하다.

$$S(i) = S_j(i) \quad (13)$$

특정 프로젝트에 대해 동일한 공공서비스를 운영기간 동안 공급해야 하지만 그렇다고 해서 각 프로젝트에 대한 공공자본스톡의 규모가 동일할 필요는 없다. 그러나 분석을 단순화하기 위해 다음과 같이 가정한다.

〈가정 1〉 정부는 모든 프로젝트 i 에 대해 매기 동일한 규모의 공공자본을 건설한다.
즉, $G = G(i)$.

여기서 공공자본스톡 G 는 운영기간에 따라 감가상각되므로 동일한 수준의 공공서비스를 지속적으로 제공하기 위해서는 각 단계에서 투입되는 자본량과 노동량이 달라져야 한다. 식 (13)과 〈가정 1〉로부터 모든 프로젝트 i 에 대해 $S = S(i)$ 가 성립함을 알 수 있다.

〈가정 2〉 정부는 매기 균형예산을 달성한다.

정부의 조세수입을 T 로 나타내면 〈가정 2〉에 따라서 공공자본스톡의 건설과 공공서비스를 생산하는 정부의 예산제약은 다음과 같다.

$$C^c + C^o = T \quad (14)$$

여기서 C^c 는 매기 신규 공공자본 건설에 사용되는 정부 총지출이고, C^o 는 매기 공공서비스 생산에 사용되는 정부 총지출이다. 정부는 수입 가운데 일부(μ)를 신규 공공자본 건설에 사용하고, 나머지 $(1 - \mu)$ 를 공공서비스 생산에 사용한다.

$$C^c = \mu T \quad (15)$$

$$C^o = (1 - \mu) T \quad (16)$$

4. 일반균형분석

본 절에서는 자본의 가격과 임금이 모형 내에서 결정되는 일반균형분석을 통해 재정사업과 민간투자사업의 효과를 비교·분석하기 위한 틀을 제시한다.

가. 자본-노동 비율

〈가정 3〉 모든 생산함수의 자본 기여도는 동일하다: $a = b = z$.

〈가정 3〉에 따라 공공자본스톡 생산함수와 공공서비스 생산함수, 그리고 최종재를 생

산하는 생산함수에서 자본의 기여도 a , b , 그리고 z 가 모두 동일하므로 이를 α 라고 표현한다. 그러면 건설단계와 각 운영단계, 그리고 최종재화 생산에 투입되는 자본-노동 비율은 모두 동일해진다. 나아가 경제 전체의 자본-노동 비율 k 와도 같아진다.

$$k = k_f = k_c = k_j \quad (17)$$

여기서 $k_f(=K_f/L_f)$ 는 최종재 생산에 투입되는 자본-노동 비율을 나타내고, $k_c(=K_c/L_c)$ 는 건설단계에서 공공자본스톡 G 를 생산하기 위해 투입되는 자본-노동 비율을 나타내며, $k_j(=K_j/L_j)$ 는 운영단계 j 에서 공공서비스 S 를 생산하기 위해 투입되는 자본-노동 비율을 나타낸다.

나. 조건부 요소수요함수와 비용함수

모든 생산부문에서 자본-노동 비율이 동일하므로 자본-노동 비율과 요소가격비율 사이의 관계식을 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\frac{w}{r} = \frac{1-\alpha}{\alpha} k \quad (18)$$

최종재를 생산하는 기업의 자본 및 노동에 대한 한계생산은 각각 자본의 단위가격 r 및 임금 w 와 일치한다.⁸ 한편, 요소가격비율을 통해 건설단계와 운영단계의 조건부 요소수요함수를 찾을 수 있다.⁹ 이로부터 공공자본스톡 G 를 형성하는 데 필요한 최소비용 C^c 와 공공서비스 S 를 공급하는 데 필요한 최소비용 C^o 를 구한다. 모든 운영단계에 대해서 다음이 성립한다.¹⁰

⁸ 이자율 r 은 $\alpha\chi k^{\alpha-1}$ 과 같고, 임금 w 는 $(1-\alpha)\chi k^{\alpha}$ 와 같다.

⁹ 건설단계에서 공공자본스톡 G 에 대한 조건부 요소수요함수 L_c 는 $L_c = A^{-1}[(1-\alpha)r/(\alpha w)]^{\alpha} G = k^{-\alpha} G/A$, K_c 는 $K_c = A^{-1}[\alpha w/((1-\alpha)r)]^{1-\alpha} G = k^{1-\alpha} G/A$ 이고, 각 운영단계 j 에서 공공서비스 S 에 대한 조건부 요소수요함수 L_j 와 K_j 는 각각 $L_j = k^{-\alpha} S/B_j$, $K_j = k^{1-\alpha} S/B_j$ 와 같다. 균형에서 대표적 가계가 공공자본스톡의 건설에 투입하는 최적 시간과 각 운영단계에서 공공서비스 생산에 투입하는 최적 시간은 기업의 노동에 대한 요소수요함수와 동일하다. 대표적 가계가 공공자본스톡의 건설에 투입하는 최적 시간과 각 운영단계에서 공공서비스 생산에 투입하는 최적 시간을 각각 λ_c 와 λ_j 라고 쓴다면 노동 시장 균형조건은 $\lambda_c = k^{-\alpha} G/A$ 와 $\lambda_j = k^{-\alpha} S/B_j$ 로 주어진다.

¹⁰ $C^c = \phi G$ 이고, 식 (3)에서 $\phi = \frac{1}{A} \left(\frac{r}{\alpha} \right)^{\alpha} \left(\frac{w}{1-\alpha} \right)^{1-\alpha}$ 이다. 식 (18)을 이용하면 $\phi = \frac{1}{A} k^{-\alpha} \left(\frac{w}{1-\alpha} \right)$ 이다. 최종재를 생산하는 기업의 이윤극대화조건으로부터 $w = (1-\alpha)\chi k^{\alpha}$ 이므로 $\phi = \frac{\chi}{A}$ 가 된다. 한편,

$$C^c = \frac{\chi}{A} G \quad (19)$$

$$C_j^o = \frac{\chi}{B_j} S \quad (20)$$

다. 대표적 가계의 소득

모형의 대표적 가계는 한 단위의 노동을 비탄력적으로 공급하기 때문에 각 부문(건설 부문, N 단계의 운영부문, 최종재부문)에 한 단위의 노동시간 중 일부를 배분하게 된다. 대표적 가계가 공공자본스톡의 건설에 투입하는 노동시간의 비율을 λ_c , 각 운영단계에서 공공서비스 생산에 투입하는 노동시간의 비율을 $\lambda_j (j = 1, \dots, N)$, 최종재 생산에 배분하는 노동시간의 비율을 λ_f 로 나타내면 대표적 가계의 시간 배분은 다음 제약식을 만족해야 한다.

$$\lambda_f + \lambda_c + \sum_{j=1}^N \lambda_j = 1 \quad (21)$$

대표적 가계의 소득 가운데 최종재 생산으로부터 얻은 부분 $(1 - \tau)(rK_f + wL_f)$ 은 식 (17)과 노동시장 균형조건 $L_f = \lambda_f$ 을 적용하여 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$(1 - \tau)(rK_f + wL_f) = (1 - \tau)\lambda_f(rk + w) \quad (22)$$

한편, 대표적 가계의 소득 H 는 다음과 같다.¹¹

$$H = (1 - \lambda_f)(rk + w) \quad (23)$$

공공자본스톡과 공공서비스 생산으로부터 발생한 소득에 대해서는 정부가 과세하지 않는다고 가정하였다. 이는 공공자본스톡과 공공서비스의 생산이 공공부문에 의해 수행

$C^o = \psi_j S^o$ 이고 ψ_j 는 $\psi_j = \frac{1}{B_j} \left(\frac{r}{\alpha} \right)^\alpha \left(\frac{w}{1 - \alpha} \right)^{1 - \alpha}$ 이므로 위와 같은 방법으로 $\psi_j = \frac{\chi}{B_j}$ 를 얻는다.

11 소득 H 는 공공자본스톡 생산에 투입한 노동 및 자본으로부터 얻는 소득 $rK_c + wL_c$ 과 공공서비스 생산에 투입한 노동 및 자본으로부터 얻는 소득 $\sum_j (rK_j + wL_j)$ 으로 구분된다. 식 (17)과 노동시장 균형조건 $L_c = \lambda_c$ 과 각각의 j 에 대해 $L_j = \lambda_j$ 를 사용하면 $rK_c + wL_c$ 은 $\lambda_c(rk + w)$ 와 같고, $\sum_j (rK_j + wL_j)$ 은 $\sum_j \lambda_j(rk + w)$ 와 같음을 보일 수 있다. 이상의 결과와 대표적 가계의 시간제약으로부터 소득 H 를 도출할 수 있다.

되기 때문이다. 이상의 결과와 최종재를 생산하는 기업의 이윤극대화조건을 사용하면 대표적 가계의 소득 $(1-\tau)(rK_f + wL_f) + H$ 는 $(1-\tau\lambda_f)\chi k^\alpha$ 와 같다. 그리고 정부의 세수 T 는 $\tau\lambda_f(rk+w)$ 이고 $\tau\lambda_f(rk+w)$ 는 τY 이므로 다음이 성립한다.

$$T = \tau Y \quad (24)$$

라. 자원제약식과 요소 배분

대표적 경제주체의 시간제약하에서 노동시장 균형조건은 경제 전체의 자원제약식이 된다.¹²

$$Y + C^c + C^o = \chi k^\alpha \quad (25)$$

정부의 세수 $T (= C^c + C^o)$ 는 τY 와 같으므로 최종재 생산과 세수는 다음과 같다.

$$Y = \frac{1}{1+\tau} \chi k^\alpha \quad (26)$$

$$T = \frac{\tau}{1+\tau} \chi k^\alpha \quad (27)$$

따라서 최종재 생산에 투입하는 최적 시간 λ_f , 공공자본스톡 건설에 투입하는 최적 시간 λ_c , 그리고 공공서비스 생산에 투입하는 최적 시간 $\Sigma_j \lambda_j$ 는 정부의 정책변수들로 표현할 수 있다.

$$\lambda_c = \mu \frac{\tau}{1+\tau} \quad (28)$$

$$\sum_j \lambda_j = (1-\mu) \frac{\tau}{1+\tau} \quad (29)$$

$$\lambda_f = \frac{1}{1+\tau} \quad (30)$$

¹² 대표적 가계가 공공자본스톡 건설에 투입하는 최적 시간과 공공서비스 생산에 투입하는 최적 시간은 노동시장균형조건으로부터 찾을 수 있다. 공공자본스톡 건설에 투입하는 최적 시간 λ_c , 운영단계 j 에서 공공서비스 생산에 투입하는 최적 시간 λ_j , 그리고 최종재 생산에 투입하는 최적 시간 λ_f 를 다음과 같이 쓸 수 있다. $\lambda_c = C^c/(\chi k^\alpha)$, $\Sigma_j \lambda_j = C^o/(\chi k^\alpha)$, $\lambda_f = Y/(\chi k^\alpha)$. λ_c 와 λ_j 의 경우 각각의 최소비용함수 C^c 와 C^o 로 치환한 것이며(각주 (9) 참고), λ_f 는 생산함수로부터 도출된다.

여기서 정부가 공공자본스톡 건설 및 공공서비스 생산에 사용하는 총비용 C^c 와 C^o 는 각각 μT 와 $(1-\mu)T$ 라는 사실을 이용하였다.¹³

대표적 가계의 노동공급을 1로 가정하였으므로 경제 전체의 자본-노동 비율 k 는 K 와 같다. 따라서 각 생산부문에 투입되는 자본의 비율이 노동시간에 비례한다는 사실을 알 수 있다. 최종재 생산에 투입되는 자본량 K_f 는 $\lambda_f K$ 이고, 공공자본스톡 생산에 투입되는 자본량 K_c 는 $\lambda_c K$ 이며, 운영단계 j 에서 공공서비스 생산에 투입되는 자본량 K_j 는 $\lambda_j K$ 이다.

Ⅲ. 재정사업

본 장에서는 정부가 직접 공공자본스톡을 건설하고 이로부터 공공서비스를 생산하여 공급하는 재정사업을 고찰한다.

1. 공공자본스톡과 공공서비스 수준의 결정

정부는 조세수입 T 가운데 일정 비율 μ 를 매기 신규 공공자본스톡의 건설에 투입하고 나머지를 공공서비스 생산에 투입한다. 따라서 공공자본스톡 구입에 사용되는 정부지출, 공공서비스 구입에 사용되는 정부지출은 각각 다음과 같다.¹⁴

$$\mu T = \frac{\chi}{A} G \quad (31)$$

$$(1-\mu)T = \frac{\chi}{B} G^{-\gamma} S \sum_{j=1}^N (1-\delta)^{-\gamma(j-1)} \quad (32)$$

따라서 재정사업하에서의 최적 공공자본스톡의 규모(G^*)와 최적 공공서비스 수준(S^*)은 다음과 같이 결정된다.

¹³ 운영단계 j 에서 공공서비스 생산에 투입되는 시간 λ_j 는 $\lambda_j = \frac{(1-\delta)^{-\gamma(j-1)}}{\sum_{\ell}(1-\delta)^{-\gamma(\ell-1)}}(1-\mu)\frac{\tau}{1+\tau}$.

¹⁴ 식 (15)=식 (19), 식 (16)=식 (20)을 통해 얻을 수 있다.

$$G^* = \left(\frac{A}{\chi} \right) \mu T \quad (33)$$

$$S^* = \frac{BG^{*\gamma}}{\chi D} (1 - \mu) T \quad (34)$$

여기서 $D = \sum_{j=1}^N (1 - \delta)^{-\gamma(j-1)}$ 이다. 공공자본스톡의 규모와 공공서비스 수준을 결정하는 가장 중요한 요소는 기술수준 A 와 B 임을 알 수 있다. 최종재 생산의 기술수준으로 평가한 공공자본스톡 생산의 상대적 기술수준 A/χ 가 높을수록, 그리고 공공서비스 생산의 상대적 기술수준 B/χ 가 높을수록 동일한 정부 재정으로 더 많은 규모의 공공자본스톡과 공공서비스를 생산할 수 있다.¹⁵

2. 최적 재정정책

모든 프로젝트에 대해 각 단계에서 공급되는 공공서비스의 수준이 동일하므로 대표적 가계의 효용함수(식 (10))를 보다 단순하게 표현할 수 있다.

$$\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \{ \ln C_{f,t} + \theta N \ln S_t \} \quad (10a)$$

제약식은

$$C_{f,t} + I_t = \left(\frac{\chi}{1 + \tau} \right) K_t^\alpha \quad (11a)$$

$$K_{t+1} = I_t + (1 - \delta_K) K_t \quad (12)$$

여기서 $k_t = K_t$ 를 이용하였다. 이하에서의 분석은 모형 경제의 정상상태에서 이루어진다.

가. 자본의 감가상각률 δ_K 가 1일 때

가계가 보유하고 있는 자본스톡 K 의 감가상각률을 1이라고 가정하면 대표적 가계의

¹⁵ 각주 (10)에서 $\phi = \chi/A$ 임을 보였다. 공공자본스톡의 가격이 한계비용과 동일하므로 χ/A 는 곧 공공자본스톡의 가격이 된다. 동일하게 j 번째 단계의 공공서비스 가격 q_j 는 χ/B_j 이다.

t 기 제약식은 다음과 같다.

$$C_{f,t} + K_{t+1} = \left(\frac{\chi}{1+\tau} \right) K_t^\alpha \quad (11b)$$

최종재와 공공서비스의 소비에 대한 효용함수가 로그함수이고 생산기술이 콥-더글라스 생산함수이며 자본과 노동에 대한 세율이 동일할 때 자본의 감가상각률이 1이라면 대표적 가계의 최적 자본과 최적 소비는 다음과 같다.

$$K' = \beta \alpha \left(\frac{\chi}{1+\tau} \right) K^\alpha \quad (35)$$

$$C_f = (1 - \beta \alpha) \left(\frac{\chi}{1+\tau} \right) K^\alpha \quad (36)$$

시간을 나타내는 아래첨자는 생략했으며 K' 은 다음 기 초의 자본스톡을 가리킨다. 정부의 재정수입 $T = \tau/(1+\tau)\chi K^\alpha$ 이므로 정부의 공공자본스톡의 규모 및 매기 동일하게 공급되는 정부의 공공서비스 수준을 (τ, μ, K) 의 함수로 찾을 수 있다.¹⁶

$$G^*(\tau, \mu, K) = A\mu \frac{\tau}{1+\tau} K^\alpha \quad (33a)$$

$$S^*(\tau, \mu, K) = \frac{A^\gamma B}{D} \mu^\gamma (1-\mu) \left(\frac{\tau}{1+\tau} \right)^{1+\gamma} K^{(1+\gamma)\alpha} \quad (34a)$$

정부의 최적 재정정책에 대한 함의를 찾기 위하여 대표적 가계의 문제를 함수방정식 (functional equation)의 형태로 표현한다. 이때 함수방정식도 정부의 정책변수 τ 와 μ , 그리고 자본스톡 K 의 함수로 표현된다. 재정사업을 통해 공공서비스를 제공하는 정부의 문제는 정책변수 τ 와 μ 를 선택하여 대표적 가계의 가치함수를 극대화하는 것이다.

$$V(\tau, \mu, K) = \ln C_f + \theta N \ln S^*(\tau, \mu, K) + \beta V(\tau, \mu, K') \quad (37)$$

제약식은

16 $T = \tau Y$ 이고 $Y = \chi K^\alpha / (1+\tau)$ 라는 사실을 이용했다.

$$K' = \beta\alpha\left(\frac{\chi}{1+\tau}\right)K^\alpha \quad (35)$$

$$C_f = (1-\beta\alpha)\left(\frac{\chi}{1+\tau}\right)K^\alpha \quad (36)$$

$$S^*(\tau, \mu, K) = \frac{A^\gamma B}{D} \mu^\gamma (1-\mu) \left(\frac{\tau}{1+\tau}\right)^{1+\gamma} K^{(1+\gamma)\alpha} \quad (34a)$$

대표적 가계에 의해 극대화된 가치함수 $V(\tau, \mu, K)$ 는 다음과 같은 형태로 표현된다.¹⁷

$$\begin{aligned} V(\gamma, \mu, K) = & \Delta + \frac{N\theta(1+\gamma)}{1-\beta} \ln(\gamma) - \frac{1+N\theta(1+\gamma)}{(1+\beta)(1-\beta\alpha)} \ln(1+\gamma) \\ & + \frac{N\theta\gamma}{1-\beta} \ln(\mu) + \frac{N\theta}{1-\beta} \ln(1-\mu) + \alpha \frac{1+N\theta(1+\gamma)}{1-\beta\alpha} \ln(K) \end{aligned} \quad (37a)$$

가치함수로부터 확인할 수 있는 사실은 정부의 정책변수 τ 와 μ 가 서로 독립적이라는 점이다. 가치함수를 극대화하는 세율 τ 와 공공자본스톡에 투입되는 비율 μ 의 조합은 다음과 같다.

$$\tau^* = \frac{(1-\beta\alpha)N\theta(1+\gamma)}{1+\beta\alpha N\theta(1+\gamma)} \quad (38)$$

$$\mu^* = \frac{\gamma}{1+\gamma} \quad (39)$$

가치함수를 극대화하는 최적 세율 τ^* 가 0과 1 사이의 값을 갖기 위해서는 다음의 조건이 성립해야 한다.

$$0 < \theta < \frac{1}{N(1-2\beta\alpha)(1+\gamma)} \quad (40)$$

최적 세율 τ^* 는 공공자본스톡의 기여도 γ , 효율함수 가중치 θ , 그리고 공공자본스톡의 내구연한(또는 공공서비스의 종류) N 에 의해 결정된다. 최적 세율 τ^* 를 통해 알 수 있듯이 γ , θ , 그리고 N 이 커질수록 최적 세율도 상승한다. 한 단위의 공공자본스톡으로 보다 많은 공공서비스를 생산할 수 있다면 정부는 최적 세율을 높인다. 대표적 가계

¹⁷ $\Delta \equiv \frac{1}{1-\beta} \left\{ \ln(1-\beta\alpha)\chi + \beta\alpha \frac{1+N\theta(1+\gamma)}{1-\beta\alpha} \ln(\beta\alpha\chi) + N\theta \ln(A^\gamma B) \right\} - \frac{N\theta}{1-\beta} \ln D$

가 공공서비스로부터 얻는 효용에 보다 큰 비중을 두게 된다면 정부는 최적 세율을 높인다. 마지막으로 공공자본스톡의 수명이 길어지거나 정부가 제공하는 공공서비스의 종류가 많아지면 최적 세율은 상승한다.

나. 자본의 감가상각률 δ_K 가 1보다 작을 때

자본의 감가상각률 δ_K 가 1보다 작은 경우 대표적 가계의 t 기 제약식은 다음과 같다.

$$C_{f,t} + K_{t+1} = \left(\frac{\chi}{1+\tau} \right) K_t^\alpha + (1 - \delta_K) K_t \quad (11c)$$

정상상태에서의 자본스톡은 대표적 가계의 1계 조건(Euler equation)으로부터 얻을 수 있다.

$$K_{ss} = \left(\frac{\beta \alpha \chi}{(1+\tau)(1 - \beta(1 - \delta_K))} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (35a)$$

정상상태에서 대표적 가계 소비는

$$C_{ss} = \left(\frac{\chi}{1+\tau} \right) K_{ss}^\alpha - \delta_K K_{ss} \quad (36a)$$

최적 재정정책은 다음을 만족시킨다.

$$(\tau, \mu) = \arg \max V(\tau, \mu) \quad (41)$$

여기서 가치함수는

$$V(\tau, \mu) = \ln C_{ss} + \theta N \ln S_{ss}^*(\tau, \mu) + \beta V(\tau, \mu) \quad (37b)$$

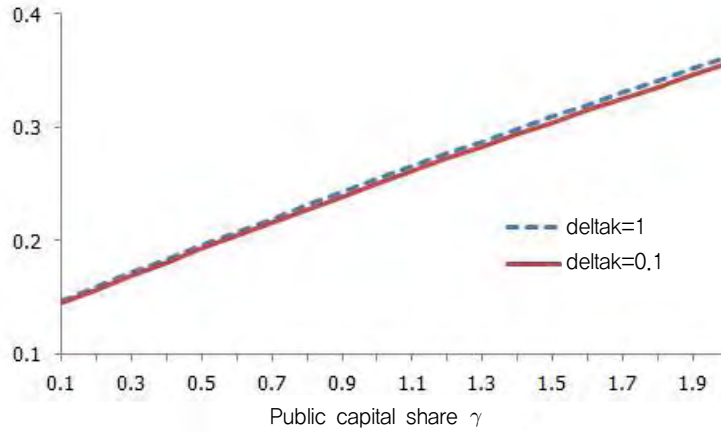
제약식은

$$K_{ss} = \left(\frac{\beta \alpha \chi}{(1+\tau)(1 - \beta(1 - \delta_K))} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (35a)$$

$$C_{ss} = \left(\frac{\chi}{1+\tau} \right) K_{ss}^\alpha - \delta_K K_{ss} \quad (36a)$$

$$S_{ss}^*(\tau, \mu) = \frac{A^\gamma B}{D} \mu^\gamma (1 - \mu) \left(\frac{\tau}{1+\tau} \right)^{1+\gamma} (K_{ss})^{(1+\gamma)\alpha} \quad (34a)$$

[Figure 1] Optimal Tax Rate



대표적 가계의 가치함수를 극대화하는 정책변수 τ 와 μ 의 조합은 수치분석(numerical analysis)을 통해 찾을 수 있다. 그런데 공공자본스톡에 투입되는 비율 μ 는 정부의 공공서비스 수준 $S_{ss}^*(\tau, \mu)$ 에만 나타나고 대표적 가계는 로그 효용함수를 갖기 때문에 자본스톡의 감가상각률 δ_K 와 관계없이 항상 $\mu^* = \gamma/(1 + \gamma)$ 가 된다는 것을 알 수 있다. 공공자본스톡의 기여도 γ 에 따라 최적 세율을 계산한 결과는 [Figure 1]과 같다.¹⁸ 정상 상태에 초점을 맞추고 있는 본 연구의 특성상 자본스톡의 감가상각률 δ_K 가 최적 세율에 미치는 영향은 크지 않다.

IV. 민간투자사업

본 장에서는 동일한 모든 사업들이 민간투자사업으로 수행될 경우의 공공서비스 수준과 대표적 가계의 후생수준을 평가한 뒤, 제III장에서 논의한 재정사업하에서의 후생수준과 비교한다.

공공자본의 건설과 운영을 담당하는 민간사업자들에 대한 가정은 다음과 같다.

¹⁸ 모든 생산함수의 기술수준은 1로 동일하고, N 은 20, 자본의 기여도 α 는 0.3, 공공자본스톡의 감가상각률 δ 는 0.1, 할인인자 β 는 0.9709, 효용함수 파라미터 θ 는 0.01로 설정하여 γ 가 1, 감가상각률 δ_K 가 0.1일 때 최적 세율이 25% 수준이 되도록 하였다.

〈가정 4〉 민간사업자는 차입제약에 직면하지 않고 자본시장으로부터 시장이자율로 차입하는 것이 용이하다.

현실적으로 정부가 재정사업을 통해 공공서비스를 제공하는 경우 그에 따른 비용은 국공채 발행을 통해 조달할 수 있다. 이 경우 정부의 국공채는 무위험자산이므로 민간사업자보다 낮은 금리로 자본을 조달할 수 있다. 따라서 민간사업자가 자본시장으로부터 정부와 동일한 금리로 차입한다는 가정은 현실과 차이가 있음을 밝혀 둔다.

1. 민간사업자가 제공하는 상대적 공공서비스 수준

민간사업자의 이윤함수를 t 기 현재가치로 표현하면 다음과 같다.

$$\pi_t = \sum_{j=0}^N \left(\beta \frac{C_{f,t+j}}{C_{f,t+j+1}} \right)^j R - C_t^c - \sum_{j=1}^N \left(\beta \frac{C_{f,t+j}}{C_{f,t+j+1}} \right)^j C_{t+j,j}^o \quad (42)$$

여기서 R 은 $N+1$ 기간 동안 매기 정부로부터 받는 임대료이다. 모든 공공서비스가 민간투자사업에 의해 추진된다고 할 때 한 기간에 발생하는 정부 임대료의 총합은 $R(N+1)$ 이 된다. 정부는 매기 균형예산을 달성해야 하므로 각 민간사업자에게 지급하는 임대료 R 은 다음과 같다.

$$R = \frac{T}{N+1} \quad (43)$$

대표적 가계가 차입제약 문제에 직면하지 않았다면 기업의 할인율은 대표적 가계의 소비의 기간 간 한계대체율과 같다. 본 모형과 같이 성장하는 변수가 없는 경우 정상상태에서 기업의 할인율은 β 와 같다. 자유진입조건을 가정하면 민간사업자의 현재가치로 나타낸 이윤은 0이 되므로 서비스 수준은 다음과 같이 결정된다.¹⁹

$$S = \left(\frac{B}{\chi \tilde{D}} \right) G^\gamma \left[\frac{\tilde{\beta}}{N+1} T - \left(\frac{\chi}{A} \right) G \right] \quad (44)$$

여기서 $\tilde{\beta}$ 는 $\sum_{j=0}^N \beta^j$ 이고, \tilde{D} 는 $\sum_{j=1}^N \beta^j (1-\delta)^{-\gamma(j-1)}$ 이다. 여기서는 매기 정부가

19 민간사업자의 비용함수 식 (19)와 식 (20)을 민간사업자의 이윤함수에 대입하여 정리한 후 자유진입조건을 가정하면 서비스 수준을 도출할 수 있다.

지급하는 임대료 $R = T/(N+1)$ 을 사용하였다.

2. 민간투자사업하에서의 최적 재정정책

정부의 공공서비스가 민간투자사업에 의해 공급될 때 정부가 선택해야 하는 정책변수는 공공자본스톡 수준 G 와 세율 τ 다. 이와 같은 정부의 문제는 두 단계로 나누어 볼 수 있다. 정부는 첫 번째 단계에서 세율 τ 가 주어졌을 때 공공서비스 수준 S 를 극대화하는 공공자본스톡 수준을 선택한다. 따라서 최적 공공자본스톡 수준은 세율 τ 와 민간이 보유하고 있는 자본 K 의 함수로 표현된다. 두 번째 단계에서는 대표적 가계의 효용을 극대화하는 세율 τ 를 선택한다.

가. 공공자본스톡의 선택

첫 번째 단계에서 정부의 문제는 민간사업자가 제공하는 공공서비스 수준(식 (44))을 극대화하는 공공자본스톡을 선택하는 것이다.²⁰ 최적 공공자본스톡 \hat{G} 는

$$\hat{G} = \nu A \left(\frac{\gamma}{1+\gamma} \right) \left(\frac{\tau}{1+\tau} \right) K^\alpha \quad (45)$$

여기서 ν 는 $\tilde{\beta}/(N+1)$ 로서 1보다 작다.²¹

모든 공공서비스가 민간투자사업으로 추진될 때, 주어진 세율하에서 정부가 선택하는 최적 공공자본스톡의 수준 \hat{G} 을 재정사업에서의 공공자본스톡 수준 G^* (식 (33a))와 비교해 보자. 재정사업으로 추진될 때 공공자본스톡에 투입되는 정부의 최적 재정비율 μ^* 는 $\gamma/(1+\gamma)$ 와 같았다. 따라서 정부가 재정사업으로 추진할 때와 민간투자사업으로 추진할 때의 세율이 동일하고 민간자본스톡의 규모가 같다면, ν 가 1보다 작기 때문에 민간투자사업으로 추진할 때의 공공자본스톡 규모가 더 작다는 사실을 알 수 있다.

최적 공공자본스톡 수준 \hat{G} 이 결정되면 식 (44)로부터 가장 높은 수준의 공공서비스

²⁰ $\left(\frac{B}{\chi D} \right) G^\gamma \left[\frac{\tilde{\beta}}{N+1} \left(\frac{\tau}{1+\tau} \right) \chi K^\alpha - \left(\frac{\chi}{A} \right) G \right]$ 를 극대화하는 G 를 선택하는 것이다. 여기서 정부의 조세수입 T 가 $\tau/(1+\tau)\chi K^\alpha$ 와 같다는 것을 이용한다.

²¹ $\tilde{\beta} = \sum_{j=0}^N \beta^j < \sum_{j=0}^N (1)^j = N+1$

수준을 찾을 수 있다.

$$\hat{S} = \nu^{1+\gamma} \left(\frac{D}{\bar{D}} \right) \frac{A^\gamma B}{D} \left(\frac{\gamma}{1+\gamma} \right)^\gamma \left(\frac{1}{1+\gamma} \right) \left(\frac{\tau}{1+\tau} \right)^{1+\gamma} K^{\tau(1+\gamma)\alpha} \quad (46)$$

재정사업과 민간투자사업의 두 제도하에서 정부의 세율 τ 가 동일하다고 가정해 보자.²² 그러면 앞서 언급한 바와 같이 μ 는 $\gamma/(1+\gamma)$ 와 동일하므로 \hat{S} 과 S^* (재정사업으로 추진될 때의 공공서비스 수준)의 관계는 다음과 같다.

$$\hat{S} = \nu^{1+\gamma} \left(\frac{D}{\bar{D}} \right) S^* = \left(\frac{\sum_{j=0}^N \beta^j}{N+1} \right)^{1+\gamma} \frac{\sum_{j=1}^N (1-\delta)^{-\gamma(j-1)}}{\sum_{j=1}^N \beta^j (1-\delta)^{-\gamma(j-1)}} S^* \quad (46a)$$

따라서 민간투자사업으로 추진될 때 상대적 공공서비스 수준 \hat{S}/S^* 는 대표적 가계의 할인인자 β , 공공자본스톡의 감가상각률 δ , 공공서비스가 제공되는 기간 N , 그리고 공공자본스톡의 공공서비스에 대한 기여도 γ 에 의해 결정된다.

[Figure 2]와 [Figure 3]은 공공자본스톡의 기여도 $\gamma = 1$, 공공자본스톡의 감가상각률 $\delta = 0.1$, 대표적 가계의 할인인자 $\beta = 0.9709$, 그리고 공공자본스톡의 내구연한 $N = 20$ 년을 기준으로 하여 각각의 파라미터들이 변할 때 민간투자사업의 상대적 공공서비스 수준의 변화를 보여준다.²³

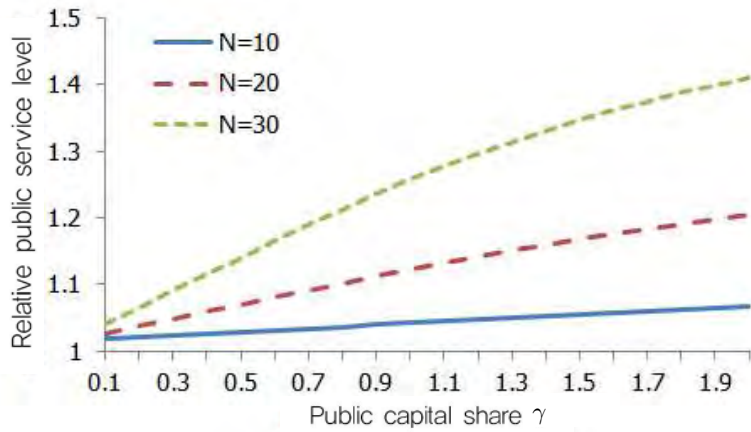
[Figure 2]는 자본스톡의 기여도 γ 가 0.1에서 2 사이일 때 민간투자사업의 상대적 공공서비스 수준을 보여준다. 공공서비스 생산에서 공공자본스톡의 기여도가 0.5일 때 공공자본스톡의 내구연한이 10년이라면 민간투자사업의 공공서비스 수준은 재정사업보다 약 2.9%가량 높고 내구연한이 20년이라면 약 7.0%가량, 내구연한이 30년이라면 14.0%가량 높다.

[Figure 3]은 공공자본스톡의 감가상각률 δ 가 1%에서 20% 사이일 때 민간투자사업의 상대적 공공서비스 수준을 보여준다. 공공자본스톡의 감가상각률이 10%일 때 $N = 10$ 이면 민간투자사업의 공공서비스 수준은 재정사업보다 약 4.2%가량 높고 $N = 20$ 이면 약 12.2%가량, $N = 30$ 이면 25.7%가량 높다.

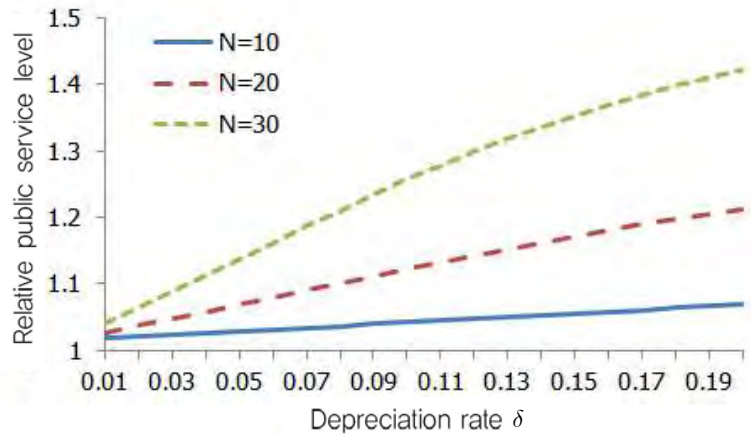
22 실제로 대표적 가계의 효용을 극대화하는 세율은 동일하다.

23 $\beta = 0.9709$ 는 연평균 실질이자율이 3%와 동일하다.

[Figure 2] Public Capital Share



[Figure 3] Depreciation Rate of Public Capital Stock



나. 최적 세율의 선택($\delta_K = 1$)

정부는 두 번째 단계에서 대표적 가계의 소비와 최적 공공서비스 수준이 주어졌을 때 대표적 가계의 가치함수를 극대화하는 세율 τ 를 선택한다.

$$V(\tau, K) = \ln C_f + \theta N \ln S + \beta V(\tau, K') \quad (47)$$

여기서 대표적 가계의 민간자본스톡과 소비는 각각 식 (35), (36)과 같고 최적 공공서

비스 수준은 \hat{G} 와 같다. 재정사업에서의 마찬가지로 가치함수 $V(\tau, K)$ 는 정부의 정책 변수 τ 와 자본스톡 K 의 함수로 표현된다.²⁴

$$V(\tau, K) = \Gamma + \frac{N\theta(1+\gamma)}{1-\beta} \ln \tau - \frac{1+N\theta(1+\gamma)}{(1-\beta)(1-\beta\alpha)} \ln(1+\tau) + \alpha \frac{1+N\theta(1+\gamma)}{1-\beta\alpha} \ln K \quad (47a)$$

가치함수를 극대화하는 최적 세율은 재정사업으로 추진할 때와 동일하다.

$$\delta_K \text{가 1일 때 } \tau^* = \frac{(1-\beta\alpha)N\theta(1+\gamma)}{1+\beta\alpha N\theta(1+\gamma)} \quad (38)$$

재정사업과 민간투자사업의 차이는 공공서비스 수준의 차이를 통해 나타나지만 대표적 가계가 공공서비스 수준에 대해 로그 효용함수를 갖기 때문에 δ_K 가 1보다 작을 때에도 최적 세율에 대한 함의는 동일하다.

3. 재정사업과 민간투자사업의 후생 비교 및 논의

앞에서 재정사업과 민간투자사업에서의 대표적 가계의 가치함수를 살펴보았다. 재정사업의 경우 대표적 가계의 가치함수와 민간투자사업에서의 가치함수의 차이를 재정사업과 민간투자사업 사이의 후생수준 차이로 정의한다. 두 가치함수 식 (37a)와 식 (47a)의 차이는 다음과 같다.

$$\text{민자사업} - \text{재정사업} = \frac{N\theta}{1-\beta} \left\{ (1+\gamma) \ln \nu + \ln \left(\frac{D}{\tilde{D}} \right) \right\} > 0 \quad (48)$$

괄호 안의 값이 0보다 크다면 민간투자사업으로 추진할 때 대표적 가계의 후생이 더 크다고 할 수 있다. 그런데 앞서 논의한 바와 같이 적정한 범위의 모수값에서 민자사업은 보다 높은 후생을 보장할 수 있다.

24 $\Gamma = \frac{1}{1-\beta} \left\{ \ln(1-\beta\alpha)\chi + \beta\alpha \frac{1+N\theta(1+\gamma)}{1-\beta\alpha} \ln(\beta\alpha\chi) + N\theta \ln(A^\gamma B) \right\}$
 $+ \frac{N\theta}{1-\beta} \left\{ \gamma \ln \left(\frac{\gamma}{1+\gamma} \right) + \ln \left(\frac{1}{1+\gamma} \right) + (1+\gamma) \ln \nu - \ln \tilde{D} \right\}$

V. 민간투자사업 추진의 효과

본 장에서는 재정사업을 통해 공공서비스를 제공하던 정부가 일부 사업을 민간투자사업으로 전환할 때 모형 경제에 미치는 영향을 살펴본다. 특히 재정사업 가운데 일부를 민간투자사업으로 전환할 때 정부는 재정부담을 일부 덜 수 있고 그로 인해 절감된 재정을 민간투자사업자에게 지불할 비용, 즉 임대료로 간주한다는 점에서 김재형 외(2006)와 Maskin and Tirole(2008)의 논의와 일관성을 유지한다. 본 장에서는 민간투자사업으로의 전환을 통해 절감한 예산을 미래의 비용으로 고려하지 못할 경우 발생할 수 있는 문제를 논의한다.²⁵

논의에 앞서 정부가 효과적으로 대응할 경우 예상되는 결과를 간략히 언급하고자 한다. 우선 정부가 모든 공공서비스를 재정사업을 통해 공급하고 있다고 가정해 보자. 매 시점마다 노후시설을 교체하기 위해 신규투자를 시행해야 하는데, 그 비용은 $T\gamma/(1+\gamma)$ 와 같다. 한편, 해당 사업을 민간투자사업으로 추진한다면 민간투자사업자에게 $N+1$ 기간 동안 임대료 R 을 지급하는 내용의 계약을 체결해야 하는데, 이때 임대료 수준은 $T/(N+1)$ 이다. 공공자본스톡의 공공서비스 기여도 γ 가 지나치게 작지 않다면 정부가 민간사업자에게 지불해야 하는 임대료 수준은 정부가 공공자본스톡 건설에 사용하는 비용보다 작다.

정부가 내구연한이 도래한 노후시설을 민간투자사업을 통해 신축하여 공공서비스를 공급하려 한다면 당해 예산을 절감할 수 있을 뿐 아니라 민간에 공급되는 공공서비스 수준도 향상시킬 수 있다. 그러나 정부는 일정 기간 민간사업자에게 임대료를 지불해야 하므로 미래에 발생할 비용에 대한 준비를 반드시 해야 한다. 정부가 먼 미래에 발생할 비용을 예상하여 합리적으로 대응한다면 재정사업을 민간투자사업으로 전환할 때 예산 절감과 함께 더 높은 공공서비스를 민간에 제공함으로써 민간의 효용을 증대시킬 수 있다. 그러나 근시안적인 대응은 앞으로 살펴볼 문제들을 야기할 수 있다.

25 김재형 외(2006)에서 논의한 외부효과, 즉 민간투자사업을 통해 절감한 예산을 보다 생산적인 곳에 투자하여 경제 전체의 총생산을 높이는 효과는 고려하지 않는다.

1. 일정 비율의 프로젝트가 민간투자사업으로 추진되는 경우

정부가 재정사업 가운데 일부를 민간투자사업으로 전환하는 경우를 살펴본다. 재정사업에 의해 공급되던 공공서비스 가운데 일부 시설이 노후되어 신규투자가 필요하다고 해보자. 이러한 시설에 대한 신규투자를 민간투자사업으로 추진할 경우 앞 장에서 살펴본 바와 같이 정부는 예산 일부를 절감할 수 있다. 그런데 정부가 미래에 민간투자사업자에게 지불할 비용을 고려하지 않고 현재 절감한 예산을 모두 사용하여 민간투자사업에 투자하는 경우를 살펴본다. 본 절에서는 이와 같은 경우를 ‘근시안적(myopic) 민간투자사업의 확대’라고 부른다.

정부는 N 개의 공공서비스를 재정사업을 통해 공급하고 있다. 어느 t 기에 기존 공공자본스톡 가운데 하나를 새로 교체해야 하는데 이를 민간투자사업으로 추진하려 한다. 만약 공공자본스톡을 재정사업으로 추진한다면 μT 의 재정을 투입해야 한다.

〈가정 5〉 정부는 신규 공공자본스톡 건설사업에 투입될 모든 예산을 민간투자사업에 투입한다. 따라서 $N+1$ 기간 동안 매기 민간투자사업에 지출해야 하는 임대료는 μT 와 같다.

정부의 임대료 R 이 주어졌을 때 식 (44)로부터 서비스 수준을 극대화하는 민간투자사업자의 공공자본스톡 규모를 다음과 같이 얻을 수 있다.

$$\hat{G}(R) = \tilde{\beta} \left(\frac{A}{\chi} \right) \mu R \quad (49)$$

여기서 μ 는 $\gamma/(1+\gamma)$ 이므로 γ 가 증가하면 재정사업에서 자본스톡 건설에 투입되는 재정비율이 상승한다. 따라서 정부가 민간투자사업을 시행할 때 민간사업자에게 지불하는 임대료 수준이 높아져 \hat{G} 은 증가한다.

민간투자사업이 완전경쟁적이고 진입이 자유롭기 때문에 주어진 임대료 수입에서 $\hat{G}(R)$ 이 결정되면 민간투자사업자가 민간에 공급할 공공서비스 수준도 결정된다.

$$\hat{S}(R) = \tilde{\beta} \left(\frac{B \hat{G}^\gamma}{\chi \tilde{D}} \right) (1 - \mu) R \quad (50)$$

여기서 $\hat{S}(R)$ 은 $\hat{G}(R)$ 과 달리 γ 가 증가하면 감소함을 확인할 수 있다.

$t+1$ 기에 μT 는 임대료의 형태로 민간투자사업자에게 지급되므로 나머지 $(1-\mu)T$ 가운데 일부를 재정사업의 신규 공공자본스톡 건설에 투입하고 나머지를 재정사업의 공공서비스 공급에 투입한다. 신규 공공자본스톡 건설에 투입되는 재정비율을 g 로 나타내면 정부의 공공자본스톡 수준은 G^* (식 (33))를 사용하여 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$G = \left(\frac{A}{\chi} \right) g(1-\mu)T \quad (51)$$

경제 전체에 모두 $N-1$ 개의 재정사업이 추진되고 있다고 하자. t 기에 새로운 공공자본스톡의 건설은 민간투자사업으로 추진되므로 가장 최근에 건설된 공공자본스톡은 $t-1$ 기에 건설된 것이다. 따라서 정부가 지출해야 하는 총운영비용은 $j=2$ 부터 N 까지의 운영비용의 합이 된다.²⁶ 그리고 총운영비용은 정부의 지출규모 $(1-g)(1-\mu)T$ 와 같아야 한다. 따라서 $t+1$ 기의 $N-1$ 개 재정사업의 공공서비스 수준을 찾으면 다음과 같다.

$$S(1) = \frac{BG^\gamma}{\chi \sum_{j=2}^N (1-\delta)^{-\gamma(j-1)}} (1-g)(1-\mu)T \quad (52)$$

여기서 $S(1)$ 은 전체 N 개의 프로젝트 가운데 1개의 프로젝트가 민간투자사업으로 추진될 때 한 기간 후 재정사업의 공공서비스 수준을 나타낸다. $S(h)$ 는 1개의 프로젝트가 민간투자사업으로 추진되었을 때 h 기간 후 정부가 민간에 제공하는 공공서비스 수준을 가리킨다고 정의한다.

앞서 논의한 바와 같이 최적 재정정책의 함의를 찾기 위해서는 대표적 가계의 가치함수를 극대화시키는 g 를 찾아야 한다. 그러나 본 절에서는 다음과 같은 가정을 통해 문제를 단순화하고자 한다.

〈가정 6〉 정부는 재정사업으로 추진할 때의 공공자본스톡의 규모 G^* 를 계속해서 건설한다. 즉, 신규 공공자본스톡 건설에 투입되는 재정비율 g 는 γ 와 같다.

26 재정사업의 공공자본스톡 규모가 G 일 때 j 번째 운영단계에서 공공서비스 수준 S 를 공급하기 위한 운영비용은 식 (20)을 이용해서 $(\chi/B)(1-\delta)^{-\gamma(j-1)}G^{-\gamma}S$ 라고 나타낼 수 있다. 그러면 $j=2$ 부터 N 까지의 운영비용의 합은 $\left(\frac{\chi}{B} \right) G^{-\gamma} S \sum_{j=2}^N (1-\delta)^{-\gamma(j-1)}$ 과 같다.

재정사업하에서 최적 공공자본스톡 $G^* \left(= \frac{A}{\chi} \mu T \right)$ 와 식 (51)을 비교하면 $g(1-\mu)=\mu$ 가 만족되어야 함을 알 수 있다. 그런데 최적 재정정책 $\mu^*=\gamma/(1+\gamma)$ 이므로 조건 $g=\gamma$ 는 자연스럽게 충족된다. 그러면 민간투자사업 추진 이후 첫 번째 기간의 $N-1$ 개 재정사업의 공공서비스 수준 $S(1)$ 은 다음과 같다.

$$S(1)=\frac{BG^{*\gamma}}{\chi(D-1)}(1-\gamma)(1-\mu)T \quad (52a)$$

지금까지 어떤 프로젝트가 t 기에 민간투자사업으로 추진될 때 $t+1$ 기의 재정사업의 공공서비스 수준에 대해 논의하였다. 이제 이러한 논의를 일반화시켜서 어떤 프로젝트가 t 기에 민간투자사업으로 추진되고 정부는 $t+1$ 기부터 신규 공공자본스톡 건설에 $g(=\gamma)$ 의 재정을 투입한다면 $t+h$ 에 공급되는 재정사업의 공공서비스 수준은 다음과 같다.

$$S(h)=\frac{BG^{*\gamma}}{\chi\{D-(1-\delta)^{-\gamma(h-1)}\}}(1-\gamma)(1-\mu)T \quad (52b)$$

여기서 $h=1,\dots,N$ 이고, $S(h)$ 는 γ 의 증가함수이다.

대표적 가계가 정부의 공공서비스 공급으로부터 얻는 효용은 시간에 따라 변화한다. t 기에는 모든 공공서비스가 재정사업을 통해 공급되기 때문에 대표적 가계가 공공서비스로부터 얻는 효용은 $N\ln S^*$ 와 같다.²⁷ $t+1$ 기에는 $N-1$ 개의 공공서비스가 재정사업을 통해 공급되고 1개의 공공서비스는 민간투자사업을 통해 공급된다. 그러면 대표적 가계가 공공서비스로부터 얻는 효용은 $(N-1)\ln S(1)+\ln \hat{S}$ 이다. 따라서 각각의 서비스 수준 \hat{S} 과 $S(1)$ 은 각각 식 (50)과 식 (52a)와 같다. $t+h$ 에 대표적 가계가 공공서비스로부터 얻는 효용은 $(N-1)\ln S(h)+\ln \hat{S}$ 가 된다. 여기서 h 는 1부터 N 까지의 값을 갖는다.

가. 재정사업과 대표적 가계의 효용

N 기간 동안 모든 공공서비스가 재정사업에 의해 추진될 때의 대표적 가계의 효용과 전체 프로젝트 가운데 $1/N$ 의 프로젝트만 민간투자사업으로 추진될 때의 대표적 가계

²⁷ 민간자본스톡 K 가 정상상태 수준에 있다고 가정한다. 민간자본스톡이 정상상태 수준에 있다면 정부의 조세수입 T 는 시간에 대해 불변이다.

의 효용을 비교한다. 우선 민간자본스톡의 규모 K 는 정상상태 수준에 있다고 가정하고 K 의 운동법칙으로부터 정상상태에서의 K 와 정상상태에서의 민간소비를 구한다.

$$K_{ss} = \left(\frac{\beta\alpha\chi}{(1+\tau)(1-\beta(1-\delta_K))} \right)^{1/(1-\alpha)} \quad (35a)$$

$$C_{ss} = \frac{(1-\beta\alpha)\chi}{1+\tau} K_{ss}^\alpha - \delta_K K_{ss} \quad (36a)$$

정상상태에서 재정사업의 경우 정부의 조세수입은 $T = \tau/(1+\tau)\chi K_{ss}^\alpha$ 이다. 공공자본스톡의 규모, 공공서비스 수준, 정부의 최적 재정정책 τ 및 μ 가 주어지면 $N+1$ 기간 동안 대표적 가계가 얻는 효용 U^* 는 다음과 같다.

$$U^* = \frac{1-\beta^{N+1}}{1-\beta} (\ln C_{ss} + N\theta \ln S^*) \quad (53)$$

나. 민간투자사업과 대표적 가계의 효용

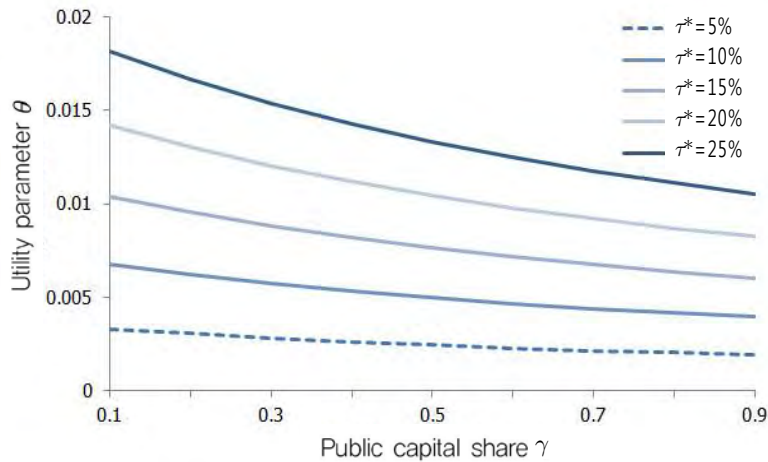
전체 프로젝트 가운데 한 개의 프로젝트가 민간투자사업으로 추진될 때의 대표적 가계의 효용을 계산한다. 한 개의 프로젝트가 $t+1$ 기에 민간투자사업으로 추진된다면 해당 프로젝트로부터 대표적 가계가 얻는 공공서비스에 대한 효용수준은 $\ln \hat{S}$ 과 같다. 그리고 여타 프로젝트는 재정사업으로 추진되므로 그에 따른 효용수준은 $\ln S(h)$ 와 같다. 정부의 정책변수 τ 와 μ 는 전과 동일하므로 대표적 가계의 $N+1$ 기간 효용을 \hat{U} 이라고 하면 다음과 같다.

$$\hat{U} = \ln C_{ss} + N\theta \ln S^* + \sum_{h=1}^N \beta^h \{ \ln C_{ss} + \theta(N-1) \ln S(h) + \theta \ln \hat{S} \} \quad (54)$$

다. 정량분석을 통한 효용수준의 비교

모든 프로젝트가 재정사업으로 추진되는 경우 $N+1$ 기간 동안 대표적 가계가 얻는 효용은 U^* 와 같다. 한편, 한 개의 프로젝트만 민간투자사업으로 추진되고 정부가 절감한 예산 전부를 민간투자사업의 임대료로 사용하는 경우 $N+1$ 기간 동안 대표적 가계가 얻는 효용은 \hat{U} 과 같다.

[Figure 4] Weight Parameter of Utility Function, θ



공공자본스톡이 공공서비스를 생산하는 데 어느 정도 기여하는가를 보여주는 파라미터 γ 에 따라 효용이 변화할 수 있음을 고려하여 γ 에 따른 효용 차이를 분석한다. 우선 파라미터 γ 가 증가할 때 최적 세율이 각각 5%, 10%, 15%, 20%, 25%가 되기 위한 효용함수의 가중치 θ 는 [Figure 4]와 같이 γ 가 증가할수록 감소한다.

이러한 효용수준의 비교는 파라미터 값의 차이에 크게 의존하게 된다. 우선 기술수준을 나타내는 파라미터 A , B , 그리고 χ 는 모두 1로 동일하다고 가정하여 부문 간 기술수준의 차이는 고려하지 않는다. 대표적 가계의 할인인자는 0.9709로 둔다. 생산함수의 자본의 기여도 α 는 0.3, 공공자본스톡의 수명은 20년, 연평균 감가상각률은 10%로 가정하였다. 따라서 결정되어야 하는 중요한 파라미터로 공공자본스톡의 기여도 γ 와 대표적 가계의 공공서비스에 대한 효용함수 가중치 θ 가 있다.

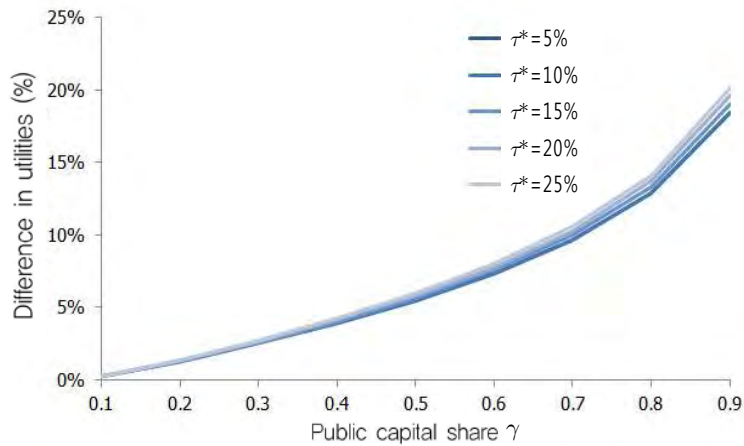
우선 적절한 θ 를 선택하는 것은 불가능하다. 따라서 모형 경제의 최적 세율이 5~25%가 되도록 효용함수의 가중치 θ 를 선택한다. 그런데 최적 세율이 γ 에 의존하기 때문에 최적 세율 τ^* 가 10% 수준이라고 할지라도 γ 가 변한다면 효용함수의 가중치 θ 도 함께 변한다. 따라서 γ 와 τ^* 가 일정한 값을 가질 때 이를 만족하는 θ 를 선택하도록 한다. 예컨대 γ 가 0.5, 최적 세율이 10%일 때 효용함수의 가중치 θ 는 0.0049이다. 설정된 파라미터는 <Table 1>에 요약되어 있다.

각각의 γ 와 최적 세율 τ^* 의 조합에 대응하는 효용함수의 가중치 $\theta(\gamma, \tau^*)$ 를 찾은 뒤 두 제도하에서 대표적 가계가 $N+1$ 기간 동안 얻는 효용의 퍼센트 차이를 계산하였다.

〈표 1〉 Parameter Values

Parameters	Description	Values
A	Level of productivity of the public capital production function	1
B	Level of productivity of the public service production function	1
χ	Level of productivity of the final goods production function	1
β	Discount factor	0.9709
α	Capital share of production	0.3
N	Service life for public capital stock	20
δ, δ_K	Depreciation rates (public capital and private capital stocks)	0.1
τ^*	Optimal tax rate	0.05~0.25

[Figure 5] Differences in Utilities (%)



효용의 퍼센트 차이는 다음과 같이 정의한다.

$$\frac{U^* - \hat{U}}{|U^*|} \quad (55)$$

위 식을 사용하여 효용의 퍼센트 차이를 계산한 결과는 [Figure 5]와 같다. 공공자본 스톡의 공공서비스 생산 기여도 γ 가 0과 1 사이의 값을 갖는다면 재정사업으로부터 공공서비스를 공급받을 때 대표적 가계가 얻는 효용이 더 크다는 사실을 확인할 수 있다. 이러한 현상이 나타나는 이유는 미래에 발생할 비용을 고려하지 못한 채 민간투자사업을 추진할 경우 나머지 재정사업에 대한 재정 압박으로 인해 정부는 공공서비스 공급을

줄일 수밖에 없기 때문이다. γ 가 0.1일 때 추진된 민간투자사업은 대표적 가계의 효용을 0.26~0.28%가량 감소시키고, γ 가 0.5일 때는 5.5~6.0%가량 감소시키는 것으로 나타났다. 정부의 근시안적인 민간투자사업 확대는 단기적으로 국민경제의 효용수준을 감소시킬 수 있다. 만일 공공서비스로부터 얻는 효용수준에 보다 높은 가중치를 부여할 경우 θ 가 상대적으로 증가하기 때문에 최적 세율이 상승하여 효용수준의 감소는 보다 크게 나타난다.

2. 민간투자사업으로의 전환과 적절한 대안

지금까지 정부가 재정사업 가운데 일부를 민간투자사업으로 전환하는 경우를 살펴보았다. 미래에 민간투자사업자에게 지불할 비용을 고려하지 않고 현재 절감한 예산을 모두 민간투자사업에 사용할 경우 대표적 가계의 효용은 크게 감소한다. 본 절에서는 이러한 민간투자사업의 확대에 발생한 국가경제의 후생 감소를 완화시킬 수 있는 여러 가지 대안 가운데 하나를 논의한다.

앞 절에서는 전체 N 개의 사업 가운데 한 개의 사업을 민간투자사업으로 전환하였다. 여기서 매기 민간투자사업자에게 지급하는 임대료는 μT 이고, 신규 공공자본스톡 건설 규모는 앞서 제시한 재정사업에서의 최적 공공자본스톡의 규모이다. 따라서 민간투자사업의 확대는 정부의 재정 압박을 야기하여 기존 재정사업의 공공서비스 수준을 떨어뜨리는 효과를 발생시켰다.

본 절에서는 기존의 재정사업을 단계적으로 민간투자사업으로 전환하는 경우를 살펴본다. 앞 절과 동일하게 어떤 시점 t 에서 정부는 매기 μT 의 임대료를 지급하기로 약속하고 한 개의 사업을 민간투자사업으로 전환한다. 그러나 정부는 $t+1$ 기가 되었을 때 t 기에 수행된 민간투자사업이 다소 규모가 컸음을 인식하고 $t+1$ 시점부터는 민간투자사업의 규모를 축소한다. 이때 정부는 민자사업을 어느 정도까지 축소할 것인가 하는 문제에 직면하게 된다. 논의를 간단하게 전개하기 위해 다음과 같은 가정을 추가한다.

〈가정 7〉 정부는 기존에 추진되고 있는 여타 재정사업의 공공서비스 수준을 동일하게 유지한다.

〈가정 7〉에 따라서 $t+1$ 기 민간투자사업의 규모를 결정하는 문제는 다음과 같다. 정

부는 $t+1$ 기 현재 $N-1$ 개의 재정사업과 지난 t 기에 체결한 한 개의 민간투자사업을 추진하고 있다. 재정수입 가운데 μT 를 민간투자사업자에게 지급해야 하므로 $(1-\mu)T$ 를 사용하여 $N-1$ 개의 기존 공공자본스톡으로부터 공공서비스를 제공함과 동시에 새로운 민간투자사업을 추진한다. 기존 $N-1$ 개의 재정사업에 투입하는 정부 재정비율을 f_1 이라고 하면 그 계산식은 다음과 같다.²⁸

$$f_1 = \frac{\sum_{j=2}^N (1-\delta)^{-\gamma(j-1)}}{\sum_{j=1}^N (1-\delta)^{-\gamma(j-1)}} = \frac{D-1}{D} \quad (56)$$

그러면 $1-f_1 (=1/D)$ 은 $t+1$ 기에 새로 추진되는 민간투자사업에 배분되는 재정비율이다. $t+1$ 기의 정부지출을 요약하면 다음과 같다. t 기에 계약이 체결된 민자사업 임대료 μT , $t+1$ 기에 계약이 체결된 신규 민자사업 임대료 $(1-f_1)(1-\mu)T$, 그리고 $N-1$ 개의 재정사업 $f_1(1-\mu)T$ 이다.

t 기에 정부와 임대료 μT 의 민간투자사업 계약을 체결한 사업자는 $t+1$ 기에 식 (50)을 따라서 공공서비스 $\hat{S}(t+1)$ 을 제공하고 t 기에 건설하는 공공자본스톡 $\hat{G}(t)$ 는 식 (49)와 같다.

$$\hat{S}(t+1) = \tilde{\beta} \left(\frac{B\hat{G}(t)^\gamma}{\chi \tilde{D}} \right) (1-\mu)\mu T \quad (57)$$

$$\hat{G}(t) = \tilde{\beta} \left(\frac{A}{\chi} \right) \mu^2 T \quad (58)$$

$t+2$ 기에는 $N-2$ 개의 재정사업과 두 개의 민간투자사업이 추진된다. 두 개의 민간투자사업 가운데 하나는 t 기에 시작되었고 나머지 하나는 $t+1$ 기에 시작되었다. t 기에 시작된 민간투자사업에 대한 임대료를 $R(t)$ 라고 하면 $R(t) = \mu T$ 와 같고, $t+1$ 기에 시작된 민간투자사업에 대한 임대료를 $R(t+1)$ 이라고 하면 $R(t+1) = (1-f_1)(1-\mu)T$

28 $S = S^*$ 이고 $G = G^*$ 일 때 $j=2$ 부터 N 까지의 운영비용의 합 $\left(\frac{\chi}{B}\right) G^{-\gamma} S \sum_{j=2}^N (1-\delta)^{-\gamma(j-1)}$ 은 정부의 재정부지출 $f_1(1-\mu)T$ 와 같아야 한다. 일정 비율의 프로젝트가 민간투자사업으로 추진되는 경우 재정사업에서의 공공자본스톡의 규모는 G^* 로 동일하지만 공공서비스 공급수준 S 는 S^* 와 다르다. 그러나 단계적으로 민간투자사업으로의 전환이 발생하는 본 절에서는 나머지 재정사업의 경우 공공자본스톡은 G^* , 공공서비스 수준은 S^* 라고 가정한다.

와 같다.

$t+2$ 기까지 사용되고 소멸될 프로젝트에 대한 공공자본스톡의 건설 및 향후 공공서비스 공급을 민간투자사업으로 대체한다. 현재 두 개의 민간투자사업이 진행되고 있으므로 재정수입 가운데 임대료를 제외한 가용 재정은 $f_1(1-\mu)T$ 와 같다. $N-2$ 개의 재정사업에 투입되는 재정비율을 f_2 라고 하면 f_2 도 f_1 과 같은 방식으로 도출할 수 있다.²⁹

이와 같은 방식으로 정부가 기존 재정사업을 민간투자사업으로 계속해서 대체하는 경우 $t+h$ 시점에서 정부지출은 다음과 같이 구성될 것이다. t 기에 계약이 체결된 민자사업 임대료 μT , $t+1$ 기에 계약이 체결된 신규 민자사업 임대료 $(1-f_1)(1-\mu)T$, ... $t+h$ 기에 계약이 체결된 신규 민자사업 임대료 $(1-f_h)f_{h-1} \cdots f_1(1-\mu)T$, 그리고 $N-h$ 개의 재정사업 $f_h f_{h-1} \cdots f_2 f_1(1-\mu)T$ 이다.

그리고 $t+h$ 시점에서 재정사업에 투입되는 재정비율 f_h 는 다음과 같다.

$$f_h = \frac{\sum_{j=h+1}^N (1-\delta)^{-\gamma(j-1)}}{\sum_{j=h}^N (1-\delta)^{-\gamma(j-1)}} \quad (56a)$$

$t+h-1$ 기에 정부와 임대료 $(1-f_{h-1})f_{h-2} \cdots f_1(1-\mu)T$ 의 민간투자사업 계약을 체결한 사업자는 $t+h$ 기에 식 (50)을 따라서 공공서비스 $\hat{S}(t+h)$ 를 제공하고, $t+h-1$ 기에 건설하는 공공자본스톡 $\hat{G}(t+h-1)$ 은 식 (49)와 같다.

$$\hat{S}(t+h) = \tilde{\beta} \left(\frac{B\hat{G}(t+h-1)^\gamma}{\chi \tilde{D}} \right) (1-\mu)(1-f_{h-1})f_{h-2} \cdots f_1(1-\mu)T \quad (57a)$$

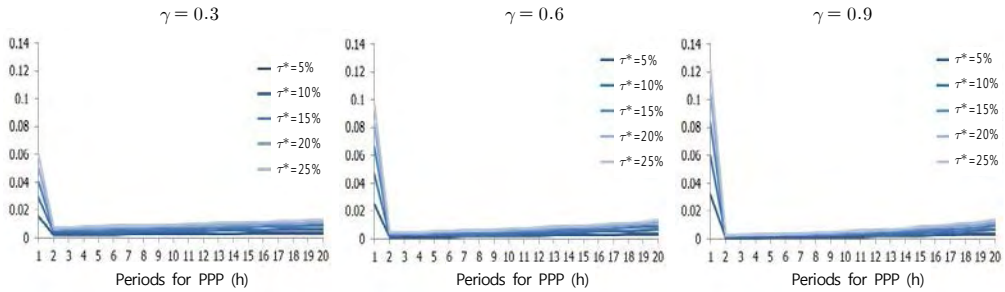
$$\hat{G}(t+h-1) = \tilde{\beta} \left(\frac{A}{\chi} \right) \mu (1-f_{h-1})f_{h-2} \cdots f_1(1-\mu)T \quad (58a)$$

이어서 $h+1$ 기간 동안 모든 공공서비스가 재정사업에 의해 추진될 때의 대표적 가계의 효용과 재정사업으로 추진되던 공공프로젝트들이 $h+1$ 기간 동안 단계적으로 민간투자사업으로 전환될 때의 대표적 가계의 효용을 비교한다.

먼저 $h+1$ 기간 동안 모든 공공서비스가 재정사업에 의해 추진될 때의 대표적 가계의

29 $S=S^*$ 이고 $G=G^*$ 일 때 $j=3$ 부터 N 까지의 운영비용의 합 $\left(\frac{\chi}{B}\right)G^{-\gamma}S\sum_{j=3}^N(1-\delta)^{-\gamma(j-1)}$ 은 정부의 재정지출 $f_2 f_1(1-\mu)T$ 와 같아야 한다.

[Figure 6] Level of PPP Rents



효용은 식 (53)과 동일하다.³⁰

$$U^* = \frac{1 - \beta^{h+1}}{1 - \beta} (\ln C_{ss} + N\theta \ln S^*) \quad (53a)$$

한편, 단계적인 민간투자사업으로의 전환의 경우 재정사업에 의한 공공서비스 효용은 변하지 않지만 새롭게 시작되는 민간투자사업에 의해 공급되는 공공서비스 효용은 변한다. 재정사업으로 추진되던 공공프로젝트들이 $h+1$ 기간 동안 단계적으로 민간투자사업으로 전환될 때의 대표적 가계의 효용을 표현하면 다음과 같다.

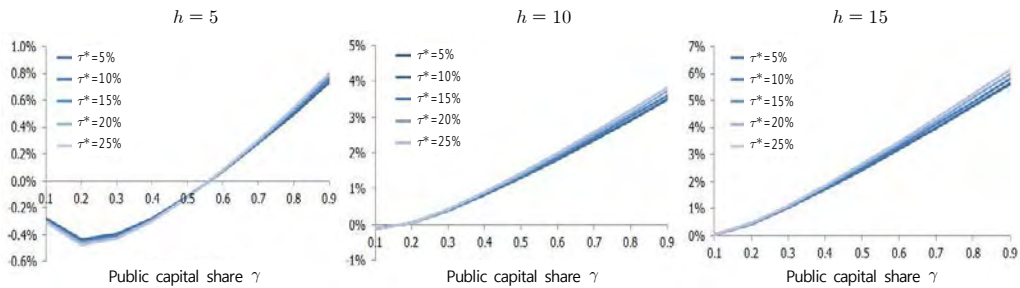
$$\hat{U} = \ln C_{ss} + N\theta \ln S^* + \sum_{j=1}^h \beta^j \left\{ \ln C_{ss} + (N-j)\theta \ln S^* + \theta \sum_{i=1}^j \ln \hat{S}(i) \right\} \quad (54)$$

효용의 퍼센트 비교는 식 (55)를 이용하였고, 모형의 파라미터는 <Table 1>과 동일하다. 앞 절에서의 분석과 같이 γ 와 최적 세율 τ^* 의 조합에 대응하는 효용함수 가중치 θ 를 선택한다. 먼저 민간투자사업 확대기간 h 가 변할 때 매기 정부가 체결한 민간투자사업의 γ 에 따른 임대료 수준을 살펴보면 [Figure 6]과 같다.

미래에 민간투자사업자에게 지불할 비용을 고려하지 않고 현재 절감한 예산을 모두 민간투자사업에 사용하는 경우 정부가 민간투자사업자에게 지급하는 임대료는 μT 이다. γ 가 0.9, τ^* 가 10%일 때 주어진 파라미터 값에서 매년 정부가 지급해야 하는 임대료는 약 0.06이다. 이러한 임대료 수준이 높았음을 인식하여 기존 재정사업의 공공서비스 수준을 S^* 로 꾸준히 유지해 가며 나머지 예산을 사용하여 노후시설을 민간투자사업으로

30 모든 변수들은 정상상태에 있으며, 정부의 정책변수는 대표적 가계의 가치함수를 극대화하는 수준에서 결정된다.

[Figure 7] Differences in Utilities (%)



대체한다면 임대료 수준은 현저히 감소한다. γ 가 0.9, τ^* 가 10%일 때 두 번째($h=2$)로 수행되는 민간투자사업의 임대료는 초기 민간투자사업의 임대료 수준의 2%에 불과하고 $h=20$ 일 때의 임대료 수준은 초기 임대료 수준의 11% 정도다.

[Figure 7]은 공공자본스톡의 기여도에 따른 효용의 차이를 계산한 결과를 보여준다. 즉, 민간투자사업의 확대에 따른 재정부담을 인식하고 추후 민간투자사업으로의 전환 비중을 축소할 때 γ 에 따른 효용의 차이를 나타낸다. 먼저 5년 동안($h=5$)의 효용 차이는 γ 가 0.5 이하의 경우 음의 값을, γ 가 0.6 이상의 경우 양의 값을 갖는다. 공공자본스톡의 공공서비스 생산 기여도가 크지 않을 경우 5년의 조정기간은 초기 민간투자사업의 확대에 따른 효용의 감소를 만회하기에는 다소 짧다는 것을 보여준다. γ 가 0.2 이상의 경우 조정기간 10년은 초기 민간투자사업의 확대에 따른 효용의 감소를 상당 부분 만회할 수 있는 기간으로 나타났다. 최적 세율 τ^* 가 10%일 때 γ 가 충분히 크다면 위와 같은 조정은 일반 재정사업보다 3.5%가량의 후생 증가를 가져올 수 있다. 마지막으로 γ 가 충분히 크다면 조정기간 15년을 통해 5.6%가량의 후생 증가효과를 얻을 수 있다.

VI. 결 론

본 논문은 공공부문을 포함한 일반균형모형을 사용하여 재정사업과 BTL 민간투자사업의 후생 차이를 비교·분석하였다. 정부가 세입·세출을 동일하게 유지해야 한다고 가정할 경우, 다른 모든 조건이 동일할 때, 민간투자사업하에서의 국민경제 후생수준이 재정사업하에서의 후생수준보다 높은 것으로 나타난다. 그러나 민간사업자 역시 차입제

약에 직면하거나 부채상환에 따른 위험으로 인해 정부보다 더 높은 금리로 자금을 조달해야 하는 경우 이러한 결과는 보장되지 않는다. 본 연구는 이러한 상황에서는 보다 면밀한 비교가 필요하다는 점을 강조한다. 그리고 정부가 균형재정의 제약을 회피할 목적으로 민간투자사업을 무리하게 추진할 경우 미래의 임대료가 모두 부채로 간주되기 때문에 상당한 사회적 비용이 초래될 수 있음을 명시적으로 보였다. 마지막으로 본 연구는 일시적인 민간투자사업의 확대에 따른 국가경제의 후생 손실을 만회할 수 있는 여러 대안 가운데 하나를 제시하였다. 모형 경제 내에 정부의 예산제약만이 문제가 될 경우, 미래에 발생할 BTL 사업의 임대료를 예상하지 못한 채 민간투자사업을 확대하여 추진했다고 할지라도 내구연한이 도래한 재정사업을 민간투자사업으로 축소하여 전환할 경우 이러한 사회적 비용을 경감시킬 수 있다.

추후 이루어질 민간투자사업의 후생효과 분석은 정부의 예산제약 문제를 극복하고 최근 문제가 되고 있는 국가채무를 중점적으로 다루어야 할 것이다. 뿐만 아니라 정부와 민간투자사업자 사이의 계약 문제, 수요의 불확실성 문제, 공공서비스부문의 독점적 지위 문제들을 아울러 살피는 것이 유용할 것이다. 본 연구의 모형에 미시적 토대를 보완한다면 민간투자사업의 후생효과를 보다 현실적으로 분석할 수 있을 것으로 예상되며, 본 연구가 후속연구의 밑거름이 되기를 기대한다.

참고문헌

- 기획예산처·한국개발연구원, 「민간투자사업 업무 매뉴얼」, 2006. 1.
- 김재형, 재정부담을 고려한 민간투자, 어디까지 가야 하나? , ‘2007~2011 국가재정운용계획 — 민간투자분야’ 공개토론회 발표자료, 2007.
- 김재형 외, 『민간투자사업 성과의 실증분석 및 제도개선방안 연구』, 한국개발연구원, 2006.
- 박 현, 민간투자분야: 민간투자사업 추진절차 개선 및 사후관리방안 , ‘2008~2012 국가재정 운용계획 — 민간투자분야’ 공개토론회 발표자료, 2008.
- Hart, Oliver, “Incomplete Contracts and Public Ownership: Remarks, and an Application to Public-Private Partnership,” *Economic Journal* 113(486), March 2003, pp.C69~C76.
- Maskin, Eric and Jean Tirole, “Public-Private Partnerships and Government Spending Limits,” *International Journal of Industrial Organization* 26(2), March 2008, pp.412~420.
- Shleifer, Andrei, “State versus Private Ownership,” *Journal of Economic Perspectives* 12(4), Fall 1998, pp.133~150.

국내 풍수해보험시장에서의 역선택 문제에 관한 실증분석

박 창 균

(중앙대학교 경영학부 부교수)

여 은 정

(중앙대학교 경영학부 조교수)

Adverse Selection in the Korean Storm and Flood Insurance Market

Chang-Gyun Park

(Associate Professor, School of Business, College of Business & Economics, Chung-Ang University)

Eunjung Yeo

(Assistant Professor, School of Business, College of Business & Economics, Chung-Ang University)

* 필자들은 본 논문에 대해 유익한 논평을 해주신 두 분 익명의 검토자에게 감사드린다. 본 논문은 『풍수해보험 사업』(2008년도 재정사업 심층평가 보고서, 한국개발연구원, 2009) 중 일부를 수정·보완하여 재작성하였음을 밝힌다.

박창균(제1저자): (e-mail) cp19@cau.ac.kr, (address) School of Business, College of Business & Economics, Chung-Ang University, 47, Heukseok-ro, Dongjak-gu, Seoul, 156-756, Korea.

여은정(교신저자): (e-mail) ejyeo@cau.ac.kr, (address) School of Business, College of Business & Economics, Chung-Ang University, 47, Heukseok-ro, Dongjak-gu, Seoul, 156-756, Korea.

- Key Word: 풍수해보험(Storm and Flood Insurance), 역선택(Adverse Selection), 보험료 지원(Insurance Premium Assistance)
- JEL Code: D12, D82, G22, H59
- Received: 2012. 12. 21 • Referee Process Started: 2013. 1. 3
- Referee Reports Completed: 2013. 6. 13

ABSTRACT

We use a unique survey data set of storm and flood insurance in Korea to test for adverse selection. We find systematically positive relationships between the decision to buy the insurance and the insureds' past history with, and potential for, losses from natural disasters. The empirical results suggest that consumers with higher loss rates will be more likely to purchase the insurance. This highlights the importance of considering the detailed features of insurance contracts, such as an improvement in the current insurance premium assistance program as the government amends its current policies regarding storm and flood insurance and disaster relief program.

본 연구에서는 국내 최초로 풍수해보험에 대한 포괄적인 설문자료를 바탕으로 보험가입자들의 역선택 존재 여부에 대한 실증분석을 수행하였다. 풍수해보험은 경제주체들이 개별적으로 풍수해위험에 대처하는 경우보다 위험분산을 통해 더 높은 효용을 누릴 수 있도록 해주는 수단이다. 그러나 정부가입 없이는 보험시장의 형성이 어려울 뿐더러 여타 보험시장과 마찬가지로 역선택 문제가 존재할 가능성이 크다. 즉, 상대적으로 피해 발생 확률이 높은 가입자들만이 스스로 풍수해보험에 가입하는 결과가 초래되어 시장실패가 나타나게 된다. 본 연구의 실증분석 결과, 소유주의 풍수해에 대한 과거 경험과 위험도로 나타난 소유시설 주변의 위험요인이 풍수해보험 가입에 통계적으로 유의한 정(+)의 영향을 주는 것으로 나타났다. 이는 현행과 같은 정부의 보험료 지원방식이 풍수해보험시장의 역선택 문제를 야기하고 있어 효율성 측면에서 개선될 필요가 있다는 점을 시사한다.

I. 서론

우리나라의 풍수해보험은 풍수해(태풍, 홍수, 호우, 해일, 강풍, 풍랑, 대설) 피해보상을 위해 2008년부터 본격적으로 시행되어 국가 소방방재청이 관장하고 민간보험사가 운영하는 정책보험이다. 풍수해보험이 도입된 배경에는 과거 사유재산 피해지원이 1960년대 생계구호의 차원에서 시작, 매년 지원 대상 및 규모가 확대되었지만 지원금액만으로는 피해복구가 어려워 피해국민은 지원수준에 만족하지 못하고, 정부도 지원수준의 지속적 확대요구로 재정운영상의 어려움에 봉착한 데 있다. 게다가 재난지원금이 주로 농림어업분야에 한정 운영되어, 중소기업시설 등에 대해서도 재난지원금의 지원을 요구하고 있는 실정이기 때문이다.

현재 미국, 일본, 유럽 등지에서는 주택 등 생계구호를 제외하고는 사유시설에 대한 지원제도는 없으며, 국가가 직·간접적으로 지원하는 정책보험을 실시하고 있다. 미국의 홍수보험, 미국 및 일본의 지진보험, 프랑스 및 스위스 등의 자연재난보험이 그 좋은 예라고 할 수 있다. 우리나라의 풍수해보험은 이와 같은 세계적인 추세에 발맞추면서 사유시설에 대한 기존 재난지원금제도를 보완·대체하고, 풍수해로 인해 발생하는 국민의 재산피해 손해를 신속하고 공정하게 보상하고자 도입되었다.

풍수해보험은 경제주체들이 개별적으로 풍수해위험에 대처하는 경우보다 위험분산을 통해 더 높은 효용을 누릴 수 있도록 해주는 수단이나, 일단 피해 발생 시 보험 제공자 입장에서는 거액의 보험료를 지급해야 한다는 특성 때문에 높은 준비율을 유지해야 한다는 부담이 있다. 반면, 보험가입자 입장에서는 유사한 사고 위험 및 손실을 가지는 여타 보험에 비해 보험료 부담이 증가될 수 있다는 문제를 갖게 된다. 이로 인해 많은 경우 자발적인 보험시장이 형성되기 어려우며, 재보험 제공 및 부분적인 보험금 지원 등 정부의 정책적 지원 없이는 풍수해보험시장이 잘 작동하지 않는 경우가 빈번하게 관찰된다.

더욱이 정부개입으로 풍수해보험시장이 형성된다 하더라도, 풍수해보험시장 역시 여타 보험시장과 마찬가지로 역선택 문제가 존재한다. 즉, 상대적으로 피해 발생 확률이 높은 가입자들만이 스스로 풍수해보험에 가입하는 결과가 초래될 수 있다. 이는 다시

정책적인 지원으로 유지되는 풍수해보험시장에서의 효율적인 자원분배 문제, 더 나아가서는 사회 전체의 비효율성을 야기할 수도 있게 된다.¹

이러한 측면에서 풍수해보험시장은 제도적으로 의료보험 등의 영역과 마찬가지로 역선택 문제가 불가피하게 발생하는 시장이라는 점만으로도 학문적인 분석가치가 매우 크다고 할 수 있다. 본 논문에서 사용한 설문조사 자료는 전국에 걸쳐 풍수해보험 가입자 뿐만 아니라 비가입자를 대상으로 구축하여 국내에서 보기 드문 자료이며, 이를 바탕으로 도출된 실증분석 결과는 그 학술적 의미뿐 아니라 관련 당국이 정책을 입안할 때 참고할 수 있는 근간이 될 것이다.

본 논문에서는 상기 설문조사 자료를 이용하여 풍수해보험시장에서 발생할 수 있는 역선택 문제를 실증적으로 고찰 및 분석하고 정책적 시사점을 도출하고자 한다.

본 논문의 이하 구성은 다음과 같다. 먼저 제Ⅱ장에서 관련 기존 연구를 역선택 문제에 초점을 맞춰 간략하게 소개한 후, 제Ⅲ장에서는 풍수해보험의 개요와 풍수해보험시장에서의 역선택 및 정부 대응방안에 대해 논의한다. 제Ⅳ장에서는 풍수해보험에 관한 설문자료를 바탕으로 실증분석을 수행하며, 끝으로 제Ⅴ장에서는 논의와 분석을 요약하고 정책적 시사점을 도출한다.

Ⅱ. 보험시장에서의 역선택 문제에 관한 기존 연구

주지하다시피 이론 연구에서는 보험시장에서 정보비대칭성으로 인한 역선택 문제의 중요성을 지속적으로 강조해 왔으며, 그에 따른 사회적 후생손실도 빈번하게 언급되어 왔다. 대표적인 선구자적 연구로 Akerlof(1970), Rothschild and Stiglitz(1976) 등을 들 수 있다. 이들 연구에서는 정보비대칭성이 완전경쟁 균형의 존재와 효율성에 중요한 영향을 끼친다는 것을 보여주었다. 이는 경제주체의 드러나지 않은 정보(hidden information)와 상대방의 수익(payoff)이 연관됨에 따라 ‘공통가치(common value)’가 존재하기 때문이다. 일례로 중고차시장에서 구매자의 수익은 중고자동차 품질에 달려있는데, 이는 판매자만이 알고 있는 정보이다. 마찬가지로 보험회사의 수익은 보험계약을

1 반면, 풍수해보험시장에서 발생할 수 있는 도덕적 해이 문제에 관한 논의는 제Ⅲ장, p.49를 참고하기 바란다.

구매하는 보험가입자의 위험, 즉 사적 정보에 의존하게 된다.

그러나 보험시장에서 정보비대칭성의 중요성에 관한 실증연구 결과는 이론연구와 달리 상당히 혼재된 상황이다. 통상적으로 보험가입 대상의 위험이 발생할 경우 지급되는 보험금 규모를 이용하여 검증하는 방법을 택한 실증연구가 대부분이다. 먼저 정보비대칭성이 없다는 귀무가설을 지지한 연구로는 미국 생명보험시장을 다룬 Cawley and Philipson(1999), 미국 건강보험시장을 대상으로 한 Cardon and Hendel(2001), 프랑스 자동차보험시장을 고찰한 Chiappori and Salanie(2000) 등의 연구가 있다.

반대로 보험시장에서 정보비대칭성이 존재한다는 가설을 지지한 연구로는 영국 연금보험(annuity)시장을 대상으로 분석한 Finkelstein and Poterba(2004), 미국 건강보험시장을 다룬 Cutler(2002), 미국 자동차보험시장에서의 역선택에 관한 가설을 지지한 Puelz and Snow(1994), Cohen(2001) 등이 있다. 특히 비교적 최근 연구인 Finkelstein and Poterba(2004)는 영국 연금보험시장을 대상으로 i) 주어진 가격에서 고위험 개인이 저위험 개인에 비해 본인들에게 가치가 더 큰 계약을 스스로 선택하는지 여부, ii) 균형 보험료정책이 서로 다른 정책에 걸쳐 위험 공동관리에 있어서의 변화를 반영하는지 여부를 실증적으로 검증하였다.

한편, 국내 보험시장을 대상으로 한 관련 실증분석 연구는 매우 드물다. 김정동(2004)은 국내 손해보험사의 횡단면 자료를 이용하여 국내 자동차보험시장에 역선택이 존재하는지의 여부에 대하여 실증적으로 분석하였다. 특히 보험료 부담의 형평성 문제에 따른 역선택의 존재 여부를 실증적으로 분석한 결과 오히려 보험사의 역선택에 대한 대응이 더 강한 것으로 나타났다. 이와 유사한 자료를 이용한 하태욱(2005)의 연구는 자동차 보험종목별로 불공평한 요율체제로 인한 제도적 역선택 현상과 정보비대칭성으로 인한 역선택 현상의 발생 여부를 살펴본 결과 자동차보험의 모든 종목에서 보험계약자들의 역선택 현상이 발생하는 것을 보였다. 비교적 최근 연구로 김용덕·김경환(2009)은 국내에서 자동차보험을 영위하고 있는 모든 보험회사의 계약 및 사고 자료를 기초로 보험계약자의 계약선택 내역 변화와 보험사고 내역 변화를 추적하여 구성한 패널자료로 실증분석을 수행하였다. 이들은 우리나라 자동차보험시장에 정보비대칭에 의한 역선택이 존재하지만 경험요율을 반영한 후에는 역선택효과가 상당히 사라지는 것을 보였으며, 역선택의 학습효과를 검증하였다.

이 외에 이경룡·유지호(2007)는 국내 농작물보험시장을 대상으로 역선택의 존재와 원인 및 보험자 요율대응의 적정성을 실증적으로 분석하였다. 그 결과 고위험 가입자가

저위험 가입자에 비하여 보험가입을 통하여 효용을 극대화하려는 의사가 8배에서 33배에 달하는 것으로 나타나 역선택이 존재하는 것으로 분석되었다.

주로 국내 기존 관련 연구가 자동차보험시장이나 농작물보험시장에 국한되어 있다는 점을 감안할 때 본 논문이 유일한 풍수해보험시장의 역선택 문제를 고찰한 연구인 것으로 판단된다. 다만, 신동호(2005)가 역선택에 관한 연구는 아니지만 본 연구의 주제와 유사한 자연재해위험에 대한 위험분산과 관련 정책연구를 수행하였다.

마지막으로 국내 풍수해보험에 관한 최근 논문으로 김광호(2011)는 이론적 분석을 통해 i) 풍수해보험을 확대하기 위해서는 재난지원금의 점차적 축소를 고려할 필요가 있으며, ii) 풍수해보험의 도덕적 해이 가능성으로 인한 자율방재노력 저하, iii) 현행 손해방지비용 지원에 관한 개선을 제시하였다. 이는 본 논문과 같이 풍수해보험을 대상으로 한 연구이나 이론모형의 구축을 통한 분석에 초점이 맞춰져 있을 뿐 아니라 분석 자체도 역선택 문제보다는 도덕적 해이 문제에 주목하여 수행되어 크게 차별화된다고 볼 수 있다.

Ⅲ. 풍수해보험 개요와 역선택 문제

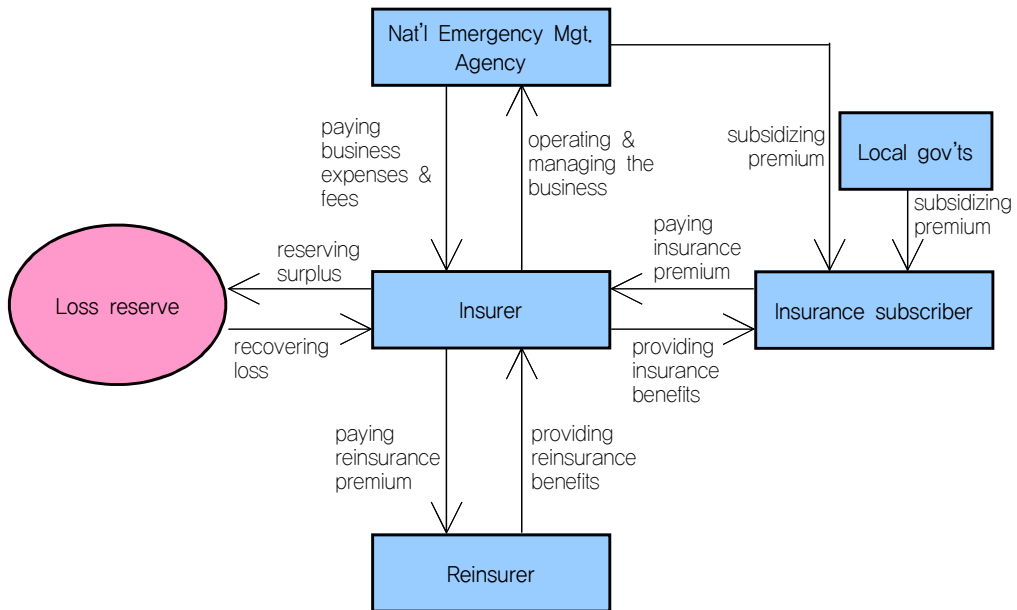
1. 풍수해보험 개요

국내 풍수해보험은 풍수해(태풍, 홍수, 호우, 해일, 강풍, 풍랑, 대설) 피해보상을 위해 2008년부터 전국적으로 도입되어 국가 소방방재청이 관장하고 민간보험사가 운영하는 정책보험이다.² [Figure 1]에서 보는 바와 같이 민간 손해보험회사가 사업 운영주체로 참여함에 따라 풍수해보험에 대한 금융감독원의 분쟁조정기능을 활용하고 소방방재청이 사업을 관장하면서 국고와 지방비에서 보험료를 지원하는 구도이다. 보험판매와 손해평가업무 등은 보험회사가 주도적으로 하되 필요시 지방자치단체가 지원할 수 있도록 허용하고 있다.

풍수해보험은 기본적으로 보험가입자가 부담하여야 하는 보험료의 일부를 국가 및 지자체에서 보조해 주는 형식을 띠고 있다. 구체적으로 전체 보험료의 55~62%를 정부에서

2 풍수해보험에 대한 자세한 사업내용 및 보험료 설정은 부록을 참고하기 바란다.

[Figure 1] Storm and Flood Insurance Scheme



지원하고 보험가입자는 38~45%만 부담해 적은 비용으로 풍수해 피해 발생 시 실질적인 복구비를 확보하고자 도입되었다. 따라서 국민들이 저렴한 보험료로 예기치 못한 풍수해에 대해 능동적으로 대처하도록 고안되었다고 볼 수 있다. 또한 풍수해보험료의 지원기준은 풍수해보험 대상 상품인 주택, 온실, 축사에 따라 달라지며, 가입자의 소득수준에 따라서도 달라진다.³ 자세한 사항은 <Table 1>에 나타내었다.

풍수해보험이 도입된 배경에는 과거 사유재산 피해지원이 1960년대 생계구호의 차원에서 시작, 매년 지원 대상·규모가 확대되었지만 지원금액만으로는 피해복구가 어려워 피해국민은 지원수준에 만족하지 못하고, 정부도 지원수준의 지속적 확대요구로 재정운영상 어려움에 봉착한 데 있다. 게다가 재난지원금이 주로 농림어업분야에 한정 운영되어, 중소기업시설 등에 대해서도 재난지원금의 지원을 요구하고 있는 실정이기 때문이다.⁴ 또한 ‘피해 발생 → 국가지원’이라는 기존 인식은 자율적 방재체계 구축에도 걸림돌로

3 현재 축사는 「농어업재해보험법」이 개정(2009년 3월 5일)되어 농작물재해보험으로 판매(2010년 1월 1일부터)됨에 따라 풍수해보험에서의 상품판매가 폐지되었다(2008년 3월 31일 법률 제10224호로 「풍수해보험법」 일부 개정·공포).

4 현행 지원기준은 복구비 기준액 대비 30~35%에 불과하며, 2003년 태풍 매미의 경우에는 2조 580억원, 2004년 3월 폭설의 경우에는 7,500억원(2004년)의 복구비가 지원되었다.

〈Table 1〉 Assistance Guideline of Storm and Flood Insurance Premium

1) General subscribers									
Paying subjects & items		Insurance coverage (max. coverage)		50% of replacement cost value		70% of replacement cost value		90% of replacement cost value	
National Emergency Management Agency	% of risk premium	35%		35%		28%			
	% of extra premium	90%		90%		90%			
Local governments	% of risk premium	15%		15%		12%			
	% of extra premium	—		—		—			

2) Recipients of national basic livelihood security (or the lowest income group) and lower income group									
Paying subjects & items		Insurance coverage (max. coverage)		50% of replacement cost value		70% of replacement cost value		90% of replacement cost value	
		Subscribers							
National Emergency Management Agency	% of risk premium	Lowest	Lower	Lowest	Lower	Lowest	Lower		
	% of extra premium	90%		90%		90%			
Local governments	% of risk premium	25.5%	21%	25.5%	21%	25.5%	21%		
	% of extra premium	—		—		—			

Source: National Emergency Management Agency.

작용할 수 있다.

미국, 일본, 유럽 등 선진국은 주택 등 생계구호를 제외하고는 사유시설에 대한 지원 제도는 없으며, 국가가 직·간접적으로 지원하는 정책보험을 실시하고 있다. 미국의 홍수보험, 미국 및 일본의 지진보험, 프랑스 및 스위스 등의 자연재난보험이 그 좋은 예라고 할 수 있다.

우리나라의 경우 풍수해로 인한 피해를 보상하는 민영보험으로 ‘화재보험의 풍수해위험 담보특약’이 있으나 가입률이 매우 저조하여 기존 재난지원금제도의 대체 및 보완 효과가 미흡한 실정이다. 특히 영리를 목적으로 하는 민영보험회사의 특성상 거대손실을

우려하여 적극적인 보험인수를 꺼리고 있어 민영보험으로서의 기능을 상실한 상황인 데다가 자연재해 관련 독립 보험상품은 없으며, ‘화재보험 풍수해특약’ 가입률은 보험료 기준으로 1% 수준에 불과하다.

결과적으로 국민의 생존권 보장 차원에서 시작된 기존의 재난지원금제도는 실질적 피해보상을 요구하는 국민의 요구에 부응하지 못하면서도 정부의 재정운영에 어려움을 초래하고 있는 실정임에 따라 풍수해보험제도가 도입된 것이다. 우리나라에서 자연재해로 인한 사유재산 피해복구를 위해 1999년부터 2007년까지 연간 약 6,600억원이 사용되었다. 복구비의 주된 재원은 국고 및 지방비(54.4%), 대출(37.3%)이며, 자부담은 6.1%를, 자력복구는 0.7%를 차지하고 있다.⁵

2. 풍수해보험시장에서의 역선택 문제와 정부 대응

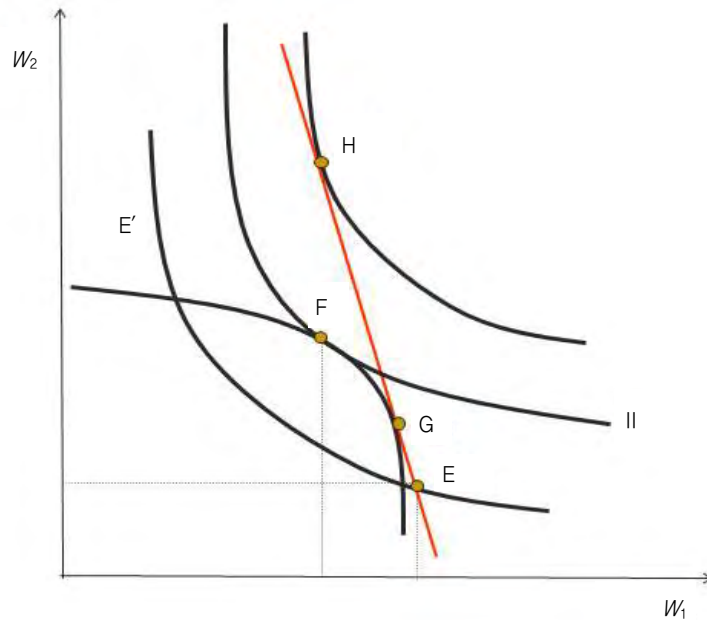
풍수해보험은 경제주체들이 개별적으로 풍수해위험에 대처하는 경우에 비해 위험분산을 통해 더 높은 효용을 누릴 수 있도록 해주는 수단이라고 할 수 있다. [Figure 2]에서 가로축의 W_1 은 풍수해가 발생하지 않은 경우의 부를 나타내며, 세로축의 W_2 는 풍수해가 발생한 경우의 부를 나타낸다. 한편, 초기 부존점 E는 아무런 피해절감노력을 기울이지 않는 경우를 의미하는데, 곡선 EE'은 피해절감노력에 따른 상황 변화를 나타낸다. 풍수해보험이 제공되지 않는 경우 개인은 자체적인 피해절감노력 수준 F를 선택하고 곡선 II로 대표되는 효용수준을 달성한다. 반면, 풍수해보험이 제공되고 보험료 수준이 충분히 낮은 경우 개인은 피해절감노력을 줄이는 대신 보험을 구매함으로써 H로 표시되는 효용수준을 달성한다. 그러나 보험료가 지나치게 비싸다고 생각하는 개인은 보험을 구매하지 않고 여전히 자체적인 피해절감노력에만 의존하게 된다.⁶

그러나 위와 같이 보험을 통한 위험공유모형의 이론적 결론을 도출하기 위해서는 다음과 같은 강한 가정이 전제될 필요가 있다. i) 위험공유계약의 체결과 이행에는 거래비용이 소요되지 않는다. ii) 모든 경제주체가 위험의 분포에 대한 정보를 정확하게 보유하고 있다. iii) 경제주체의 위험방지노력은 위험의 분포에 일정 부분 영향을 미치며, 경제주체의 위험방지노력은 누구든지 관측 가능하다. iv) 위험 발생으로 인한 손실은 모든

5 자부담은 정부지원을 받기 위해 지원대상자가 부담하는 금액이며, 자력복구는 소규모 피해로 정부지원 없이 자력으로 복구한 것을 의미한다.

6 보험료가 너무 높은 경우 보험 가격선의 기울기는 점 F에서의 접선의 기울기보다 더 작고, 개인은 과거와 같이 점 F에서 효용 극대화를 달성한다.

[Figure 2] Welfare Increase through Storm and Flood Insurance



경제주체가 추가적인 비용 투입 없이 관측할 수 있다. v) 경제주체의 파산 가능성은 존재하지 않는다. vi) 미래에 발생할 가능성이 있는 모든 위험을 거래할 수 있는 완전한 보험시장이 존재한다. 이상과 같은 조건이 성립하는 환경하에서 경제주체 간 자발적인 계약과 거래를 통하여 사회적으로 최적인 위험 배분이 달성되는 것이다.

그러나 이론과는 달리 실상에서는 정부의 개입 없이는 풍수해보험시장이 잘 작동하지 않는 경우가 빈번하게 관찰되고 있다. 이론적으로 풍수해보험시장의 실패는 보험회사가 제시할 수 있는 보험료 수준이 가입자 입장에서 비싸거나, 개인의 보험료 지불의사가 별로 높지 않다는 것, 또는 이 두 가지 요인 모두에 기인함을 의미할 수 있다. 피해 발생 가능성이 높은 가입자들이 주로 풍수해보험에 가입하는 역선택으로 인해 결과적으로 보험료가 비싸질 수밖에 없게 된다.

보험회사, 즉 공급 측면에서는 피해 발생의 상호연관성이 높다는 풍수해위험의 특성과 재무제약이 결부되어 장기적인 재무건전성에도 불구하고 단기적인 파산위험이 부각됨에 따라 보험료를 높게 설정하거나 인수규모를 제한할 유인이 발생하게 된다. 반면, 보험가입자, 즉 수요 측면에서는 풍수해 피해 발생 가능성이 높은 취약지구 거주자 및 농업 종사자 등을 제외하면, 경제주체들의 풍수해위험 과소평가 및 원조 가능성 등으로

전반적으로 보험료 지불의사가 낮은 상황이다. 이는 다시 정상적인 시장 형성을 더욱 어렵게 만드는 요인으로 작용하게 된다.

또한 풍수해 피해는 빈도, 예측 가능 여부, 손실 정도 면에서 여타 재산 피해나 상해와 다른 특징을 나타내기 때문에 이러한 요인이 풍수해보험료 결정에 필수적으로 고려되어야 함에도 불구하고 현실적으로는 그렇지 못한 실정이다. 풍수해 피해는 여타 피해에 비해 빈도가 낮게 발생하지만 발생을 예측하기가 매우 어려우며, 일단 발생하면 피해에 따른 손실이 엄청나게 큰 특징을 지니고 있다. 이러한 특징으로 인해 변동성이 확대될 뿐만 아니라 보험통계상 유의한 기록을 보유하기가 어려운 데다가 민간보험사가 여타 보험의 경우와 달리 다양한 계약을 제시하기 어려운 상황이기 때문이다.

앞서 언급한 대로 풍수해보험시장은 여타 보험시장과 마찬가지로 계약주체 간 정보비대칭성에 따른 문제에 직면해 있다. 주지하다시피 보험시장에서의 정보비대칭성에 따른 문제는 크게 도덕적 해이(moral hazard)와 역선택(adverse selection)으로 분류할 수 있다. 그러나 풍수해보험시장의 여러 특징을 감안할 때 도덕적 해이에 따른 문제는 상대적으로 그리 크지 않을 것으로 판단된다.⁷ 왜냐하면 보험가입자의 자율적 방재체계 구축 여부 및 노력 정도에 도덕적 해이가 존재할 수 있으나, 그것이 미치는 영향이 타 보험시장에 비해 크다고 보기 어려운 측면이 있다. 우선 보험가입자의 사고를 줄이려는 노력은 (i) 사고의 발생 가능성을 줄이고, (ii) 사고가 났을 때 피해 크기를 줄이는 두 가지 측면이 있을 수 있다. 풍수해의 경우 (i)의 경우, 즉 풍수해 발생 가능성에 대해서는 통제가 불가능하며, (ii) 풍수해가 발생했을 때 피해 크기를 줄이는 것 또한 가입자 개인의 노력보다는 마을 혹은 지자체 수준에서의 노력에 의해 결정되는 부분이 상대적으로 많다. 더욱이 Pauly(1974)에서도 도덕적 해이를 감소시키기 위한 방법으로 부분적인 피해보상방안(partial coverage)을 제시하고 있는데, 실제로 현재 풍수해보험은 풍수해 피해의 최대 90%만을 보상한다고 되어있다. 따라서 풍수해보험 가입자의 도덕적 해이는 자율적 방재노력보다는 피해 발생 시 피해규모 산정 쪽에서 일어날 가능성이 더 크나, 이는 시장실패 상황과는 또 다른 문제로 보아야 할 것이다.

따라서 풍수해보험시장에서의 정보비대칭성은 결국 역선택 문제로 귀결되며, 보험가입자와 미가입자 모두를 대상으로 한 설문조사 결과를 바탕으로 이를 실증적으로 검

7 이후 실증분석을 다루는 장에서 다시 언급하겠지만 실제 설문조사 결과도 이를 뒷받침하고 있다. 또한 이러한 가정이 풍수해보험시장에서 도덕적 해이가 중요하지 않다는 것을 의미하는 것은 아님에 유의할 필요가 있다.

증할 수 있다. 잘 알려진 대로 풍수해보험시장에서의 역선택은 정책적인 지원으로 말미암아 시장실패로 인한 심각한 자원분배 문제 및 사회 전체의 비효율성을 야기시키게 된다.

이러한 시장실패를 보정하기 위한 정부의 역할은 원칙적으로 공급 측면의 비용절감과 수요 측면의 지불의사 제고를 통해 시장이 원활히 작동하도록 제도적 여건을 마련하는 것이다. 공급 측면에서는 보험회사보다 우월한 정부의 자금조달능력(재보험 제공 등)을 이용하여 보험 제공비용을 절감시킬 수 있다. 수요 측면에서는 풍수해위험에 대한 정확한 정보의 제공과 교육, 홍보 강화 등 제도적 장치를 통해 지불의사를 제고할 수 있다. 이와 같은 노력으로 풍수해보험시장이 형성되면, 사회후생(소비자 잉여와 생산자 잉여의 총합)이 커지게 될 것이다. 다만, 공급 측면과 수요 측면의 제약을 해소하기 위하여 정부가 사용하는 비용보다 창출되는 사회적 후생이 커야만 정부개입이 적절한 것으로 평가될 수 있다는 점에 유의할 필요가 있다.

현재 우리나라 풍수해보험에서 정부의 개입은 보험료 지원과 재보험 제공을 통해 이루어지고 있다. 명시적인 절차는 규정되어 있지 않으나, 적립금으로 손실을 충당하지 못하는 경우 국고에서 지원할 수 있도록 되어있다. 현재 민간보험회사들이 손해율 180% 수준까지 재보험에 가입하고 있는 상황임을 감안할 때, 정부가 이 수준 이상의 위험에 대해서는 재보험을 제공하고 있다고 볼 수 있다. 또한 정부의 보험료 지원은 공급자의 수용용의금액과 수요자의 지불용의금액 간의 간극을 줄이는 효과를 발생시키기도 한다.

그러나 현행과 같은 보험료 지원방식은 단순히 공급자의 수용용의금액과 수요자의 지불용의금액 간의 간극을 메우는 것이기 때문에, 지속적인 정부재정 지원을 필요로 할 뿐 아니라 시장조성에 따른 후생의 증가보다 조성비용이 더 크다는 문제점을 안고 있다. 따라서 현실적으로 정부가 재정지원을 중단하는 경우 풍수해보험시장은 제대로 작동하지 않게 될 것이다.

Ⅳ. 실증분석

1. 풍수해보험 자료 및 가설

본 연구에서 사용한 풍수해보험 설문자료는 풍수해보험 가입자 500명과 보험 미가입자 500명을 대상으로 하였다.⁸ 표본은 풍수해보험 시범사업이 실행된 지역(서울 마포, 제주 서귀포를 제외한 전국 29개 지역)의 보험대상자(가입자와 미가입자)를 바탕으로 구축되었다. 표본은 가입자의 경우 지역별 가입자 수 비중에 근거하여 추출하고, 비가입자의 경우 지역별 가구 수 비중에 근거하여 추출하였다. 조사의 신뢰성을 높이기 위해 면접조사 방식으로 진행하였다.

풍수해보험 가입자 관련 주요 변수에 대한 기초통계량은 <Table 2>에 나타내었다. 먼저 풍수해보험 가입자의 경우 보험가입 대상은 주로 주택(87.6%), 온실(10.6%)에 집중되어 있으며, 이들의 보험상품 평균 보험료는 주택 9,736원, 온실의 경우 999,040원으로 나타났다. 또한 보험가입자의 대부분(91.6%)이 보험가입 이후에도 풍수해 피해를 줄이기 위한 노력을 감소시키지 않았다고 답함으로써 본 연구에서 앞서 설정한 도덕적 해이가 상대적으로 크게 문제가 되지 않는다는 가정이 논리적으로나 실증적으로 무리가 없음을 지지하고 있다.

주택의 경우 주택 건조시기, 재난지원금 수령 경험 및 액수, 만족도 등 현재 거주 주택의 풍수해 피해 경험 여부, 상대적 풍수해 취약 정도, 주변에 범람위험 하천 존재 여부, 지난 10년 동안 발생한 풍수해, 풍수해 방지를 위한 보강조치 여부, 현 거주지 희망 거주기간 등에 대해 추가적으로 설문조사하였다. 특히 응답자의 80.4%가 풍수해 피해 경험이 없다고 밝혔으며, 따라서 풍수해 방지를 위한 보강조치 여부에 대해서 응답자의

8 성별, 연령, 학력, 소득, 지역, 저축액 및 부채, 세대주 여부, 보험가입 여부, 보험가입 상품, 풍수해보험 최초 가입시기, 응답자가 실제 가입한 상품, 보험상품 보험료, 가입한 풍수해보험 보상비율, 풍수해 보험 상품 종류, 가입 계기, 보험료와 보험금 수준, 선호하는 방안, 현재 보험금이 실질적인 도움이 되는가 여부, 보험금 수령 사례를 알거나 들어본 경험(수령한 사람), 풍수해 발생으로 대상 물건이 파괴된 경우 보험금 액수 파악 여부(예상보험금 액수), 보험가입 후 풍수해 피해를 줄이기 위한 노력 감소 여부, 보상사실 인지 여부(보상을 위한 조치 실행 여부), 재가입 희망 여부, 이웃이나 지인에게 가입 권유 의향, 보험 통합에 대한 의견, 재난지원금제도 등에 대해 공통적으로 설문조사하였다.

25.3%만이 보강조치를 취한 것으로 나타났다. 상대적 풍수해 취약 정도에 대해서는 응답자의 16.2%만이 매우 취약하거나 취약하다고 판단한 것으로 나타났다. 그러나 과거 풍수해 피해로 재난지원금 수령을 경험한 경우 과반수 이상(60.7%)이 재난지원금 수준에 대해 매우 불만족 또는 불만족스럽다고 밝힌 것으로 나타났다.

온실의 경우 비슷한 항목으로 설문조사를 수행하였으나, 주택과 달리 현재 온실의 풍수해 피해 경험 여부 항목에서 응답자의 64.2%가 과거 풍수해 피해를 경험하였고, 그중 43.4%가 재난지원금을 수령하였다고 밝혔다. 여전히 대다수(73.9%)의 응답자들이 재난지원금 수준에 대해 매우 불만족 또는 불만족스럽다고 밝혔으며, 11.3%의 응답자만이 소유 온실이 다른 온실과 비교해 풍수해에 취약하다고 생각하는 것으로 나타났다. 마지막으로 풍수해 방지를 위한 보강조치 여부에 대해서는 응답자의 60.4%가 보강조치를 취한 것으로 나타났다.⁹

이 밖에 주택의 경우 기초통계량 분석에서 가입자 스스로를 풍수해위험에 취약하다고 밝힌 경우 이들의 주택시가는 평균 수준보다 낮음에도 불구하고 주택에 대한 연간보험료는 높은 것으로 나타났다. 취약층의 주택시가는 40,317,833원으로 표본의 평균 주택시가 50,467,995원에 비해 낮은 반면, 취약층 보험료는 15,944원으로 표본의 평균 보험료 9,737원에 비해 높다.¹⁰

주지하다시피 현행 풍수해보험은 위험에 따른 보험료 부과라는 기능이 매우 제한적인 것으로 평가되고 있다. 왜냐하면 현행 풍수해보험은 가입률 제고를 위해 위험에 따른 보험료 차이를 상당히 제한하고 있기 때문이다. 게다가 풍수해보험관리지도가 완성되지 않아 시·군·구 수준에서 풍수해위험 차이를 보험료에 반영하고 있으며, 그나마 30%의 낮은 가중치를 적용하고 보험료 차이의 상한을 2배로 제한하고 있는 실정이다.

따라서 이러한 조건에서는 풍수해 경험이 있을수록, 풍수해위험에 노출될 가능성이 큰 개인일수록 풍수해보험에 가입할 가능성이 증가하게 되는데, 본 연구에서는 이와 같은 역선택을 다음과 같은 두 가지 가설을 통해 실증적으로 고찰하고자 한다.

풍수해 경험은 가입자의 보험가입 여부 및 보험상품 선택에 있어서 주요한 요인으로 작용할 가능성이 크다. 풍수해 경험자의 경우, 풍수해 피해 발생 가능성을 실제보다 더 높게 판단하게 되어, 미가입자의 경우 보험가입 가능성이 증가하고, 기 가입자의 경우

9 추사의 경우 빈도가 매우 작아서(9건, 비중은 1.8%) 이후 실증분석에서 제외시켰다.

10 이는 기초통계량을 단순 분석한 결과이며, 다른 변수들을 통제한 후 수행한 회귀분석 결과는 다음 장에 제시하였다.

〈Table 2〉 Descriptive Statistics for Storm and Flood Insurance Subscribers

Variables	Mean	Standard deviation	Minimum	Maximum
Insurance premium (total)	122,127.8	546,026.1	1,300.0	6,781,080.0
– Residence	9,736.5	10,062.6	1,300.0	49,200.0
– Green house	999,040.3	1,392,542.6	57,800.0	6,781,080.0
Expected insurance benefits (total)	19,897,058.8	38,563,492.8	300,000.0	250,000,000.0
– Residence	12,830,188.7	17,061,693.3	300,000.0	70,000,000.0
– Green house	43,071,428.6	74,330,565.5	3,000,000.0	250,000,000.0
Price of residence	50,467,995.1	77,943,236.4	9,999.0	1,000,000,000.0
Gross income of green house	36,705,769.2	33,740,470.9	1,200,000.0	150,000,000.0
Current annual insurance premium (total)	171,408.6	1,051,847.1	1,000.0	15,000,000.0
– Residence	14,321.0	15,800.0	1,000.0	100,000.0
– Green house	1,101,663.3	2,696,702.0	90,000.0	15,000,000.0
Disaster assistance (total)	4,236,470.6	6,631,230.3	9,999.0	38,000,000.0
– Residence	4,628,928.5	5,295,157.4	9,999.0	25,000,000.0
– Green house	3,758,695.7	8,068,043.8	100,000.0	38,000,000.0
Distance to rivers (total)	0.38	0.80	0.0001	7.0
– Residence	0.33	0.63	0.0001	5.0
– Green house	1.67	2.64	0.03	7.0

Note: 1) All units are KRW (₩) except for the Distance, km.

2) Expected insurance benefits are the expected insurance payouts from the insurer (s) in case of loss caused by storm and flood, which is based on the subscriber's insurance policy.

3) Current annual insurance premium is the sum of all insurance expenses including other insurance policies than storm and flood insurance.

4) Disaster assistance is the past governments assistance for the recovery from flood and storm damages.

보상비율이 상대적으로 더 높은 상품을 선택하게 될 가능성이 높아짐에 따라 역선택 현상을 관찰할 수 있을 것으로 판단된다. 역시 보험대상 건축물 주변에 위험요인이 소재할수록 풍수해보험에 가입할 가능성이 증가할 것이다. 이 역시 역선택에 영향을 주는 요인으로 판단된다.

〈가설 1〉 주택/온실 소유주가 풍수해를 경험한 적이 있을수록 풍수해보험에 가입할 가능성이 높아질 것이다.

〈가설 2〉 주택/온실 주변에 위험요인이 존재할수록 풍수해보험에 가입할 가능성이 높아질 것이다.

2. 실증분석 방법 및 결과

앞 절에서 제시한 가설을 실증적으로 검증하기 위하여 주택과 온실에 대해서 다음과 같은 프로빗 모형(Probit model)을 설정하였다. 본 연구의 설문조사 결과가 풍수해보험 가입 여부(가입 또는 미가입)라는 이항형태이므로 프로빗 모형이 가장 적합한 실증분석 방법이라고 할 수 있다. 이는 경제주체가 풍수해보험에 가입하는 경우와 가입하지 않는 경우의 확률적 효용함수(random utility function)를 비교한 후 풍수해보험 가입 여부를 결정한다고 보는 것이다. 즉, 풍수해보험 가입 여부에 과거 시설 소유주의 풍수해 경험과 소유시설에 대한 풍수해위험도에 대한 평가가 어떻게 영향을 미치는지를 추정하는 것이다. 즉, 풍수해보험 가입으로 인한 효용이 종속변수가 되며, 이는 풍수해 경험 여부 및 위험도 평가의 함수로 표현할 수 있다. 이 경우 종속변수는 잠재변수로 관찰되지 않는 효용에 따라 관찰된 변수가 풍수해보험 가입 여부이기 때문이다.

풍수해보험 가입으로 인한 효용 = $f(\text{풍수해 경험, 위험도 평가})$

위의 모형에서 지역, 연령, 소득, 보험대상 시설의 노후도 등 풍수해보험 가입에 영향을 미칠 수 있는 다른 요소들을 <Table 3>에 모형 1, 2, 3으로 구분하여 단계별로 통제하였다. 모형 1은 풍수해보험 가입의 결정요인으로 응답자의 연령, 가구원 수, 농업 종사 여부, 교육수준, 거주지역 등 보험가입자의 인구사회학적 변수만을 포함하였다. 다음으로 모형 2는 모형 1의 설명변수에 가구소득, 부채 대비 저축액으로 측정된 부채부담, 가입한 보험의 수, 필요한 경우 자금을 차입할 수 있는지 여부 등 응답자의 경제적 상황을 묘사할 수 있는 변수들을 포함하였다. 모형 3은 모형 2의 설명변수에 보험가입 대상 시설 건축 후 경과된 시간 및 현재 시가, 응답자의 풍수해 경험 유무, 응답자 자신이 평가하는 보험가입 대상 시설물의 위험도 등을 추가적인 변수로 포함하였다.

<Table 3>에 프로빗 모형 추정 결과를 제시하였다. 예상한 대로 가설 1과 가설 2를 지지하는 결과가 나타났다. 즉, <Table 3>의 모형 3에서 소유주가 풍수해를 경험한 적이 있을수록 풍수해보험에 가입할 가능성이 높아진다는 것이 주택, 온실 각각 통계적 유의수준 1%와 5%에서 지지됨을 알 수 있다. 마찬가지로 같은 표에서 위험도로 나타난 주택 주변의 위험요인이 풍수해보험 가입에 통계적으로 유의한 영향을 주는 것으로 나타났다. 또한 소유시설이 더 큰 위험에 노출되어 있다고 판단할수록 풍수해보험 가입 확률이 높아진다는 것을 알 수 있다. 이러한 결과를 종합해 볼 때 주택, 온실 모두에

〈Table 3〉 Regression Results of Determinants for Storm and Flood Insurance Purchase

	Residence			Green house		
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 1	Model 2	Model 3
Age	0.0316*** (0.0066)	0.0287*** (0.0070)	0.0247*** (0.0074)	-0.0149 (0.0208)	-0.0029 (0.0225)	0.0215 (0.0232)
Household size	-0.0534 (0.0406)	-0.0962** (0.0450)	-0.0656 (0.0482)	0.0330 (0.1063)	-0.0458 (0.1149)	-0.0347 (0.1167)
Middleschool dummy	0.3434** (-.1491)	0.3835** (0.1553)	0.4892*** (0.1726)	-0.168 (0.4039)	-0.5564 (0.1149)	-0.6779 (0.4673)
Highschool dummy	-0.1884 (0.1779)	-0.0801 (0.1887)	-0.055 (0.2184)	-0.2521 (0.4031)	-0.3302 (0.4178)	-0.2868 (0.4279)
College dummy	0.129 (0.2780)	0.1912 (0.2934)	0.3554 (0.3144)	-0.9274 (0.9522)	-0.9263 (1.1137)	-0.7777 (1.1536)
Farming dummy	0.4911*** (0.1247)	0.4935*** (0.1279)	0.4795*** (0.1356)	1.5352** (0.6932)	1.5836*** (0.6068)	1.4501** (0.5946)
Gyeonggi dummy	-0.2457 (0.2236)	-0.2224 (0.2345)	0.4688* (0.2692)			
Gangwon dummy	1.4928*** (0.1028)	1.4334*** (0.1723)	2.0039*** (0.2205)	-1.5653*** (0.5930)	-1.6803*** (0.5843)	-2.4204*** (0.6082)
Busan & Gyeongnam dummy	-0.9979*** (0.2159)	-0.6458*** (0.2158)	0.1919 (0.2772)	-1.1574** (0.5198)	-1.6216*** (0.5484)	-1.4640** (0.5680)
Daegu & Gyeonbuk dummy	-0.8633*** (0.2284)	-0.8301*** (0.2460)	-0.4925 (0.3438)	-1.0274** (0.5033)	-1.2739** (0.5358)	-1.4413* (0.5647)
Chungcheong dummy	-0.3043* (0.1677)	-0.3104* (0.1737)	0.0612 (0.1903)	-2.9812*** (0.6659)	-3.5228*** (0.7529)	-3.8597*** (0.7563)
Income		-0.1729* (0.0913)	-0.2079** (0.1018)		0.7702*** (0.2366)	1.0461*** (-.3787)
Debt ratio		0.0276* (0.0144)	0.0398** (0.0155)		-0.0410 (0.0309)	-0.0277 (0.0306)
Insurance		0.0691 (0.0959)	0.1198 (0.1023)		0.0761 (0.2383)	-0.0703 (0.2451)
Credit restriction		0.0580 (0.1294)	-0.0105 (0.1451)		-0.0056 (0.3164)	-0.2279 (0.3473)
Degree of wearing-Out			0.0019 (0.0044)			-0.0765*** (0.0265)
Value			-0.4686*** (0.0831)			0.0023 (0.0029)
Experience of storm and flood damages			0.6312*** (0.1948)			0.4432** (0.1962)
Risk assessment			0.2306*** (0.0705)			0.0569** (0.0247)

〈Table 3〉 Continued

	Residence			Green house		
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 1	Model 2	Model 3
Constant	-1.9789*** (0.5271)	0.9135 (1.5963)	8.5069*** (2.2399)	0.7900 (1.4950)	-12.4731*** (4.3064)	-18.0031*** (5.3406)
Sample size	779	752	676	111	109	108
Pseudo-R ²	0.3350	0.3390	0.3701	0.2780	0.3414	0.4306
Prediction precision	0.8010	0.7886	0.8047	0.7207	0.7431	0.7778
Pearson goodness of fit statistic	699.10 (618)	767.89 (730)	674.65 (656)	95.70 (96)	90.80 (94)	81.08 (89)

Note: 1) Lower than elementary from education dummies and Jeolla Nam-do dummies from province dummies are excluded for regression analysis.

2) Income represents family income, value takes the natural logarithm of the market value of the insured property, and Debt Ratio represents the debt-to-savings ratio.

3) Experience of storm and flood damages is the dummy variable indicating the past experience of storm and flood damages for the previous ten years.

4) Degree of wearing-out represents the age of the insured property.

5) Risk assessment is the self-assessment of the chance of storm and flood damages by a respondent (1~5 scale).

6) *, **, *** indicate the statistical significance at the 10%, 5%, and 1% level, respectively.

7) Prediction precision is the rate of consistency between the probability of the insurance subscription, greater than 0.5, from the estimated model and the actual subscription.

8) Pearson goodness of fit statistic establishes whether or not an observed frequency distribution differs from a theoretical distribution. It follows chi-square distribution, and the number in the parenthesis is the degree of freedom. Pearson

대해 풍수해보험 가입에 역선택 현상이 발생하고 있다는 주장을 지지해 준다.

그 밖의 추정 결과를 정리하면 다음과 같다. 먼저 주택의 경우 가구주의 연령이 높을수록 보험가입 확률이 높은 것으로 나타났는데, 이는 연령이 높아질수록 위험회피성향이 높아지는 경향을 반영하는 것으로 해석할 수 있다. 한편, 농업 종사자일수록 상대적으로 풍수해위험에 더 많이 노출될 가능성이 크므로 풍수해보험을 구입할 확률이 높을 것이라는 예측 또한 추정 결과와 부합한다. 응답자의 거주지역에 따라 풍수해보험 가입 확률이 크게 달라지는 점은 풍수해위험이 지역적으로 불균형하게 분포할 것이기 때문이라는 설명과 더불어 풍수해보험에 대한 정보 제공의 강도가 지역적으로 상당히 차이가 나기 때문일 것이라는 설명을 동시에 제공한다. 다음으로 응답가구의 소득수준이 낮을수록, 부채부담이 높을수록 주택에 대한 풍수해보험 구입 확률이 높아지는 것으로 나타났다. 이는 주택에 대한 풍수해보험 판매가 소득이 낮은 기초생활보장수급자를 중심으로 이루어진 사실을 반영하는 결과로 해석된다. 기초생활보장수급자를 거의 포함하지 않는 온실의 결과와 비교하면 기초생활보장수급자를 위주로 풍수해보험을 판매한 영향

이 보다 확연하게 드러난다. 주택의 시가가 낮을수록 풍수해보험 가입 확률이 높아지는 현상 또한 기초생활보장수급자를 중심으로 풍수해보험이 확대된 현상을 반영하는 것으로 보인다.

온실의 경우 풍수해보험 가입 결정이 주택과는 다소 다른 양상을 보인다. 먼저 주택의 경우와 마찬가지로 농업부문 종사 여부, 응답자의 거주지역은 여전히 풍수해보험의 가입 여부를 설명하는 유용한 변수로 나타난다. 한편, 주택의 경우와는 달리 응답가구의 소득수준이 높을수록 풍수해보험 구입 확률이 높아지는 것으로 나타났다. 이는 소득수준이 증가함에 따라 절대위험회피도가 증가한다는 현상을 반영하는 것으로 해석할 수 있다. 또한 온실의 경우 기초생활보장수급자가 거의 포함되지 않았다는 사실도 영향을 준 것으로 보인다.

V. 결론 및 정책적 시사점

본 논문에서는 국내 최초로 풍수해보험에 대한 종합적인 설문자료를 바탕으로 풍수해보험시장에서 나타날 수 있는 역선택 문제를 실증적으로 고찰하였다.

국내 풍수해보험시장은 제도적으로 정보비대칭성에 따른 역선택 문제가 불가피하게 발생하는 시장이라는 점에서 학문적으로 흥미로우며, 이를 실증적으로 고찰한 결과 주택/온실 소유주가 풍수해를 경험한 적이 있을수록 풍수해보험에 가입할 가능성이 높아진다는 것이 통계적으로 유의하게 지지됨을 알 수 있었다. 위험도로 나타난 주택 주변의 위험요인 또한 풍수해보험 가입에 통계적으로 유의한 양의 영향을 주는 것으로 나타났다.

풍수해 경험자의 경우, 풍수해 피해 발생 가능성을 더 높게 판단하게 되어, 미가입자의 경우 보험가입 가능성이 증가하고, 기 가입자의 경우 보상비율이 더 높은 상품을 선택하게 될 가능성이 있다는 것을 실증적으로 보였다. 이와 같은 결과는 보험가입자가 납부하는 풍수해보험료에 현실적으로 정부 보조가 필연적인 점을 고려할 때, 후생상 손실을 초래할 가능성이 존재한다는 것을 의미한다. 반면, 풍수해 미경험자들의 경우 보험가입 여부 및 보상비율 선택에 있어서 적정 수준보다 낮은 보험료와 보상수준(underinsurance)을 선택할 가능성도 역시 존재할 수 있다.

따라서 풍수해 경험자의 보험가입 및 보험상품 선택에 있어서 적정 수준 이상의 보험 (overinsurance) 존재 여부 및 그로 인한 후생손실의 존재 여부 역시 중요한 과제라고 할 수 있다. 이에 대한 실증적 분석을 향후 별도의 연구과제로 남겨놓기로 한다.

한편, 현행과 같은 보험료 지원방식은 단순히 공급자의 수용용의금액과 수요자의 지불용의금액 간의 간극을 메우는 것이기 때문에, 지속적인 정부재정 지원을 필요로 할 뿐 아니라 시장조성에 따른 후생의 증가보다 조성비용이 더 크다는 문제점을 안고 있다. 현실적으로 정부가 재정지원을 중단하는 경우 풍수해보험시장이 제대로 작동하지 않게 될 위험이 있다. 풍수해위험에 대한 효과적 대응을 통한 경제주체들의 후생 증가라는 정책목표를 달성하는 데 있어서 풍수해보험을 통한 정부개입이 재난지원과 비교하여 더 효과적인지 그리고 현행 지원방식이 효율성 측면에서 개선의 여지는 없는지 등을 향후 관련 연구에서 추가로 검토할 필요성이 여전히 존재한다.

마지막으로 풍수해보험사업이 정착된 지 얼마 지나지 않아 관련 자료가 미비하여 특정 연도의 설문자료를 사용하였다는 한계점으로 인해 본 연구의 결과를 다른 보험시장에서의 역선택 문제에 적용하거나 풍수해보험시장에서도 단순하게 일반화시키기는 어려울 수 있다.

참고문헌

- 김광호, 「풍수해보험에 대한 이론적 분석」, 『한국개발연구』, 제33권 제4호, 2011.
- 김용덕·김경환, 「자동차보험시장의 역선택에 관한 동태적 실증분석」, 『보험학회지』, 제82집, 2009.
- 김정동, 「한국자동차보험시장에서의 역선택 문제」, 『리스크관리연구』, 제15권 제1호, 2004.
- 신동호, 「자연재해위험의 위험분산과 정부의 역할에 대한 연구」, 『보험개발연구』, 제16권 제2호, 2005, pp.49~75.
- 소방방재청, 「풍수해보험 실무교재」, 2011.
- 이경룡·유지호, 「한국농작물보험시장의 역선택 실증」, 『보험학회지』, 제77집, 2007.
- 하태욱, 「한국 자동차보험시장에서의 역선택 현상에 관한 실증분석」, 연세대학교 대학원 석사 학위논문, 2005.
- 한국개발연구원, 『풍수해보험사업』, 재정사업 심층평가 보고서, 2009.
- Akerlof, George A., “The Market for Lemons: Quality Uncertainty and the Market Mechanism,” *Quarterly Journal of Economics* 84(3), 1970, pp.488~500.
- Cardon, James H. and Igal Hendel, “Asymmetric Information in Health Insurance: Evidence from the National Medical Expenditure Survey,” *RAND Journal of Economics* 32(3), 2001, pp.408~427.
- Cawley, John and Tomas Philipson, “An Empirical Examination of Information Barriers to Trade in Insurance,” *American Economic Review* 89(4), 1999, pp.827~846.
- Chiappori, Pierre-Andre and Bernard Salanie, “Testing for Asymmetric Information in Insurance Markets,” *Journal of Political Economy* 108, 2000, pp.56~78.
- Chiappori, Pierre-Andre, Bruno Jullien, Bernard Salanie, and Francois Salanie, “Asymmetric Information in Insurance: General Testable Implications,” unpublished mimeo, 2002.
- Cohen, Alma, “Asymmetric Information and Learning in the Automobile Insurance Market,” Harvard University, Department of Economics, mimeo, 2001.
- Cutler, David, “Health Care and the Public Sector,” in A. Auerbach and M. Feldstein (eds.), *Handbook of Public Economics*, Volume 4, Amsterdam: North Holland, 2002.

- Finkelstein, Amy and James Poterba, "Adverse Selection in Insurance Markets: Policyholder Evidence from the U.K. Annuity Market," *Journal of Political Economy* 112(1), 2004, pp.183~208.
- Pauly, Mark, "Overinsurance and Public Provision of Insurance," *Quarterly Journal of Economics* 87, 1974, pp.44~62.
- Puelitz, Robert and Arthur Snow, "Evidence on Adverse Selection: Equilibrium Signaling and Cross-Subsidization in the Insurance Market," *Journal of Political Economy* 102, 1994, pp.236~257.
- Rothschild, Michael and Joseph Stiglitz, "An Essay on the Economics of Imperfect Information," *Quarterly Journal of Economics* 90, 1976, pp.629~649.

부록

1. 풍수해보험사업의 주요 내용 및 추진 경과

풍수해보험사업은 민간 손해보험회사가 사업 운영주체로 참여함에 따라 풍수해보험에 대한 금융감독원의 분쟁조정기능을 활용하고 소방방재청이 사업을 관장하면서 국고와 지방비에서 보험료를 지원하는 구도이다. 보험판매와 손해평가업무 등은 보험회사가 주도적으로 하되 필요시 지방자치단체가 지원할 수 있도록 하고 있다. 소방방재청 소속하에 ‘풍수해보험심의위원회’를 두어 풍수해보험사업의 운영에 대한 제반 안건을 심의한다. 풍수해보험사업의 해당 감독기관은 금융위원회이며, 재보험회사를 참여토록 하여 위험분산에 기여하도록 한다.

풍수해보험사업의 대상 재해는 태풍, 홍수, 호우, 강풍, 풍랑, 해일, 대설(「자연재해대책법」 제2조 제2항)로 정하고 있다. 풍수해보험의 보험목적물은 건축법에 의한 건축물과 온실, 축사 및 이에 부수 또는 포함되는 동산으로 정하고 있다. 다만, 2008년 3월 28일 법률 제8998호로 「풍수해보험법」이 개정 공포되어 풍수해보험 보험목적물이 주택법에 의한 주택과 온실, 축사에서 건축법에 의한 건축물과 온실, 축사 및 이에 부수 또는 포함되는 동산으로 확대되었다.

2008년 4월 1일자를 기해 그간 시범적으로 추진해 왔던 풍수해보험사업이 전국 16개 시도 232개 시·군·구로 확대·시행되었다. 이듬해인 2009년 4월 13일 온실 및 축사 보험료를 각각 18%와 7.7% 인하하고 주택에 대해서 침수보험금확장특약을 신설하였다.

2010년 3월 3일 소방방재청은 풍수해보험심의위원회를 개최해 당해 상품 개선을 심의, 의결하여 4월 1일부터 보험회사(동부화재·삼성화재·현대해상)를 통해 풍수해보험 상품판매에 적용하였다. 주요 개선내용을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 먼저 주택의 경우, 세입자 동산 침수피해 발생 시 기본침수보험금을 2배 인상하는 한편, 공동주택의 경우 실손형 상품 가입 시 계약자가 임의선택할 수 있는 자기부담금(10만~50만원) 특별약관을 신설하였다. 다음으로 온실의 경우, 지난 2006~09년 실적 손해율을 반영해 전년 대비 보험료를 평균 12.9% 인하하였다. 마지막으로 축사는 「농어업재해보험

법」이 개정(2009년 3월 5일)되어 농작물재해보험으로 판매(2010년 1월 1일부터)됨에 따라 풍수해보험에서 상품판매가 폐지되었다(2008년 3월 31일 법률 제10224호로 「풍수해보험법」 일부 개정·공포).

한편, 2010년 4월 1일부터 국가재정의 건전성 도모와 주민자율방재의식 고취를 위해 국비로 지원하는 부가보험료를 10%(100% → 90%) 축소하고, 기초생활수급자 지원 위험보험료를 5%(90% → 85%) 축소하였다. 2011년 4월 1일부터 소방방재청은 기상청 ‘예보업무규정’과 ‘국제회계기준(IFRS)’ 등의 개정에 맞춰 2011년 상품(약관)을 개선하여 적용하였다. 풍수해보험상품의 주요 개선내용을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 먼저, 보상하는 재난기준의 현실화로, 기상특보(주의보·경보) 시에 발생한 손해만을 보상하던 것을 예비특보 발령 시에 발생한 손해까지 보상하도록 하고, ‘풍랑’ 재난기준 적용 시 ‘유의 파고가 3m 초과할 때 발생한 손해’를 ‘3m 이상’으로 개정하여 보상기준을 완화하였다. 다음으로, 보험금 지급기한을 현행 14일 이내에서 7일 이내로 단축하여 신속한 복구를 도모하고자 하였다. 마지막으로 개정된 국제회계기준을 반영하여 손해조사비 반영을 부가보험료에서 위험보험료로 변경하였다.

2. 풍수해보험사업의 보험료 구성

〈Appendix Table 1〉에 나타난 바와 같이 개별계약의 경우 위험보험료 69%, 부가보험료 31%로 보험료가 구성되는 반면, 단체계약의 경우 위험보험료 75%, 부가보험료 25%로 보험료가 구성된다.

국가 및 지방자치단체는 보험계약자의 부담을 덜어주기 위해 보험료의 일부를 지원하고 있다. 그 밖에 단체보험 가입 시 할인되는 금액(주민부담 보험료 대비 10%)은 국비로

〈Appendix Table 1〉 Composition of Insurance Premium

Category	Risk premium (A) ¹⁾	Extra premium (B) ²⁾	Total (C=A+B) ³⁾
Individual contract	69%	31%	100%
Group contract (single residence)	75%	25%	100%

- 1) 위험보험료: 향후 보험금 지급의 재원이 되는 보험료.
- 2) 부가보험료: 보험사업자의 사업운영비와 사업수수료 개념의 보험료.
- 3) 영업보험료: 총보험료를 의미하는 것으로 위험보험료와 부가보험료의 합.

지원하도록 규정하고 있다. 특히 주민자율방재체계 구축이라는 측면에서 위험보험료의 최소 10%는 주민부담 유지를 권장하고 있다.⁴⁾ 공동주택은 시설물 복구기준액 90% 가입상품의 지원기준을 준용하되, 「화보법」에 의한 특수건물(16층 이상 아파트)은 풍수해 보험에는 가입할 수 있지만 보험료 지원대상에서는 제외시키고 있다. 또한 부가보험료 지원은 영업보험료의 일정 비율을 약정에 따라 지급하는 정률지급방식으로 변경하여 실시하고 있다.

4) 위험보험료의 10%가 1,000원보다 작을 시에는 최소 1,000원이 주민부담이 된다. 단, 세입자 동산 상품과 같이 보험료가 1,000원 미만인 경우에는 산출된 보험료를 적용한다.

Development Effectiveness of the Paris Declaration: An Empirical Evaluation

Kye Woo Lee

(Visiting Professor, KDI School of Public Policy and Management)

파리선언의 개발효과성: 실증적 평가

이 계 우

(KDI 국제정책대학원 초빙교수)

* The author gratefully acknowledges the contributions made to the empirical analysis by Mr. Sangshin Kim of KDI and Ms. Yoonjei Dong of the KDI School.

이계우: (e-mail) kwlee@kdischool.ac.kr, (address) KDI School of Public Policy and Management, 85, Hoegi-ro, Dongdaemun-gu, Seoul, 130-722, Korea.

- Key Word: **Foreign Aid**(대외원조), **Aid Effectiveness**(원조효과성), **Evaluation**(평가), **Economic Growth**(경제성장), **Paris Declaration**(파리선언)
- JEL Code: H81, H87, O43, O19
- Received: 2013. 1. 17 • Referee Process Started: 2013. 1. 25
- Referee Reports Completed: 2013. 6. 26

ABSTRACT

This study aims to assess the development effectiveness of the Paris Declaration (2005). Using data collected by the OECD/DAC from 78 developing countries for the period 2005~2010, this study evaluates the role played by the Paris Declaration principles alone and in interaction with aid in promoting per-capita GDP growth.

The analysis shows that the overall net impact of aid on promoting economic growth has been negative. However, aid effectiveness has been enhanced by the sound policies or institutions and some Paris Declaration (PD) principles. Of the five principles of the PD, only the alignment and, to some extent, mutual accountability principles of the PD did show a significant and positive role in making aid more effective for economic growth of aid recipient countries. Therefore, OECD's statement that the PD enhances aid effectiveness is supported only partially.

These findings have significant implications for the importance accorded to sound policies and institutions in the growth literature, and for future international development cooperation agenda.

본 연구는 파리선언(2005)의 개발효과를 평가하는 것을 목적으로 한다. 구체적으로 말하면, OECD/DAC가 78개의 개도국으로부터 수집한 2005~10년 기간의 자료를 이용하여, 파리선언의 여러 원칙이 독자적으로 또는 원조와의 상호작용을 통하여 1인당 국민소득의 성장에 기여한 정도를 평가한다.

본 연구의 결과에 의하면, 원조가 독자적으로 국민소득의 증가에 기여한 효과는 부정적이다. 그러나 건전한 정책과 제도가 있는 개도국 또는 파리선언의 몇 가지 원칙이 실시된 국가에서는 원조의 효과가 긍정적이었다. 파리선언의 다섯 가지 원칙 중에서 오직 원조가 개도국의 개발전략과 계획에 연계되어야 한다는 원칙이 적용된 경우와 원조공여국-수원국 상호 간에 상호책임의 원칙이 적용된 경우에는 원조가 경제성장에 긍정적이며 유효한 영향을 미쳤다는 것을 보여 준다. 따라서 파리선언의 원칙들이 원조의 효과성을 제고한다는 OECD의 주장은 오직 부분적으로만 실증된 셈이다.

원조와 파리선언의 개발효과에 관한 이러한 실증적 분석 결과는 건전한 제도나 정책이 경제성장에 중요하다는 경제학 문헌의 주장과 앞으로의 국제개발협력의 논의과제에 주는 의미가 크다.

I. Introduction

This paper aims to evaluate the impact of the Paris Declaration on Aid Effectiveness. In particular, it examines the claim that adopting the declaration's principles helps promote developing countries' economic growth.

At the Second Hi-Level Forum on Aid Effectiveness in Paris (2005), more than 180 Ministers of developed and developing countries responsible for promoting development and Heads of multilateral and bilateral development agencies resolved to take far-reaching reform of the ways they deliver and manage aid. They also agreed on 12 action indicators and targets to be attained by 2010. OECD claims that this Declaration builds on the lessons learned over many years about what works. It also claims that donors and recipients are committed to adopt the best policies and principles in aid management to increase the impact that aid has in reducing poverty and inequality, and increasing growth of developing countries (OECD, 2009).

The Declaration incorporated five principles: establishment of the country ownership of development policies and strategies; alignment of donor aid to developing countries' priorities and systems in a predictable and transparent manner; donor efforts to harmonize aid practices; results-oriented aid management; and mutual accountability by both donors and recipients (Paris High Level Forum, 2005).

In preparation for the Fourth High Level Meeting on Aid Effectiveness in Busan (2011), the OECD published a progress report on the Paris Declaration's implementation. It said that considerable progress had been made toward many of the 12 targets, with one (ownership) being fully met, and noted significant variation in the direction and pace of progress among donors and recipients (OECD, 2011).

However, as yet, there have been no evaluation studies of the Paris Declaration's impact on either poverty reduction or economic growth. Moreover, the OECD's claim that adoption of the Declaration's five principles of aid management would promote economic growth and reduce poverty and inequality has never been tested empirically. This study aims to fill this gap in aid effectiveness debates and determine whether the Paris Declaration has made any positive contribution to aid effectiveness and achievement of the Millennium Development Goals. Such evaluation is important when post-MDG policies and strategies are being actively discussed by both developed and developing country governments, as well as international development agencies. If the five principles of the Paris Declaration were proved to be effective in promoting aid effectiveness and economic growth,

they could be credited to continue playing important role in the post-MDG era. However, to date there has been no empirical proof that the Paris Declaration has facilitated aid effectiveness. Moreover, until the Paris Declaration was agreed upon in 2005, there had been running debates in the literature on aid effectiveness or on the causes of aid ineffectiveness. These topics are still one of the most hotly debated subjects in the literature of development economics. Therefore, this study evaluates empirically whether the Paris Declaration has actually facilitated aid's impact on development.

The rest of this paper is organized as follows: the second section reviews the literature on aid effectiveness, highlighting the significance of the Paris Declaration in quelling the debate over aid management; the third section describes the method and data of the empirical test adopted in this study; the fourth section discusses the findings of the empirical evaluation; and the last section provides concluding remarks and recommendations.

II. Literature Review

Numerous empirical studies have confirmed that economic growth is necessary for sustained improvement of human welfare and poverty reduction (Dollar and Kraay, 2002). Consensus seems to have been largely achieved on the positive role played for economic growth by investment in fixed assets, human capital, policies and institutions, trade, and foreign direct investment. However, scholars disagree on other causes of economic growth.

One dispute is over whether foreign aid can spur developing countries' economic growth. Cross-country studies have tended to yield ambiguous, sometimes even conflicting results. They also differ in the econometric specifications used, the number of years covered in the analysis, the independent variables included, and the number of countries investigated in the studies. Time-series country studies also failed to produce any conclusive results. Both cross-country and time-series literature on aid effectiveness can be divided into two groups: one which argues in favor of aid effectiveness, and the other which argues against aid effectiveness (Hussen and Lee, 2012).

1. Studies in Favor of Aid Effectiveness

The studies that favor aid effectiveness for economic growth are represented by

Papanek (1973), Hansen and Tarp (2000 and 2001), Dalgaard and Hansen (2001), Gomanee *et al.* (2005), and Arndt *et al.* (2010). The most controversial studies are the ones made by the World Bank (1998) and Burnside and Dollar (2000). These studies show that aid is ineffective for per-capita GDP growth in general, but is effective in a sound policy and institutional environment. In other words, aid alone is not effective for economic growth, but becomes effective when it interacts with sound policies

Critics argued that these studies' results are very much dependent on the data and specifications of estimation models and that the policy concept is too narrow (Hansen and Tarp, 2000 and 2001; and Easterly *et al.*, 2003). However, these results, particularly the significant and positive aid-policy interaction effects, are reconfirmed even with a broader concept of policy (i.e., CPIA), refined aid data, and specifications (Collier and Dollar, 2002). On the basis of these reconfirmed results, the Collier and Dollar study demonstrates that assistance would be more effective if more aid were allocated to countries with lower income and sounder policies. Later studies such as Clemens *et al.* (2004) find that aid effectiveness is not conditional on policies, but that aid becomes more effective in developing countries with sounder policies and higher levels of human capital accumulation.

The Paris Declaration principles are a kind of sound policies and institutions for managing aid and aid relationships. Therefore, this study evaluates whether aid becomes effective or more effective when aid donors and recipients have adopted the Paris Declaration principles as part of sound policies and institutions.

2. Studies Against Aid Effectiveness

The studies that argue against aid effectiveness can be divided into three subgroups by the identified causes of ineffectiveness. The first argues that aid is ineffective due to conditions and constraints in developing countries; the second blames the very nature of the donor-recipient relationship; and the third targets the constraints and incentive systems of donor countries (Paul, 2006). They argue that each of these factors prevents aid from being placed in investment or consumption that can be used effectively for growth and poverty reduction.

A. Recipient Constraints

Boone (1996) investigated the impact of foreign aid on investment, consumption, and measures of well-being of 91 countries for the period 1971~1990. He found that aid increased consumption more than investment and growth. Boone argued that the

current political regimes in recipient countries prevent aid from being an effective tool for promoting growth, and that a liberal political regime is important for growth promotion and poverty reduction through aid. Since government is not representative and serves particular interest groups (through distortionary taxes), aid becomes distorted to serve the interest groups. Therefore, poverty reduction and human development do not improve. Other studies follow more or less the same line of argument (Adam and O'Connell, 1999; Pedersen, 1995; Svensson, 2000; Lahiri and Raimondos-Møller, 2004).

Ovaska (2003) studied 86 developing countries over the period 1975~1998 and found a negative relationship between aid and economic growth mainly because the aid-policy interaction term turned out to be consistently negative. In other words, giving more aid to countries with good policies and institutions worked against economic growth. The author suspects that aid may have played a role against the work efforts of the recipient countries or donors must have tied the use of the aid against growth. In contrast to earlier studies, the author used a broader measure of policy and institution, two alternative concepts of aid, and a fixed effect least squares model.

Rajan and Subramanian (2005 and 2007) also failed to find any positive effects of aid on economic growth in the short and medium terms, and even found a negative relationship in the long run. They suspect that aid might reduce the quality of governance since aid inflows might reduce the need for governments to tax the governed or enlist their cooperation.

B. Agency Problems in Aid Relationship

Kanbur and Sandler (1999) and other studies (Azam and Laffont, 2003; Dixit, 2003; Laffont and Martimort, 2002; Martens *et al.*, 2002; Seabright, 2002) argue that as with a principal and agent contract, a donor and recipient relationship produces conflicting views on the objective of aid (desirability of poverty reduction), divergent interests, and asymmetric information. Consequently, donors and recipients typically have mismatched incentives, broken information feedback, and a reluctance to collaborate toward institutional reform.

To overcome such a dysfunctional relationship, the studies suggest that conditionality be used in all types of aid, or that all bilateral aid be pooled and entrusted to a multilateral aid agency for objective and optimal allocation to all eligible developing countries (Kanbur, 2003). However, records have shown problems with conditionality aid: donor-designed projects depriving recipients of ownership, moral hazards and adverse selection, cooperation among donors producing crowding-out effects, weakening donors' commitment, incomplete

enforcement of conditionality, and ultimately shaken credibility of conditionality (Svensson, 2003; Pedersen, 2001).

Therefore, some studies argue for ex-post conditionality in contrast to traditional ex-ante conditionality, favoring aid for sector and budget support programs, or linking aid allocations to observed outputs or results (Adam *et al.*, 2004; Nissanke, 2008). Without a doubt, aid with ex-post conditionality enhances the predictability of aid allocations, ownership of recipients, and sounder donor-recipient relationships. However, performance-based aid allocations and aid with ex-post conditionality also have encountered problems with recipients' limited absorptive capacity and have created a high level of aid volatility (Eifert and Gelb, 2005).

C. Donor's Constraints

Alesina and Dollar (2000) attribute aid ineffectiveness to historical relations, such as that of a donor country to a former colony, and to donors' strategic behaviors. The strategic behaviors include not only exchange of political gifts by governments at international negotiations (Lundborg, 1998), but also enterprises' lobbying activities to pursue economic and commercial interests in recipient countries (Villanger, 2006). Some studies attribute aid ineffectiveness to the failure of bureaucracy in allocating aid optimally and closely monitoring and evaluating execution of aid projects and programs (Easterly, 2003).

D. Paris Declaration on Aid Effectiveness

Adoption of the Paris Declaration on Aid Effectiveness in 2005 was based on the realization that aid ineffectiveness was caused by a combination of failures on the part of both donors and recipients. Such realization was fostered through discussions at the First High Level Forum on Harmonization in Rome in 2003 and at the Roundtable on Managing for Development Results in Marrakech in 2004.

As mentioned before, the Paris Declaration incorporated five principles derived from the past failures of both donors and recipients. The principles sought to encourage both donors and recipients to collaborate on enhancing aid effectiveness and be mutually accountable on aid management. These principles of the Paris Declaration takes into account the earlier argument that emphasized the agency problem in the donor-recipient relationship. Recipients are urged to take greater ownership of development policies and strategies; donors are urged to coordinate and harmonize aid efforts with recipients and other donors. These principles of the Paris Declaration aim to overcome the past criticisms that highlighted either only the recipients' constraints or only the donors' problems.

Under the OECD's auspices, more than 180 representatives of donors and

recipients established 12 indicators and action targets to be achieved by 2007 and 2010 to assess progress on the five principles of the Paris Declaration. These 12 indicators were: operational development strategies, reliable public financial management systems, reliable procurement systems, alignment of aid flows with national priorities, coordinated support, use of recipient-country public financial management systems, use of recipient-country procurement systems, avoidance of parallel project implementation, aid predictability, untied aid, use of common arrangements or procedures, joint missions and joint country analytic work, results-oriented frameworks, and mutual accountability.

In the end, 78 countries voluntarily agreed to participate in the monitoring program, and the monitored results were published at the mid-term review in 2008 (Clay *et al.*, 2008) and the completion review in 2011 (OECD, 2011). The OECD promoted the Declaration, saying that it enhances aid effectiveness and contributes to the achievement of the Millennium Development Goals. Unfortunately, one critical shortcoming of the Declaration is that more than eight years after the launch of the Paris Declaration, there has been no evaluation of the agreement's impact on either economic growth or poverty reduction through aid.

Such an assessment can be made by following the methods and procedures of the proponents of aid effectiveness. The hypothesis to be tested is that aid is ineffective in general, but is effective in an environment where the five principles of the Paris Declaration are prevalent. An alternative hypothesis is that aid is effective in general, but is more effective in an environment where the Paris Declaration principles are actively practiced. To test these hypotheses, we can also adopt a growth equation that includes not only aid, but also an interactive term between aid and the Paris Declaration Indicators, following the precedent analyses with an interactive term between aid and policy (Burnside and Dollar, 2000; Collier and Dollar, 2002).

Another shortcoming of the Paris Declaration is that it does not include any principles related to the rational or optimal allocation of aid. Although several studies have pointed out irrational or suboptimal aid allocation practices for historic, strategic, or commercial reasons (Alensina and Dollar, 2000), the Paris Declaration does not include any principles that can serve to improve this area. Some studies bear out the trend of more selective aid allocations in line with optimal aid allocation criteria since the end of the Cold War (Dollar and Levin, 2004; Bandyopadhyay and Wall, 2007). However, more recent studies show that suboptimal aid allocation practices are still rampant (Lee, 2012a and b). If the aid allocation is distorted at the early stage of an aid cycle, no efforts to improve aid management at later stages will be able to enhance aid effectiveness much.

III. Empirical Evaluation Method and Data

The basic specification of the growth equations used in this study is as follows:

$$\begin{aligned} \text{gPCGDP}_{it} = & a + b_1 \text{IPCGDP}_{it} + b_2 (\text{Inv/GDP})_{it} + b_3 \text{HC}_{it} + b_4 (\text{Export/GDP})_{it} \\ & + b_5 (\text{FDI/GDP})_{it} + b_6 (\text{Aid/GDP})_{it} + b_7 (\text{Aid/GDP})_{it}^2 + b_8 \text{CPIA}_{it} \\ & + b_9 (\text{Aid/GDP})_{it} * \text{CPIA}_{it} + b_{10} \text{ICRG}_{it} + b_{11} (\text{Aid/GDP})_{it} * \text{ICRG}_{it} \\ & + b_{12} \text{Pop}_{it} + b_{13} \text{PD}_{it} + b_{14} (\text{Aid/GDP})_{it} * \text{PD}_{it} + e_{it} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{gPCGDP}_{it} = & a + b_1 \text{IPCGDP}_{it} + b_2 (\text{Inv/GDP})_{it} + b_3 \text{HC}_{it} + b_4 (\text{Export/GDP})_{it} \\ & + b_5 (\text{FDI/GDP})_{it} + b_6 (\text{Aid/GDP})_{it} + b_7 (\text{Aid/GDP})_{it}^2 + b_8 \text{CPIA}_{it} \\ & + b_9 (\text{Aid/GDP})_{it} * \text{CPIA}_{it} + b_{10} \text{ICRG} + b_{11} (\text{Aid/GDP})_{it} * \text{ICRG}_{it} \\ & + b_{12} \text{Pop}_{it} + b_{13} \text{PD-1}_{it} + b_{14} (\text{Aid/GDP})_{it} * \text{PD-1}_{it} + b_{15} \text{PD-2}_{it} \\ & + b_{16} (\text{Aid/GDP})_{it} * \text{PD-2}_{it} + b_{17} \text{PD-3}_{it} + b_{18} (\text{Aid/GDP})_{it} * \text{PD-3}_{it} \\ & + b_{19} \text{PD-4}_{it} + b_{120} (\text{Aid/GDP})_{it} * \text{PD-4}_{it} + b_{21} \text{PD-5}_{it} \\ & + b_{22} (\text{Aid/GDP})_{it} * \text{PD-5}_{it} + e_{it} \end{aligned} \quad (2)$$

where

i and t: country and year (during 2005~2010),

gPCGDP: growth rates of per capita real GDP in constant 2005 US \$ prices,

IPCGDP: initial per capita real GDP in constant 2005 US \$ prices,

Inv/GDP: the ratio of investment to GDP (%),

HC: the secondary education enrollment rate (% of age group) as a proxy for human capital,

Aid/GDP: the ratio of Aid to GDP (%) where Aid is defined as official development assistance,

(Aid/GDP)²: square of Aid/GDP,

CPIA: proxy index of macroeconomic and social protection policies,

(Aid/GDP)*CPIA: an interactive term between the aid ratio and policy,

ICRG: proxy index of the institutional quality,

(Aid/GDP)*ICRG: an interactive term between the aid ratio and institutional quality,

Pop: population growth rate,

Export/GDP: the ratio between exports and GDP (%),

FDI/GDP: the ratio between FDI inflows and GDP (%),

PD: a composite index of Paris Declaration principles (%), which is a simple

average of five subcomponent indexes: PD-1, PD-2, PD-3, PD-4, and PD-5,
 (Aid/GDP)*PD: an interactive term between the aid ratio and the PD,
 PD-1: the Paris Declaration Indicator for the ownership principle (%),
 PD-2: the Paris Declaration Indicator for the alignment principle (%),
 PD-3: the Paris Declaration Indicator for the harmonization principle (%),
 PD-4: the Paris Declaration Indicator for the results principle (%),
 PD-5: the Paris Declaration Indicator for the mutual accountability principle (%),
 (Aid/GDP)*PD-1: an interactive term between the aid ratio and PD-1,
 (Aid/GDP)*PD-2: an interactive term between the aid ratio and PD-2,
 (Aid/GDP)*PD-3: an interactive term between the aid ratio and PD-3,
 (Aid/GDP)*PD-4: an interactive term between the aid ratio and PD-4,
 (Aid/GDP)*PD-5: an interactive term between the aid ratio and PD-5,
 e: an error term.

Since the main objective of aid (Official Development Assistance: ODA) in this millennium era is understood as poverty reduction, the development effectiveness of the Paris Declaration should also be explored from the poverty reduction point of view. However, this study focuses on the economic growth objective of aid for two reasons. First, although poverty can be reduced by aid for delivering consumption goods directly to the poverty group, a more sustainable way of reducing poverty is to use aid for investment to promote pro-poor growth of the whole economy including the poverty group. Second, an effective way of exploring the development effect of the Paris Declaration is to collect data from the countries, which participated voluntarily in the monitoring and evaluation process of the Declaration. However, poverty indicators are not uniformly defined and compiled in those participating countries for every year. In terms of data, it is much easier and more reliable to compare the economic growth performance of the participating countries. Therefore, this study focuses on exploring the economic growth effects of the Paris Declaration.

The growth equations as specified above draw on the large empirical literature on growth. Of course, the current literature on growth, especially the cross-country regression method for accounting growth, has several limitations. First, the cross-country regressions typically include control variables (such as investment and human capital) that are associated with transition dynamics as well as with steady-state income, making it hard to say that the magnitude of the coefficient on initial income picks up all transition dynamics. Second, the models do not use observable control variables that will fully capture differences in steady states. Third, the

control variables (for example, aid) often cannot avoid the endogeneity problem vis-à-vis growth (Klenow and Rodriguez-Clare, 1997). However, the main concern of this study is not to account for the speed of growth or convergence, but to explore the contribution of the Paris Declaration principles to aid effectiveness in promoting growth. Therefore, this study simply takes advantage of the cross-country regression method, accepting its limitations and avoiding the main controversy among different growth models. This study does not use the pure cross-country regression method, but adopts a cross-country and time-series panel regression method, controlling for differences in steady states among countries. Also, this study uses proper econometric techniques to avoid the endogeneity problem between some control variables and growth.

The two equations above allow growth rates during the study period to depend on the initial level of GDP per capita, so that the model can measure the conditional rate of convergence of the economy to its long-run steady-state position. Based on the neo-classical economic growth model, the coefficient on this variable is expected to be negative, i.e., the higher the initial income level, the lower the growth rate.

The general strategy of the model is to account for policy and institutional distortions in developing countries in view of the emphasis placed on these factors in the growth literature. For this purpose, this study uses the Country Performance and Institution Assessment (CPIA) and the International Country Risk Guide (ICRG) Indexes. The CPIA index measures soundness of macroeconomic and social protection policies of a country. The CPIA, compiled by the World Bank, has 20 equally weighted components, each ranking all countries ordinally from one through six, which indicates the best performance. This policy index is expected to show positive effects on growth, as in the earlier empirical studies (Burnside and Dollar, 2000; Collier and Dollar, 2002).

The International Country Risk Guide (ICRG), which captures the institutional quality, measures long-term characteristics of a country that affect both growth performance and policy. This study adds only three scores among many sub-categories of the composite index: corruption (0~6 scores), law and order (0~6 scores), and bureaucracy quality (0~4 scores). All three components are clearly linked to governance, highly relevant for development issues, and scaled so that a higher level indicates a better quality. Like the policy variable, this institutional quality variable is expected to show positive effects on growth, as in the earlier studies. Another such explanatory variable is population growth rates, which may affect per capita GDP growth either negatively or positively.

The growth equations above include three additional independent variables, which have not usually been included in earlier empirical growth literature. They are

investment ratios, secondary school enrollment rates, export ratios, and FDI ratios. The neoclassical growth theory identifies these variables as important determinants of growth. Increases in the investment ratios will expand capital available per capita, the higher secondary school enrollment rates will indicate the higher skill level of the population and total productivity, and the rising export ratio and FDI ratio will increase not only availability of resources needed for investment, but also technological diffusion (Barro and Sala-i-Martin, 1995; Barro, Mankiw, and Sal-i-Martin, 1995; Lucas, 1988; Romer, 1990; and Klenow and Rodriguez-Clare, 1997). Therefore, their inclusion in the growth equations will reduce the potential bias in the estimation of coefficients by limiting the omitted variables, and these variables are expected to show positive effects on growth.

The sign of the Aid variable (Ai/GDP) in this study is uncertain in view of the hot debate among development economists and the varying results of existing empirical studies. However, the sign of the aid square variable would be negative, as several previous studies show. An ever increasing amount of aid beyond the absorptive capacity of the recipient countries would result in a diminishing return to aid on economic growth.

The main focus of the growth equations in this study is the interactive terms. As in earlier studies, especially by Burnside and Dollar (2000) and Collier and Dollar (2002), the growth equations above include an interactive term between aid and policy: $(Aid/GDP)*CPIA$. In addition, they include an interactive term between aid and institutional quality: $(Aid/GDP)*ICRG$. The rationale for these interactive terms is that aid may not be effective by itself, but may become effective in a sounder policy and institutional quality environment. For the same reason, the growth equations of this study include an interactive term between aid and PD. Aid may not be effective by itself; however, as the OECD has stated, aid would become effective with an increasing level of the PD indicators, as PD is a part of sound policies and institutions. Therefore the interactive term would show a positive sign.

In growth equation (1), the PD is a simple average of the five-PD principle indicators, representing the degree of: (i) ownership of aid recipients (PD-1); (ii) alignment of donor's aid with recipient's development strategy, investment programs, and public finance and procurement systems (PD-2); (iii) harmonization of aid programs and activities among donors (PD-3); (iv) result-orientation of aid management by both donors and recipients (PD-4); and (v) mutual accountability between donors and recipients (PD-5). Like policy and institution variables in the earlier studies, this Paris Declaration Index variable is expected to have positive effects on per capita income.

In growth equation (2), the PD is disaggregated into five subcomponents,

following the five principles of the Paris Declaration. Both the composite PD Index and five disaggregated PD Indexes are drawn from the “Aid Effectiveness 2005~2010: Progress in Implementing the Paris Declaration” (OECD, 2011), which was prepared by the OECD/DAC Working Party on Aid Effectiveness. The report is based on the findings of the 2011 Survey on Monitoring the Paris Declaration, which was conducted with support from donor organizations, participating country governments, and civil society organizations regarding the 12 monitoring indicators of the Paris Declaration in each of the participating countries. A total of 78 countries and territories participated in the 2011 survey, compared with 55 countries in 2008 and 34 countries in 2006 surveys. The data are expressed in percentages; however, some monitoring indicators (1, 2a, 2b, and 11) are assessed on an alphabetic or numeric scale, which are converted into percentages for consistency and comparability in this study, as follows: “A” = 90%, “B” = 80%, “C” = 70%, “D” = 60%, and “E” = 50%. Likewise, “4.5” = 90%, “4” = 80%, “3.5” = 70%, “3” = 60%, “2.5” = 50%, “2” = 40%, and “1.5” = 30%.

The growth equations as specified above can be estimated by several econometric methods, such as pooled OLS, Fixed Effect, Random Effect, and Hausman-Taylor analyses. The pooled OLS analysis can be biased due to unobserved individual factors. Thus, the Fixed and Random Effect analyses would be better estimation methods with the cross-section and time-series panel data. The Fixed Effect analysis is a more appropriate than the Random Effect analysis when the unobserved factors are correlated with explanatory variables. However, the Fixed Effect analysis cannot offer estimations for time-invariant variables. The Random Effect analysis makes a more efficient estimation when the unobserved individual factors are uncorrelated with explanatory variables. Therefore, the Hausman-Taylor analysis can be a better alternative. It can not only offer an estimation of the coefficient of the time-invariant variables, but also offer an efficient estimate even when the unobserved individual factors (u_i) are correlated with the explanatory variables, as long as the explanatory variables are uncorrelated with the idiosyncratic error (e_{it}). Moreover, it has an additional advantage. It can estimate the growth equation by controlling potential endogeneity between the dependent variable and some explanatory variables, such as the aid variable and the interactive terms between aid and policy or institution variables. It can test whether the estimation properly excluded those variables as instruments or not with a Chi square test.

The growth equations were estimated, using the data from 78 developing countries over the period 2005~2010. Sources for the data are summarized in <Appendix Table 1>, and a summary of the statistics is provided in <Appendix

Table 2>. Data for the variables included in the growth equations are mostly obtained from the World Bank's World Development Indicators, except for the PD index and its subcomponents, which come from the 2011 OECD progress report.

IV. Empirical Test Findings

The results of the empirical test are summarized in the following table.

The overall specification test shows that equation (1) is not a satisfactory specification for simultaneous estimation of the variables. The Wald Chi square is not sufficiently large enough at the usual levels of significance. In contrast, the equation (2) is not rejected by the Wald Chi square test at a low level of significance. The only difference between the two growth equations is that while equation (1) uses a composite index of the Paris Declaration, equation (2) adopts a disaggregated index for each of the five principles of the Paris Declaration. During the estimation of equation (2), the CPIA and the interactive term between aid and CPIA variables are dropped, possibly due to the high collinearity between CPIA and ICRG. For this reason, equation (1) was estimated again without the CPIA and its interactive terms. However, the modified specification (1) again failed to pass the overall specification test, as shown in Table 1.

<Table 1> Regression Results

Dependent variable: growth rate of per capita GDP	Hausman-Taylor analysis method		Expected sign of coefficient
Independent variables	Equation 1	Equation 2	Equation 2
Initial GDP per capita	0 (0.31)	-0.004 (0.77)	(-)
Investment/GDP	0.151 (1.73)*	0.46 (2.83)***	(+)
Human capital	-0.008 (0.17)	-0.408 (3.73)***	(+)
Export/GDP	0.029 (0.67)	0.313 (2.71)***	(+)
FDI/GDP	-0.025 (0.24)	-0.964 (4.64)***	(+)
Aid/GDP	-1.267 (1.77)*	-9.707 (4.47)***	(+/-)
(Aid/GDP) ²	0.01 (0.51)	-0.053 (2.25)**	(-)

<Table 1> Continued

Dependent variable: growth rate of per capita GDP	Hausman-Taylor analysis method		Expected sign of coefficient
Independent variables	Equation 1	Equation 2	Equation 2
ICRG	-0.87 (1.35)	-4.501 (2.07)**	(+)
ICRG*Aid	0.11 (1.24)	0.43 (1.95)*	(+)
Population growth	-0.909 (0.85)	-3.192 (1.07)	(+/-)
PD	-0.016 (0.58)		(+)
PD*Aid	0.006 (0.76)		(+)
PD-1		-0.036 (0.3)	(+)
PD-2		-0.602 (4.37)***	(+)
PD-3		0.453 (4.29)***	(+)
PD-4		-0.131 (1.18)	(+)
PD-5		0.095 (0.52)	(+)
Aid*PD-1		0.009 (0.95)	(+)
Aid*PD-2		0.115 (4.80)***	(+)
Aid*PD-3		-0.04 (4.28)***	(+)
Aid*PD-4		-0.017 (2.67)***	(+)
Aid*PD-5		0.018 (1.87)*	(+)
Constant	8.984 (1.41)	83.506 (3.41)***	
Number of observations	79	54	
Overall specification test	Wald $\chi^2(12)=12.02$ Prob > $\chi^2=0.4443$	Wald $\chi^2(20)=122.80$ Prob > $\chi^2=0.0000$	
Over-identification test	$\chi^2(7)=9.43$ Prob > $\chi^2(7)=0.2231$	$\chi^2(11)=11.67$ Prob > $\chi^2(11)=0.3888$	

Note: 1) Numbers in parentheses are z-value.

2) *, **, *** represent the level of significance at 10%, 5%, and 1%, respectively.

The estimation of equation (2) without the CPIA and its interactive term with the aid variable passed not only the Wald Chi square test for a simultaneous estimation, but also the over-identification test. For an instrumental variable estimation, this study uses aid and its interaction with institution (ICRG) and five disaggregated Paris Declaration indexes as instruments since these variables may have endogeneity problems with the dependent variable, i.e., growth of GDP per capita. In other words, while the growth rate of income may be explained by the aid and its interactive terms, they may also be influenced by the growth rate of income. The over-identification Chi square test cannot reject the null hypothesis that the excluded instruments are valid instruments, i.e., uncorrelated with the error term and correctly excluded from the estimated equation. Therefore, this study's designation of the aid and its interactive terms as instruments is entirely proper. The over-identification test also shows that this study's estimation is robust to heteroskedasticity in the errors.

The estimation result of equation (2) shows that the variations in the growth rate of GDP per capita are explained significantly by all the determinants that are traditionally mentioned in the growth literature, except the initial GDP per capita. Investment and export variables have positive effects on growth of GDP per capita. However, human capital and FDI variables have negative effects on growth in this data set. FDI is possibly in a substitutional relationship with aid.

The coefficient on the institution variable (ICRG) is significant but negative, contrary to our expectation. However, its interactive term with aid is positive, which means that aid alone has negative effects on growth, but when aid is given to countries with good institutions and effective government, aid has positive effects on growth of per capita income. In other words, aid effectiveness is conditional on the level of institutions and governance. This finding is consistent with World Bank (1998), Burnside and Dollar (2000), and Collier and Dollar (2002) studies.

The (Aid/GDP) and its square variables have a negative sign. Therefore, although aid does not appear to have positive effects on economic growth, aid does have a diminishing return, which is consistent with the earlier studies (Burnside and Dollar, 2000; Hansen and Tarp, 2000; Dalgaard and Hansen, 2001; Collier and Dollar, 2002). However, overall net effects of aid on economic growth should be assessed not on the basis of the sign of the (Aid/GDP) variable alone, but the marginal impact of aid on growth (G_a), which can be derived from equation (2) (on the basis of estimated significant coefficients only), as follows:

$$G_a = -9.707 + 2 * (-0.053) (\text{Aid/GDP}) + 0.43 (\text{ICRG}) + 0.115 (\text{PD-2}) \\ + (-0.04) (\text{PD-3}) + (-0.017) (\text{PD-4}) + 0.018 (\text{PD-5}) \quad (3)$$

Aid can affect growth not only independently, but also in interaction with other policy/institution variables. If we take the average value of the variables in equation (3) from <Appendix Table 2>, the marginal impact of aid on growth is negative. Therefore, aid has negative effects on growth of GDP per capita. This finding is congruent with Ovaska (2003), but different from Hansen and Tarp (2000 and 2001). This may imply that aid has not been allocated to the countries that are capable of using the aid effectively for economic growth, and/or aid has not been applied to the sectors or programs, so as to be used productively for growth of per capita income. Or it may mean that aid has simply substituted for domestic resources used before the aid came in, and therefore no net additional resources have been invested for growth of the recipient economy as a whole (i.e., aid fungibility). These interpretations are consistent with the findings of the earlier studies by Easterly (2003), Heller (2005), Rajan and Subramanian (2005), and Lee (2012a and b).

Among the disaggregated Paris Declaration Indicators, the coefficient of PD-2 (donors' aid aligned with recipient's development strategy and programs), which has a negative sign, and PD-3 (harmonization among donors), which has a positive sign, is statistically significant. PD-1 (setting up development strategy and programs by recipients), PD-4 (result-based aid management by donors and recipients), and PD-5 (mutual accountability between donors and recipients) have statistically insignificant coefficients.

However, when these PD indicators interact with aid, (Aid*PD-2) and (Aid*PD-5) have positive effects on growth of per capita income, and (Aid*PD-3) and (Aid*PD-4) have small but negative effects on growth of per capita income. (Aid*PD-1) is statistically insignificant. This means that in promoting growth of per capita income, it is extremely important to have aid aligned with recipient country's development strategy and operational programs, making use of recipient's public finance management and procurement systems, and mutually accountable mechanisms by both recipients and donors. This finding is consistent with the OECD progress report (2011). It reports that only one item in PD-2 out of 12 monitoring indicators of the Paris Declaration has been achieved during 2005~2010 period; less clear and consistent progress has been attained in the rest of PD-2 and PD-3 indicators; and the least progress has been made in PD-4 and PD-5 indicators.

Also, this study shows that setting up development strategy and programs by recipients (PD-1) alone or establishing sound public finance management and procurement system (PD-2) alone is insufficient to make any positive effects on growth of income. However, when the recipient's development agenda and public sector management systems are supported by aid (i.e., PD-2*Aid/GDP), they make positive effects on growth of per capita income. The same can be said on the mutual

accountability (PD-5*Aid/GDP). Therefore, OECD's statement that the Paris Declaration principles are effective in promoting aid to make contributions to economic growth is only partially supported by the data set of this study.

V. Conclusion and Recommendations

Although aid has been conceived as one of the most powerful policy tools for growth and poverty reduction in developing countries, its effectiveness has been challenged and debated for a long time. However, ever since the Paris Declaration was adopted by some 180 representatives of developed and developing country governments and international development organizations in 2005, it has been touted by OECD as the most appropriate principles and practices to make aid more effective in developing countries. Although more than eight years have passed since the Paris Declaration was adopted, there has been no rigorous analysis to evaluate its empirical impact on development. This study attempts to fill this gap in the literature.

Using the data collected by the OECD/DCD working party from 78 developing countries over the period 2005~2010, this study has analyzed the role played by the Paris Declaration principles alone and in interaction with aid in promoting growth of per-capita GDP of the sampled countries. The analysis shows that the overall net impact of aid on economic growth of developing countries has been negative, but that aid effectiveness has been enhanced by sound institutions and some principles of the Paris Declaration. The five PD indicators alone had some mixed effects on economic growth. However, when they interact with aid, some of them enabled aid to have positive effects on economic growth. In particular, the alignment and, to some extent, the mutual accountability principles did play a significant and positive role in making aid more effective for economic growth of developing countries. Regarding the rest of the PD indicators, however, there is no positive evidence that they promote aid effects on economic growth in aid recipient countries.

These results contrast sharply with the Dalgaard and Hansen (2001) and Hansen and Tarp (2000 and 2001) studies, but are congruent to some extent with the findings of earlier studies (World Bank, 1998; Burnside and Dollar, 2000; Collier and Dollar, 2002) in the sense that aid effectiveness has been promoted by sound institutions and policies including some principles of the Paris Declaration.

The ineffectiveness of some principles of the Paris Declaration challenges the prominent role given to policies and institutions for economic growth in the literature (Acemoglu *et al.*, 2005; North, 2005; Rodrik *et al.*, 2004; Collier and

Dollar, 2002; Burnside and Dollar, 2000). Conceptually and theoretically speaking, it is persuasive to hypothesize that the Paris Declaration enhances aid effectiveness in promoting economic growth. Empirically, however, this study can confirm only partial evidence for this hypothesis. There may be several reasons for this discrepancy and shortcoming.

First, the six-year period covered in this study may be too short for the PD to make any visible impact on aid effectiveness. Second, progress made in implementing the Paris Declaration may have been too modest to make any significant and broad impact on aid effectiveness. Among the targets set for the 12 PD indicators, only one (alignment) was fully met, and all the other targets were attained only moderately (OECD, 2011). Third, the Paris Declaration itself may be deficient in some manner. As indicated in the literature review above, neither the Declaration nor its PD indicators include any principles or targets related to rational or optimal allocations of aid by recipient countries, sectors, or programs.

It is therefore recommended that to address the first possibility mentioned above, new empirical studies to evaluate the Paris Declaration's role in enhancing aid effectiveness be launched again after more time has elapsed. In the meantime, both aid donors and recipient countries should make stronger efforts to implement the principles and indicators of the Paris Declaration. Finally, partners of the Paris Declaration should expand its scope to include some policies or principles related to optimal aid allocations to ensure that aid are placed to the right countries, sectors, and programs that can use it effectively for economic growth and poverty reduction.

Recently, it appears that, both developed and developing countries, as well as international development organizations and NGOs, are arguably being too hasty in planning future international development cooperation. Rather than focusing on attaining or exceeding the targets of the Paris Declaration and then assessing their effectiveness on economic growth and development, the 2011 Busan Consensus forged a new global agreement for international development cooperation and aimed to improve effectiveness and coherence of all development policy tools simultaneously (such as resource mobilization, service delivery, foreign direct investment, trade, environmental protection, anti-climate changes, institutional changes, private sector development, recovery from economic downturns, food security, fuel price control, and future shocks prevention). The scope of the agenda goes much beyond effective aid management and seems much broader and more ambitious than what is warranted by the achievement record of the Paris Declaration to date. To promote development effectiveness, it is required to conceive policies broadly; however, a more focused action is recommended to make aid effective first.

References

- Acemoglu, D., S. Johnson, and J. A. Robinson, "Institutions as the Fundamental Cause of Long Run Growth," in P. Aghion and S. Durlauf (eds.), *Handbook of Economic Growth*, Amsterdam: North Holland, 2005, pp.385~472.
- Adam, C. and S. O'Connell, "Aid, Taxation, and Development in Sub-Saharan Africa," *Economics and Politics* 11(3), 1999, pp.225~253.
- Adam, C., G. Chambas, P. Guillaumont, S. Guillaumont Jeanneney, and J. W. Gunning, "Performance-based Conditionality: A European Perspective," *World Development* 32(6), 2004, pp.1059~1070.
- Alesina, A. and D. Dollar, "Who Gives Foreign Aid to Whom and Why," *Journal of Economic Growth* 5(1), 2000, pp.33~63.
- Arndt, C., S. Jones, and F. Tarp, "Aid, Growth, and Development: Have We Come Full Circle?" *Journal of Globalization and Development* 1(2), 2010, p.5.
- Azam, Jean-Paul and Jean-Jacques Laffont, "Contracting for Aid," *Journal of Development Economics* 70(1), 2003, pp.25~58.
- Bandyopadhyay, S. and H. J. Wall, "The Determinants of Aid in the Post-Cold War Era," *Federal Reserve Bank of St. Louis Review* 89(6), 2007, pp.533~547.
- Barro, R. J. and X. Sala-i-Martin, *Economic Growth*, McGraw Hill, 1995.
- Barro, R. J., N. G. Mankiw, and X. Sala-i-Martin, "Capital Mobility in Neoclassical Models of Growth," *American Economic Review* 85(1), 1995, pp.103~115.
- Boone, P., "Politics and the Effectiveness of Foreign Aid," *European Economic Review* 40(2), 1996, pp.289~329.
- Burnside, C. and D. Dollar, "Aid, Policies, and Growth," *American Economic Review* 90(4), 2000, pp.847~868.
- Clay, E. J., M. Geddes, L. Natali, and D. W. te Velde, "The Developmental Effectiveness of Untied Aid: Evaluation of the Implementation of the Paris Declaration and of the 2001 DAC Recommendation on Untying ODA to the LDCs," Phase I Report, London: Overseas Development Institute, 13th October 2008.
- Clemens, M., S. Radelet, and R. Bhavnani, "Counting Chickens When They Hatch: The Short-term Effect of Aid on Growth," Center for Global Development Working Paper, No. 44, 2004.
- Collier, P. and D. Dollar, "Aid Allocation and Poverty Reduction," *European Economic Review* 46(8), 2002, pp.1475~1500.
- Dalgaard, C. J. and H. Hansen, "On Aid, Growth and Good Policies," *Journal of Development Studies* 37, 2001, pp.17~41.

- Dixit, A., "Some Lessons from Transaction-cost Politics for Less-developed Countries," *Economics and Politics* 15(2), 2003, pp.107~134.
- Dollar, D. and A. Kraay, "Growth Is Good for the Poor," *Journal of Economic Growth* 7, 2002, pp.195~225.
- Dollar, D. and V. Levin, "The Increasing Selectivity of Foreign Aid, 1984~2002," Policy Research Working Paper, No. 3299, Washington, D.C.: World Bank, 2004.
- Easterly, W., "The Cartel of Good Intentions: The Problem of Bureaucracy in Foreign Aid," *Journal of Policy Reform* 5(4), 2003, pp.1~28.
- Easterly, W., R. Levine, and D. Roodman, "New Data, New Doubts: A Comment on Burnside and Dollar's 'Aid, Policies, and Growth' (2000)," NBER Working Paper, No. 9846, National Bureau of Economic Research, 2003.
- Eifert, B. and A. Gelb, "Coping with Aid Volatility," *Finance and Development* 42(3), Washington, D.C.: IMF, 2005.
- Gomanee, K., S. Girma, and O. Morrissey, "Aid and Growth in Sub-Saharan Africa: Accounting for Transmission Mechanisms," *Journal of International Development* 17, 2005, pp.1055~1075.
- Hansen, H. and F. Tarp, "Policy Arena Aid Effectiveness Disputed," *Journal of International Development* 12, 2000, pp.375~398.
- Hansen, H. and F. Tarp, "Aid and Growth Regressions," *Journal of Development Economics* 64, 2001, pp.547~570.
- Heller, P., "Making Aid Work," *Finance and Development* 42(3), Washington, D.C.: IMF, 2005.
- Hussen, M. S. and K. W. Lee, "Impact of Foreign Aid on Economic Growth in Ethiopia," *International Studies Review* 13(2), 2012, pp.87~111.
- Kanbur, R., "The Economics of International Aid," in Serge-Christophe Kolm and J. Mercier Ythier (eds.), *Handbook on The Economics of Giving, Reciprocity and Altruism*, Amsterdam: North Holland, 2003.
- Kanbur, R. and T. Sandler, *The Future of Development Assistance: Common Pools And International Public Goods*, ODC Policy Essay, No. 25, Washington, D.C.: Overseas Development Council, 1999.
- Klenow, P. and A. Rodriguez-Clare, "Economic Growth: A Review Essay," *Journal of Monetary Economics* 40, 1997, pp.597~617.
- Lahiri, S. and P. Raimondos-Møller, "Donor Strategy under the Fungibility of Foreign Aid," *Economics and Politics* 16(2), 2004, pp.213~231.
- Laffont, J-J. and D. Martimort, *The Theory of Incentives: The Principal-Agent Model*, Princeton University Press, 2002.
- Lee, K. W., "Do Emerging Donors Allocate Aid as DAC Members Do? The Case of Korea in the Millennium Era," *Journal of International Development* 24, 2012a, pp.977~988.
- Lee, K. W., "Can the Current Aid to Latin America Contribute to Economic Growth and Poverty Alleviation?" *Asian Journal of Latin American Studies* 25(2), 2012b, pp.83~114.

- Lucas, R. E., "On the Mechanics of Economic Development," *Journal of Monetary Economics* 22, 1988, pp.3~42.
- Lundborg, P., "Foreign Aid and International Support as a Gift Exchange," *Economics and Politics* 10(2), 1998, pp.127~141.
- Mankiw, N. G., D. Romer, D. N. Weil, "A Contribution to the Empirics of Economic Growth," *Quarterly Journal of Economics* 107 (2), 1992, pp.407~437.
- Martens, B., U. Mummert, P. Murrell, and P. Seabright, *The Institutional Economics of Foreign Aid*, Cambridge University Press, 2002.
- Nissanke, M., Donor-Recipient Relationships in the Aid Effectiveness Debate in A. M. Jerve, Y. Shimomura, and A. S. Hansen (eds.), *Aid Relationships in Asia: Exploring Ownership in Japan and Nordic Aid*, New York: Palgrave MacMillan, 2008.
- North, D., *Understanding the Economic Growth Process*, Princeton and Oxford: Princeton University Press, 2005.
- OECD, *Aid Effectiveness: A Progress Report on Implementing the Paris Declaration*, Paris, 2009.
- OECD, *Aid Effectiveness 2005~2010: Progress on Implementing the Paris Declaration*, Paris, 2011.
- Ovaska, T., "The Failure of Development Aid," *Cato Journal* 23(2), 2003, pp.175~188.
- Papanek, G. F., "Aid, Foreign Private Investment, Savings, and Growth in Less Developed Countries," *The Journal of Political Economy* 81(1), 1973, pp.120~130.
- Paris High-Level Forum, "Paris Declaration on Aid Effectiveness," Document issued by participants at the Paris High-Level Forum, 28 February~2 March 2005.
- Paul, E., "A Survey of the Theoretical Economic Literature on Foreign Aid," *Asian-Pacific Economic Literature* 20(1), 2006, pp.1~17.
- Pedersen, K., "Rent-seeking, Political Influence and Inequality: A Simple Analytical Example," *Public Choice* 82, 1995, pp.281~305.
- Pedersen, K., "The Samaritan's Dilemma and the Effectiveness of Development Aid," *International Tax and Public Finance* 8(5), 2001, pp.693~703.
- Rajan, R. and A. Subramanian, "What Undermines Aid's Impact on Growth?" IMF Working Paper, No. 05/126, Washington, D.C.: International Monetary Fund, 2005.
- Rajan, R. and A. Subramanian, "Does Aid Affect Governance?" *American Economic Review* 97(2), 2007, pp.322~327.
- Rodrik, D., A. Subramanian, and F. Trebbi, "Institutions Rule: The Primacy of Institutions over Geography and Integration in Economic Development," *Journal of Economic Growth* 9, 2004, pp.131~165.
- Romer, P. M., "Endogenous Technological Change," *Journal of Political Economy* 98(5), 1990, pp.S71~S102.
- Seabright, P., "Conflicts of Objectives and Task Allocation in Aid Agencies," in B. Martens, U. Mummert, P. Murrell, and P. Seabright (eds.), *The Institutional Economics of Foreign Aid*, Cambridge: Cambridge University Press, 2002, pp.34~68.

- Svensson, J., "Foreign Aid and Rent-seeking," *Journal of International Economics* 51(2), 2000, pp.437~461.
- Svensson, J., "Why Conditional Aid Does Not Work and What Can Be Done About It?" *Journal of Development Economics* 70(2), 2003, pp.381~402.
- Villanger, E., "Company Interests and Foreign Aid Policy: Playing Donors off against One Another," *European Economic Review* 50(3), 2006.
- World Bank, *Assessing Aid: What Works, What Doesn't, and Why?* Policy Research Report, New York: Oxford University Press, 1998.

Appendix

<Appendix Table 1> Data Sources

Variable	Explanation	Source URL
Growth rate of real GDP per capita	Growth rate of GDP per capita in current US dollar deflated by US GDP deflator	http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD
Initial GDP per capita	GDP per capita in 2005	http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD
Investment/GDP	Gross capital formation (% of GDP)	http://data.worldbank.org/indicator/NE.GDI.TOTL.ZS
Human capital	Secondary school enrollment rates	http://data.worldbank.org/indicator/SE.SEC.ENRR
Aid/GDP	Net ODA received (% of GNI)	http://data.worldbank.org/indicator/DT.ODA.ODAT.GN.ZS
Export/GDP	Exports of goods and services (% of GDP)	http://data.worldbank.org/indicator/NE.EXP.GNFS.ZS
FDI/GDP	Foreign direct investment, net inflows (% of GDP)	http://data.worldbank.org/indicator/BX.KLT.DINV.WD.GD.ZS
Population growth	Population growth (annual %)	http://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.GROW
CPIA	Sum of the four CPIA clusters (Range 4~16)	http://data.worldbank.org/indicator/IQ.CPA.STRC.XQ/countries
ICRG	The PRS Group, Inc. indicators of bureaucracy quality (Range 0~4), corruption (0~6), and law and order (0~6)	http://www.prsgroup.com/prsgroup_shoppingcart/p-75-icrg-historical-data.aspx
PD-1	Ownership	http://www.oecd.org/dataoecd/25/30/48742718.pdf
PD-2	Alignment	http://www.oecd.org/dataoecd/25/30/48742718.pdf
PD-3	Harmonization	http://www.oecd.org/dataoecd/25/30/48742718.pdf
PD-4	Result-oriented framework	http://www.oecd.org/dataoecd/25/30/48742718.pdf
PD-5	Mutual accountability	http://www.oecd.org/dataoecd/25/30/48742718.pdf
aPDI (Paris Declaration Indicator)	Average of PD-1, PD-2, PD-3, PD-4, PD-5	http://www.oecd.org/dataoecd/25/30/48742718.pdf

<Appendix Table 2> Sample Statistics

Variable	Obs.	Mean	Std. Dev.	Min.	Max.
GDP PC growth	229	3.59896	3.265002	-6.63703	20.24291
Initial GDP PC	231	1392.111	1413.518	109.7554	6321.993
Investment/GDP	192	23.90247	7.446886	8.91287	61.46868
Human capital	163	56.44681	26.67882	9.82571	107.4882
Export/GDP	206	33.42307	15.90339	9.75318	87.06688
FDI/GDP	228	5.208526	6.514902	-2.49885	45.92072
Aid/GDP	226	11.10846	17.38031	-0.17302	176.83
(Aid/GDP) ²	226	424.1364	2358.424	0.029936	31268.87
ICRG	150	6.531944	1.612728	2	10
Aid*ICRG	149	53.33513	96.74887	-1.38417	906.254
Population growth	231	1.837291	1.004582	-0.73279	4.815569
aPDI (PD indicators)	210	56.14684	11.93232	16.06667	95
Aid*PD	206	646.2158	793.6187	-11.0993	6754.908
PD-1	167	70	7.838736	50	90
PD-2	203	52.25474	15.01455	6.2	80.8
PD-3	174	38.44109	12.09355	10	95
PD-4	160	54.65625	28.27405	0	100
PD-5	169	67.75148	6.612381	50	80
Aid*PD-1	166	872.7473	1166.929	-10.3812	10609.8
Aid*PD-2	200	572.6533	589.8842	-11.7654	4067.091
Aid*PD-3	170	455.2482	741.5616	-7.39664	6365.882
Aid*PD-4	147	630.5077	676.1905	-13.8417	3491.996
Aid*PD-5	168	846.703	1248.471	-12.1115	12378.1

Defending Multiple Terrorist Targets

Sanghoon K. Lee

(Assistant Professor, College of International Studies, Hallym University)

대테러전략의 게임이론적 분석

이 상 훈

(한림대학교 국제학부 조교수)

* 이상훈: (e-mail) slee@hallym.ac.kr, (address) College of International Studies, Hallym University, 1, Hallymdaehak-gil, Chuncheon, Gangwon-do, 200-702, Korea.

- Key Word: Terrorism(테러리즘), Counterterrorism(대테러), Contract(계약)
- JEL Code: D74, H56
- Received: 2013. 4. 30 • Referee Process Started: 2013. 5. 9
- Referee Reports Completed: 2013. 6. 26

ABSTRACT

This paper analyzes a situation where multiple targets are exposed to a potential terrorist attack. The probability of an attack is determined endogenously in a game where a terrorist chooses the target while the targets independently determine the level of deterrence. As each target tries to divert an attack to others, the symmetric equilibrium becomes suboptimal and exhibits dispersion in the level of deterrence. The analysis shows that the first best deterrence level may be achieved when the targets can write a binding risk-sharing contract. Such a contract has limited applicability however as it suffers from a potential verification problem.

본 논문은 테러리스트와 복수의 테러 대상자 사이의 전략적 행동을 게임이론을 통해 분석한다. 기본모형은 테러리스트가 공격 여부와 그 대상을 선택하고 테러 대상자들은 각자 방어 수위를 결정하는 게임으로서 테러의 발생확률이 내생적으로 결정되는 구조를 가지고 있다. 균형에서 테러 대상자들은 테러 공격을 서로에게 전가시키려 테러 방어에 과도한 투자를 하게 되며, 동일한 테러 대상자들도 서로 다른 수준의 방어 수위를 유지하게 된다. 균형의 결과는 테러 대상자들의 총합적 후생을 극대화하는 최적 선택에 비해 비효율적임을 보일 수 있는데, 이러한 문제는 원칙적으로 테러 대상자들이 상호 간에 위험을 분담하는 계약을 맺음으로써 해결할 수 있다. 하지만 그러한 계약들도 계약조건의 검증이 쉽지 않아 그 실효성에 제약이 있게 된다.

I. Introduction

A series of recent events has made terrorism a subject of increased academic interest. The dominant theme in the literature has been the analysis of various strategic interactions among the players in the scene. This article aims to provide an analytical framework that incorporates two of such interactions: the one between a terrorist and the targets and the one among the targets themselves.

The model considers a situation in which many identical targets are exposed to a potential terrorist threat. The game starts when a terrorist observes the cost of operation. Comparing its cost and the benefit, the terrorist decides whether to initiate an operation or not. Each target invests in deterrence without knowing the terrorist's decision. An operation is completed when the terrorist launches an attack against one of the targets. Two questions emerge naturally: i) is the outcome of the game desirable from the targets' perspective?, and ii) if not, is there any way in which the targets can improve their fate?

The answer to the first question turns out to be negative. The targets' problem comes from two different sources. First, the targets do not internalize the negative externalities when they make their investment decisions. In equilibrium, each target tries to outinvest others knowing that the weakest target will be the victim of an attack. The possibility of this attack-diversion has been recognized in the literature (Sandler, 2003). When every target tries to undercut others, however, no target can actually succeed in the attempt. Consequently, they all end up playing a mixed strategy in the symmetric equilibrium of the game. Moreover, an attack occurs with a lower probability compared to the hypothetical case where the targets coordinate their actions. In other words, there is too much deterrence in equilibrium.

The second problem facing the targets results from the fact that they cannot credibly commit to their actions. The idea, which dates back to Schelling (1960), is certainly not new. Given that the terrorist's decision depends on his belief about the targets' choice, the targets would do better if they could convince the terrorist that an attack is not likely to succeed. But this requires that the targets maintain an excessive level of investment even when the risk of an attack has been kept low. Such a strategy, however, will not be credible and hence cannot succeed in equilibrium.

The targets can mitigate or sometimes even completely resolve the problem by writing a binding contract among themselves. Assuming that neither the targets' investment nor the level of deterrence is verifiable, the only feasible contracts have

the form of a risk-sharing scheme. When the victim's identity can be verified regardless of the outcome of an attack, such a contract can restore the efficiency as long as the first best does not require a complete deterrence. If the identity of a failed attack cannot be verified, however, the targets may achieve the coordination outcome but not the first best. It is argued that this verification problem becomes more severe when the targets involved are sovereign states rather than private parties.

There is a growing literature on game-theoretic analysis of terrorism (Arce and Sandler, 2005; Heal and Kunreuther, 2005; Keohane and Zeckhauser, 2003; Konrad, 2004; Rosendorff and Sandler, 2004; Siqueira, 2005). For a survey of earlier studies, see Sandler and Enders (2004). Most of existing literature focus on a single aspect of the strategic interactions such as the one among the targets, among the terrorist groups, or the one between a target and a terrorist group. A notable exception is Bier *et al.* (2007), which considers a model with a terrorist and two potential targets. In their model, the terrorist is assumed to pick a specific target at the same time when he makes the operational decision. This difference in modeling strategy is discussed further in the next section. By comparing the outcomes of a simultaneous and sequential move games, they show that the targets can enjoy a strategic advantage by moving first. But neither the commitment issue nor its potential remedies is explicitly examined in their article.¹

The idea that the government may correct the attack-diverting externalities by subsidizing terrorism insurance is explored in Lakdawalla and Zanjani (2005). But the strategic interaction between the terrorist and the targets is not analyzed explicitly in their model. Consequently, a budget-balancing subsidy scheme is shown to implement the first best, which is not the case in this article where the targets' choice is constrained by the commitment problem. The techniques used to characterize the equilibrium distribution function are similar to those in Varian (1980). Due to the differences in the context, however, there are significant changes in the details including the construction of the support of the distribution function.²

The rest of the article is organized as follows. Section 2 introduces the basic

1 One of the games considered in Bier *et al.* (2007) has the same structure as the second- and third stage of the game analyzed in this article. In their set-up, the terrorist's preference is assumed to be a private information, which opens up the possibility that equilibrium may exist in pure strategies. They claim indeed that equilibrium must be pure, and characterize such an equilibrium. But their proof, which resorts to the convexity of the targets' cost function, is incomplete at best. This is because the convexity cannot rule out a mixed equilibrium with a connected support although it does rule out an equilibrium with a "gap" in the support.

2 More specifically, the fixed numbers of "informed" and "uninformed" consumers in Varian (1980) provide natural boundaries for the equilibrium support, which is not the case in this paper where the boundaries need to be determined endogenously from the targets' best response.

model. The symmetric equilibrium of the game is characterized in section 3. The welfare property of the equilibrium as well as the feasibility of contracting solution are analyzed in section 4. Concluding remarks follow in section 5.

II. Model

There is a terrorist group (= terrorist) and $n \geq 2$ potential terrorist targets (= targets). The game proceeds as follows. In the first stage, the terrorist draws a type $\theta \in [\underline{\theta}, \bar{\theta}]$ from a known distribution. The type determines the cost of carrying out a terrorist operation. After observing the type, the terrorist decides whether to start an operation or not. Neither the terrorist's type nor his action in the first stage is observed by the targets. In the second stage, each target makes investment to enhance its capability to deter a future attack. In the third stage, the terrorist chooses a specific target and launches an attack.

A target incurs a loss of $D > 0$ if an operation succeeds and zero if it fails. An attack against target i becomes a success with probability p_i . Failure may occur either during the preparation stage of an operation or at the time of an attack. The first case arises because an operation may be detected before its completion. The second case includes a situation in which an attack is defeated by the target as well as the one in which failure occurs from a natural cause (e.g., a bomb does not go off due to malfunction).

By investing in deterrence efforts, each target can reduce its success probability p_i . The cost of investment is given by a twice continuously differentiable function $c(p_i)$, which is strictly decreasing and convex. Three additional assumptions are made: i) $\lim_{p \rightarrow 0} c'(p) + D < 0$, ii) $D < \lim_{p \rightarrow 0} c(p)$, and iii) there exists a $p_{\max} \in (0, 1]$ such that $c(p) = 0$ for $p \in [p_{\max}, 1]$ and $c'(p_{\max}) = 0$. The first (second) condition is satisfied when the marginal (total) cost gets sufficiently large near $p = 0$. The third condition requires that both total and marginal cost become zero as p approaches 1.

The terrorist maximizes the targets' expected loss net of his cost of operation θ . The terrorist's type $\theta \in [\underline{\theta}, \bar{\theta}]$ is his private information but its distribution $G(\theta)$ is known to the targets. $G(\theta)$ is strictly increasing and twice continuously differentiable with $2G'(\theta) + G''(\theta)\theta > 0$. The condition, which guarantees that the first-best solution is well-defined, is satisfied if the distribution function is not too concave. Two additional assumptions are made: i) $p_{\min} \equiv \frac{\underline{\theta}}{D} < p_{\max}$ and ii)

$p_{\max} < \frac{\bar{\theta}}{D}$. The first (second) condition implies that an operation must be worthwhile (not worthwhile) for the terrorist when the cost is sufficiently small (large). It rules out rather trivial cases where either an attack never occurs or it occurs always in equilibrium.

In the first stage, the terrorist decides whether to start an operation ($s = s_1$) or not ($s = s_0$). Given that an operation has been initiated, the terrorist picks a specific target for attack in the third stage. In order to maximize the targets' expected loss, the terrorist should attack the most vulnerable target. In other words, the terrorist will choose a target k if and only if

$$p_k = \max p_j.$$

When more than one targets have the highest probability of success, the terrorist is assumed to pick one of the targets randomly.

In any Perfect Equilibrium of the game, the terrorist's optimal decision in the third stage must be taken into account by the targets. Given that an attack occurs only when there is an ongoing operation, a target's payoff depends on whether the terrorist initiated an operation or not. Let L_i be target i 's total loss, i.e., the sum of the cost of investment and the expected loss from an attack. Then L_i is given by

$$L_i(\mathbf{p}, s) = c(p_i) + I(s)\rho_i(\mathbf{p})p_iD$$

where

$$\mathbf{p} = (p_1, \dots, p_n)$$

$$I(s) = \begin{cases} 1 & \text{if } s = s_1 \\ 0 & \text{if } s = s_0 \end{cases}$$

$$\rho_i(\mathbf{p}) = \begin{cases} 1 & \text{if } p_i > \max_{j \neq i} p_j \\ \frac{1}{m} & \text{if } p_i = \max_{j \neq i} p_j, m = \text{number of tied maximum} \\ 0 & \text{if } p_i < \max_{j \neq i} p_j \end{cases}$$

By setting the probability of success at p_i , target i incurs a cost of $c(p_i)$. The second term in the expression, $I(s)\rho_i(p_1, \dots, p_n)p_iD$, follows from the fact that loss from an attack materializes only when i) there is an ongoing operation ($s = s_1$), ii) target i is the weakest among n potential targets, and iii) the attack turns out to be successful. The joint loss of the targets is obtained by adding up the individual target's loss:

$$L(\mathbf{p}, s) = \sum_i L_i(\mathbf{p}, s) = \sum_i c(p_i) + I(s) \max\{p_1, \dots, p_n\} D.$$

Targets are allowed to play mixed strategies. The strategy of target i then becomes a distribution function $F_i(p)$ with a support in $[0, 1]$.

In the first stage, the terrorist makes his operational decision. For a given cost of operation θ , the terrorist should initiate an operation if

$$E^{\mathbf{p}}[L(\mathbf{p}, s_1)] - \theta \geq E^{\mathbf{p}}[L(\mathbf{p}, s_0)]$$

or

$$\theta \leq E^{\mathbf{p}}[L(\mathbf{p}, s_1)] - E^{\mathbf{p}}[L(\mathbf{p}, s_0)] = E^{\mathbf{p}}[\max\{p_1, \dots, p_n\} D]$$

where the expectation is taken with respect to $\mathbf{p} = (p_1, \dots, p_n)$. The optimal decision follows a cutoff rule: an operation is initiated if and only if the cost of operation does not exceed the targets' expected loss from an attack.

Since the targets do not observe the terrorist's choice in the first stage, there is asymmetric information between the terrorist and the targets. The outcome of the game hence depends on how the targets form their beliefs about the state of the game in the second stage. The relevant equilibrium concept is weak Perfect Bayesian Equilibrium. It requires two conditions: *sequential rationality* and *belief consistency*. The first is satisfied if each player makes an optimal decision in every information set. The second condition requires that beliefs should be consistent with equilibrium strategies. Let μ be the targets' belief that there is an ongoing operation, i.e., $s = s_1$. The equilibrium condition is then summarized as follows.

Definition *The weak Perfect Bayesian Equilibrium of the game is defined as follows:*

- i) $\mu^* = \Pr(\theta \leq \theta^*)$
- ii) $s = s_1$ if and only if $\theta \leq \theta^*$
- iii) $E^s \left[\int_{[0,1]^n} L_i(\mathbf{p}, s) d(F_i^*(p_i) F_{-i}^*(\mathbf{p}_{-i})) \right] \leq E^s \left[\int_{[0,1]^n} L_i(\mathbf{p}, s) d(F_i(p_i) F_{-i}(\mathbf{p}_{-i})) \right]$
for all i and $F_i(\cdot)$

where $\theta^* \equiv \int_{[0,1]^n} \max\{p_1, \dots, p_n\} D dF^*(\mathbf{p})$, $F^*(\mathbf{p}) \equiv F_1^*(p_1) \times \dots \times F_n^*(p_n)$, and

$$F_{-i}^*(\mathbf{p}_{-i}) \equiv F_1^*(p_1) \times \dots \times F_{i-1}^*(p_{i-1}) F_{i+1}^*(p_{i+1}) \times \dots \times F_n^*(p_n).$$

The first condition guarantees that the targets' belief is consistent with the terrorist's equilibrium strategy in the first stage. In equilibrium, the terrorist uses a cutoff rule to make his first-stage decision. For consistency, therefore, the targets'

belief ($= \mu^*$) must coincide with the actual probability of attack, which occurs when the terrorist's cost is lower than the equilibrium cutoff ($= \theta^*$). The second condition shows the optimality of the terrorist's choice while the third condition gives that of the targets. The optimal cutoff is found where the terrorist becomes indifferent between the two choices s_0 and s_1 . Each target should minimize its expected loss by choosing a distribution over p . Notice that the terrorist's optimal decision in the third stage is subsumed in the second-stage game and hence omitted in the equilibrium definition.

Before closing this section, it seems appropriate to add a brief remark on the modeling strategy. A distinguishing feature of the game examined in this article is that the terrorist makes his decision in two steps. In the first stage, the terrorist decides whether to participate in terrorist activities. Participation requires a sunk cost, which can be interpreted as the opportunity cost of doing the terrorism business. The decision in the third stage, on the other hand, is assumed to be tactical in nature which can be made flexible depending on the observed strength of the targets.

The advantage of this approach is that it allows one to capture the two sources of inefficiency—attack-diverting externalities and commitment problem—at the same time. One can easily confirm this by examining the consequences of adopting alternative strategies. Consider first the case in which the third stage is merged into the first stage. This implies that the terrorist picks a target without knowing each target's strength. Given that its strength cannot be observed by the terrorist, there will be no incentive for a target to out-invest others hence attack-diversion effect will disappear. If the first stage is merged into the third stage instead, the targets become the first-mover in the game and hence have the commitment power. By construction, the commitment problem does not arise in this case.

III. Equilibrium

The first step for characterizing the equilibrium is to show that an attack occurs with a positive probability, i.e., $\mu^* > 0$. This can be easily shown by examining the implication of assuming the contrary. If the targets believe that an attack never occurs, there is no point of investing in deterrence. Therefore, only the success probabilities higher than p_{\max} must be played in equilibrium. But this implies

$$\theta^* = \int_{[0,1]^n} \max\{p_1, \dots, p_n\} DdF^*(\mathbf{p}) \geq p_{\max} D.$$

Given the assumption $p_{\max}D > \underline{\theta}$, however, the terrorist should attack with a positive probability because $\Pr(\theta \leq \theta^*) \geq \Pr(\theta \leq p_{\max}D) > 0$. This shows that the belief $\mu^* = 0$ cannot be consistent with the terrorist's strategy because $\Pr(\theta \leq \theta^*) = \mu^*$ in equilibrium.

One of the distinctive features of the model is that a target can divert a potential attack to others. Consequently, each target has an incentives to slightly ‘undercut’ other targets’ probabilities. With every target trying to out-invest others, one may expect that an equilibrium in pure strategies would be difficult to sustain. It turns out that this is the case indeed.

Lemma 1 *There is no equilibrium in which the targets use pure strategies.*

Therefore an equilibrium, if exists, must be in mixed strategies. In a mixed-strategy equilibrium, each target uses a distribution function to randomize over success probabilities. Although the model assumes that targets are identical, one cannot exclude in general the possibility that they use different distribution functions in equilibrium. To keep the analysis tractable, however, the following discussion will focus only on symmetric equilibria of the game where the targets use the same distribution function. Let $F^*(p)$ be the equilibrium distribution function.

For an equilibrium to be sequentially rational, the game needs to be solved backwards starting from the last stage. Once the outcome of the third stage is already embedded in the targets’ payoff, the second stage becomes effectively the last stage of the game. The following lemma gives the first result regarding the targets’ equilibrium choice.

Lemma 2 *There is no jump in the equilibrium distribution function.*

Similar to the case with pure strategies, the intuition is again that a jump in a distribution function will provide an opportunity to undercut others’ probabilities. Without a jump, the distribution function becomes continuous and the probability of a tie becomes negligible. This makes it possible to express a target’s equilibrium loss in a much simpler form. For a given belief $\mu > 0$, it follows that

$$\begin{aligned} E^s \left[\int_{[0,1]^n} L_i(\mathbf{p}, s) dF^*(\mathbf{p}) \right] \\ = \int_{[0,1]^n} \{c(p_i) + \mu \rho_i(p_1, \dots, p_n) p_i D\} dF^*(\mathbf{p}) \\ = \int_{[0,1]} \{c(p_i) + \mu F^*(p_i)^{n-1} p_i D\} dF^*(p_i). \end{aligned}$$

The first equality uses the definition $E^s[I(s)] = \mu$. The second equality follows from the fact that target i becomes the weakest among all targets with probability $F^*(p_i)^{n-1}$.

Let $L_{\max}(p) \equiv c(p) + \mu p D$. $L_{\max}(p)$ can be interpreted as the maximum possible loss of a target when it sets a success probability p with certainty. It is the sum of the investment cost $c(p)$ and $\mu p D$, which equals the expected loss from an attack when a target expects to be the weakest for sure. Notice that $L_{\max}(p)$ is strictly convex given the assumption $c''(\cdot) > 0$. Associated with this function are the following two quantities \bar{p} and \underline{p} , which play a crucial role in the analysis:

$$\bar{p} \equiv \operatorname{argmin} L_{\max}(p)$$

$$c(\underline{p}) \equiv c(\bar{p}) + \mu \bar{p} D.$$

Lemma 3 *For a given μ , \bar{p} and \underline{p} are uniquely determined. Both $\bar{p}(\mu)$ and $\underline{p}(\mu)$ are continuously differentiable with respect to μ .*

It turns out that the interval formed by the two values $[\underline{p}, \bar{p}]$ becomes the support of the equilibrium distribution. A formal proof, which is given in the appendix, requires several steps of reasoning. The main intuition, however, comes from the basic property of a mixed-strategy equilibrium: the targets must be indifferent among all pure strategies played with a positive probability. In particular, this implies that a target should be indifferent between playing only the minimum and the maximum p in the support of the equilibrium distribution. Let p_m (p_M) be the minimum (maximum) respectively. Since a target becomes the strongest (weakest) by setting $p = p_m$ ($p = p_M$), it follows that $c(p_m) = c(p_M) + \mu p_M D$.

Assuming that there is no ‘gap’ between p_m and p_M , the support $[\underline{p}, \bar{p}]$ can be verified by showing that $p_m = \underline{p}$ and $p_M = \bar{p}$. Given that $L_{\max}(p)$ is strictly convex and reaches its minimum at \bar{p} , it is strictly decreasing (increasing) for $p < \bar{p}$ ($p > \bar{p}$). If the maximum p_M does not coincide with \bar{p} , then it must be that $c(p_M) + \mu p_M D > c(\bar{p}) + \mu \bar{p} D$. If a target sets $p = \bar{p}$, however, the expected loss will be at most $c(\bar{p}) + \mu \bar{p} D$ contradicting the assumption that $p = p_M$ is played in equilibrium. A similar argument can establish the minimum \underline{p} . Suppose to the contrary that the minimum p_m is not equal to \underline{p} . By construction, the expected loss at the maximum $p_M = \bar{p}$ is equal to the cost of investment at \underline{p} , i.e., $c(\underline{p}) = c(\bar{p}) + \mu \bar{p} D$. Given that $c(\cdot)$ is strictly decreasing, however, this implies

$c(p_m) \neq c(\bar{p}) + \mu\bar{p}D$. This is again a contradiction because it violates the indifference condition $c(p_m) = c(p_M) + \mu p_M D$. The last step is to check whether there exists a gap in the support. The proof in the appendix shows that such a gap cannot arise in equilibrium given the convexity of $c(\cdot)$.

Once \bar{p} is known to be the maximum in the support, it is straightforward to solve for the equilibrium distribution function. Given that the expected losses must be equalized across all p 's in the support, it follows that

$$c(p) + \mu F^*(p)^{n-1} p D = c(\bar{p}) + \mu \bar{p} D \text{ for } p \in [\underline{p}, \bar{p}]$$

or

$$F^*(p; \mu) = \left\{ \frac{c(\bar{p}) + \mu \bar{p} D - c(p)}{\mu p D} \right\}^{\frac{1}{n-1}} \text{ for } p \in [\underline{p}, \bar{p}].$$

For a given belief μ , therefore, the targets' behavior is completely characterized by the distribution function $F^*(p; \mu)$.

In the first stage, the terrorist makes his decision expecting the targets' choice in the next stage. An operation is initiated if and only if the cost of operation does not exceed the targets' expected loss from an attack. The optimal cutoff is given by

$$\theta^* = \int_{[0,1]^n} \max\{p_1, \dots, p_n\} D dF^*(\mathbf{p}).$$

The expression involves an order statistic $\max\{p_1, \dots, p_n\}$, which has a distribution function $\{F^*(p; \mu)\}^n$. Then the optimality condition for the terrorist can be written in a simpler form as

$$\theta \leq \int_{[0,1]} p D d(F^*(p; \mu))^n = \theta^*(\mu).$$

Notice that the dependency of the optimal cutoff on the targets' belief is made explicit in the expression $\theta^*(\mu)$.

The equilibrium of the game is found where the targets' belief becomes consistent with the terrorist's optimal strategy. This requires that the equilibrium belief μ^* should satisfy

$$\Pr(\theta \leq \theta^*(\mu^*)) = G\left(\int_{[0,1]} p D d(F^*(p; \mu^*))^n\right) = \mu^*.$$

Given that $G(\cdot)$ is strictly increasing, the condition can be also written as

$$\int_{[0,1]} p D d(F^*(p; \mu^*))^n = G^{-1}(\mu^*)$$

where $G^{-1}(\cdot)$ is the inverse of $G(\cdot)$.³

Proposition 1 *The symmetric equilibrium of the game is characterized as follows:*

i) $\mu^* \in (0,1)$ is uniquely determined by $G(\theta^*(\mu^*)) = \mu^*$

ii) $s = s_1$ if and only if $\theta \leq \theta^* = \int_{[0,1]} p D d(F^*(p; \mu^*))^n$

iii) $F^*(p; \mu^*)$ is given by

$$F^*(p; \mu^*) = \begin{cases} 0 & p < \underline{p}^* \\ \left\{ \frac{c(\bar{p}^*) + \mu^* \bar{p}^* D - c(p)}{\mu^* p D} \right\}^{\frac{1}{n-1}} & p \in [\underline{p}^*, \bar{p}^*] \\ 1 & \bar{p}^* < p \end{cases}$$

where \underline{p}^* is implicitly defined by $c(\underline{p}^*) \equiv c(\bar{p}^*) + \mu^* \bar{p}^* D$ and $\bar{p}^* \equiv \operatorname{argmin} c(p) + \mu^* p D$.

IV. Analysis

From the targets' perspective, the outcome of the game is not satisfactory for two reasons. In equilibrium, each target tries to divert an attack to others, which results in a dispersion in the level of investment. The joint expected loss may be reduced further if the targets can coordinate on their efforts. In addition to this coordination problem, the targets suffer from a commitment problem that keeps them from achieving the first-best outcome. Given that the probability of an attack depends on the terrorist's belief about the targets' investment, the targets could lower their expected loss if they could commit to a high level of investment. But such a scheme requires that the targets should maintain the investment high even when the risk of an attack remains low. The targets' strategy will fail, therefore, unless they have a proper mechanism to support the commitment.

3 Although the symmetric equilibrium of the game is completely characterized by the proposition, technically it is not unique in the usual sense. Given that the targets' strategy involves mixing, any distribution function that differs from $F^*(p; \mu^*)$ on a set of measure zero will also be an equilibrium strategy. Hence, the uniqueness in this case should be the one among these equivalent classes of functions.

To identify each of these issues separately, two hypothetical models are considered in the following analysis. The first model assumes that the targets can coordinate their investments but cannot commit to a certain investment level. The second model allows for both coordination and commitment. The analysis then proceeds to examine whether contracts can be designed to eliminate the two types of inefficiencies.

1. Equilibrium with Coordination

The terrorist and the targets play the same game as before except that the targets minimize the joint expected loss by coordinating their actions. The targets' strategy is to choose a joint distribution function $F(\mathbf{p})$ defined on an n -dimensional unit cube $[0,1]^n$. Notice that this allows for the possibility that two or more targets' choices are correlated with each other. There is no change in the terrorist's problem in the first- and the third stage of the game.

When coordination is allowed, the targets must set the same investment level across all targets. Given that only the weakest target will be attacked by the terrorist, investing more in one target than in others would be simply meaningless. More formally,

Lemma 4 *In any equilibrium with coordination, the targets choose $p_1 = p_2 = \dots = p_n$ with probability 1.*

Without loss of generality, therefore, one may restrict attention to a one-dimensional distribution function to examine the targets' problem. Then the joint expected loss can be written as

$$\int_{[0,1]} \{nc(p) + \mu pD\} dF(p).$$

The integrand is strictly convex hence has a unique minimum. Let $p^c(\mu) \equiv \operatorname{argmin} nc(p) + \mu pD$. This implies that the joint expected loss will be minimized if $p^c(\mu)$ is set across all targets.

The terrorist's choice in the first stage follows a cutoff rule. The optimal cutoff has a simple form in this case:

$$\theta^c(\mu) = \int_{[0,1]^n} \max\{p_1, \dots, p_n\} D dF^c(\mathbf{p}) = p^c(\mu)D.$$

The equilibrium of the game is determined by finding a consistent belief μ^c that satisfies

$$\Pr(\theta \leq \theta^c(\mu^c)) = G(\theta^c(\mu^c)) = \mu^c.$$

Proposition 2 *The equilibrium with coordination is characterized as follows:*

- i) $\mu^c \in (\mu^*, 1)$ is uniquely determined by $G(\theta^c(\mu^c)) = \mu^c$
 - ii) $s = s_1$ if and only if $\theta \leq \theta^c(\mu^c) = p^c D$
 - iii) the targets set $p_1 = p_2 = \dots = p_n = p^c \in (p_{\min}, p_{\max})$ with probability 1
- where $p^c \equiv \arg\min_p nc(p) + \mu^c p D$.

The difference with the equilibrium in the basic model is that now the targets internalize the attack-diverting externalities by coordinating their actions. As a consequence, the investment becomes equalized across all targets and hence the dispersion in deterrence level is no longer observed in equilibrium. Another interesting feature of the equilibrium is that an attack becomes more likely when coordination is allowed, i.e., $\mu^c > \mu^*$. The lack of coordination leads to an over-investment in deterrence efforts.

2. Equilibrium with Coordination and Commitment

Although coordination will certainly help, it does not exhaust all the possibilities for improvement. The targets' problem with coordination is given by

$$\min_p nc(p) + \mu p D.$$

The targets minimize the joint expected loss taking their belief μ as given. But the probability of an attack, which must coincide with the targets' belief in equilibrium, depends on the terrorist's belief about the targets' action. This suggests that the expected loss could be reduced further if the targets were able to control the terrorist's belief directly.

Consider a modified game where the targets can commit to their choice before the terrorist makes his first move. The rest of the game is the same as before and the targets are assumed to coordinate their decisions. In the new game, therefore, there is an additional stage in which the targets are allowed to make their commitment.

The outcome of the modified game depends on whether such a commitment can be made credible by the targets. A commitment will have no effect in equilibrium, for instance, if the targets can costlessly withdraw from whatever claim they made in

stage zero. This implies that the targets will discard any previous commitment that requires a suboptimal action in the second stage. The only credible commitments in this case must be the ones that would have been chosen in the second stage even without making them in the first place.

If there is a way to make a credible but non-trivial commitment, however, the targets can have a strategic advantage over the terrorist. Suppose that such a commitment has been made by the targets in stage zero. Since the investment must be equalized across all targets with coordination, one may restrict attention to a common success probability p . Given that the commitment is credible, the terrorist will initiate an operation if and only if the cost of operation θ does not exceed its benefit pD . Then an attack will occur probability $\Pr(\theta \leq pD) = G(pD)$. But this must be expected by the targets in the commitment stage. The targets' problem then becomes

$$\min_p nc(p) + G(pD)pD.$$

The objective function correctly reflects the fact that the targets' choice changes the probability of an attack in equilibrium. Committing to a lower p will influence the terrorist's belief and hence decrease the probability of an attack. In equilibrium, therefore, the targets will invest more in deterrence compared to the case where only coordination is allowed.

Proposition 3 *The equilibrium with coordination and commitment is characterized as follows:*

- i) $\mu^o \in [0, \mu^c)$ is uniquely determined by $G(\theta^o) = \mu^o$
- ii) $s = s_1$ if and only if $\theta \leq \theta^o = p^o D$
- iii) the targets set $p_1 = p_2 = \dots = p_n = p^o \in [p_{\min}, p^c)$ with probability 1

where $p^o \equiv \operatorname{argmin} nc(p) + G(pD)pD$.

Compared to the case where only coordination is allowed, the targets invest more in deterrence when they can also commit to their actions. An attack becomes less likely as a result and it may even become totally prevented ($\mu^o = 0$) in equilibrium. In either of the two previous equilibria, on the other hand, an attack always occurs with a positive probability. As will be shown shortly, however, a complete deterrence turns out to be quite difficult to achieve in practice.

3. Contracting

The analysis so far has shown that the targets may improve their fate if they can successfully coordinate and commit to their actions. Given that each target has an incentive to pursue its own interest at the expense of others, what remains to be shown is exactly how they may achieve the coordination and commitment.

The answer will be rather straightforward if the targets can write a binding contract on their investment. If a contract requires that each target should invest to set $p_i = p^o$, the first-best will be attained as long as a large enough penalty is imposed for a breach. To implement the contract, however, the court should be able to verify the investment made by the targets. The problem is that the investment, which may include the amount of “efforts” as well as monetary spending by the targets, will be difficult to measure and hence to verify. Alternatively, a contract could be written directly on p_i ’s. But verifying them in court will not be an easy task either.

A more realistic approach would be to write a contract based on the outcome of an attack. A contract then must specify a transfer payments between the victim and the rest of the targets. The payments will depend on the three contingencies of the game: i) an attack occurs and succeeds, ii) an attack occurs but fails, and iii) no attack occurs. Let $B(b)$ be the payment made by the victim (other targets) after a successful attack and $B'(b')$ be the payment made by the intended victim (other targets) after a failed attack. If an attack does not occur, there is no victim to be treated differently. Define a to be the payment imposed on all targets in this case. A payment can be negative, which will be the case if a target receives a transfer from others.

To make such a contract enforceable, the identity of the victim needs to be verified. It will be easy to identify the victim once damage has been made by an attack. It may not be so, however, when an attack has been attempted but failed. There are two cases to consider. If the attack was defeated by the target on site, the identification will not be much of a problem. If the operation has been detected before completion, on the other hand, verifying the incident let alone the intended target could be problematic. In the following analysis, the optimal contract will be characterized first under the assumption that all three contingencies can be verified. The case when the second and the third contingency cannot be differentiated will be discussed later.

Without any restrictions on the structure, a contract may specify transfer amounts that are not consistent with each other. For instance, it may happen that a target is entitled to a positive transfer that exceeds the amount of payments made by the rest

of the targets. This motivates a concept of budget-balancing contracts. More formally, a contract is called *budget balancing* if the payments of all targets sum up to zero in each contingency. This implies that a budget-balancing contract must satisfy three conditions: i) $B + (n - 1)b = 0$, ii) $B' + (n - 1)b' = 0$, and iii) $na = 0$. An immediate consequence of this restriction is that a must be equal to zero, i.e., there should be no transfer among the targets in case an attack has not occurred.

Consider a situation where the targets play the same game as in the basic model except that now they can write a binding contract before the terrorist makes his first move. The question is whether there exists a budget-balancing contract that can help the targets achieve their first-best. It turns out that such a contract does not exist.

Proposition 4 *Suppose that $\mu^0 > 0$. Then the first best can be implemented by a budget-balancing contract. In such a contract, $b' > 0$.*

The fact that an optimal contract should set $b' > 0$ has an interesting implication. Given the budget-balancing condition, this means that $B' = -(n - 1)b' < 0$, i.e., a contract should specify a positive transfer to the ‘victim’ of a failed attack. To enforce the clause, however, the court must be able to verify whether there has been such an attempt, and if so, the identity of its intended target. As is pointed out earlier, however, verifying a failed attack may not be an easy task especially when the operation failed because it was detected before completion.

To examine the consequences of this problem, suppose now that the victim’s identity cannot be verified in a failed attack. Then a contract must specify the same transfer payment for all targets in case there has been an unsuccessful attempt by the terrorist, i.e., $B' = b'$. But this implies that $B' = b' = 0$ because the payments must satisfy the budget-balancing condition $B' = (n - 1)b'$.

Corollary *Suppose that $\mu^0 > 0$. If the victims cannot be verified in failed attacks, there is no budget-balancing contract that implements the first best.*

V. Concluding Remarks

The analysis has shown that the commitment problem faced by the targets makes it difficult to eliminate terrorism risk completely. Absent an imminent threat, targets

cannot be expected to make sufficient amount of deterrence efforts, which makes them vulnerable to a potential terrorist attack. Although complete deterrence may not be optimal for the targets, this finding does exemplify the limitations of defensive counterterrorism policy.

Contracting turns out to be an effective instrument that can be used to mitigate the targets' problem. An implicit assumption, however, is that such a contract will be signed by all of the targets exposed to a common terrorist threat. Even though the contracting is to achieve a collective good, reaching an agreement may not be an easy task especially when many parties are involved in the process. Moreover, for a contract to function properly, it must contain a clause that penalizes a party who withdraws later. Otherwise, every target will find it irresistible to withdraw from the contract and slightly undercut the other targets. Such a deviation will be profitable because, with only a minor increase in the deterrence investment, the deviant will never incur the loss from an attack nor the transfer payment to other targets. If the targets involved are subject to a common authority, the problem may be resolved by making the participation mandatory. Examples would be private parties in a single country and local/state governments under a federal government. If the targets involved are different sovereign states, however, participation must be voluntary. Without sufficient contractual penalties, therefore, cooperation will be difficult to maintain in this case.

Another issue regarding the implementation of an optimal contract is that it requires the verification of the victim's identity in both successful and failed attacks. The victim needs to be rewarded in a failed attack because it will provide additional incentive for deterrence, which is necessary to achieve the first best. Verifying the victim could be problematic, however, especially when a failure is caused by detection instead of defeat. Given that verification matters to the extent that it affects the targets' incentives, the problem will become most severe when the targets' deterrence depends heavily on detection rather than defeat. But detecting terrorist operations, which requires sophisticated intelligence capabilities as well as the authority to apply them, is mainly the responsibility of the government. This suggests that cooperation might be more difficult to achieve among different countries than among private parties in a single country.

Terrorism is a complicated subject which involves multidimensional strategic interactions. This article examines two of such interactions in a unified framework. Although the analysis is carried out in a stylized model with a single terrorist group and multiple identical targets, the main finding—resolving the coordination and the commitment problem at the same time is in general difficult—seems to be robust. It would be of interest to see whether a more sophisticated mechanism can be found

which may improve upon the simple contracts considered here.

From a counterterrorism perspective, this article deals only with *defensive* measures as opposed to *proactive* measures (Rosendorff and Sandler, 2004). A more complete picture will be obtained if both types of measures are incorporated into the model. Such analysis will be best performed in a dynamic setting where terrorists and targets interact over time. The approach adopted in Keohane and Zeckhauser (2003) seems particularly promising in this respect. These are some of the questions left for future research.

References

- Arce M., D. G. and T. Sandler, "Counterterrorism: A Game Theoretic Analysis," *Journal of Conflict Resolution* 49, 2005, pp.183~200.
- Aumann, R. J., "Acceptable Points in General Cooperative n -person Games," in A. W. Tucker and R. D. Luce (eds.), *Contributions to the Theory of Games*, Princeton: Princeton University Press, 1959.
- Bier, V., S. Oliveros, and L. Samuelson, "Choosing What to Protect: Strategic Defensive Allocation Against an Unknown Attacker," *Journal of Public Economic Theory* 9, 2007, pp.563~587.
- Chung, K. L., *A Course in Probability Theory*, New York: Academic Press, 1974.
- Heal, G. and H. Kunreuther, "IDS Models of Airline Security," *Journal of Conflict Resolution* 49, 2005, pp.201~217.
- Keohane, N. O. and R. J. Zeckhauser, "The Ecology of Terror Defense," *Journal of Risk and Uncertainty* 26, 2003, pp.201~229.
- Konrad, K. A., "The Investment Problem in Terrorism," *Economica* 71, 2004, pp.449~459.
- Lakdawalla, D. and G. Zanjani, "Insurance, Self-protection, and the Economics of Terrorism," *Journal of Public Economics* 89, 2005, pp.1891~1905.
- Rosendorff, P. and T. Sandler, "Too Much of a Good Thing?: The Proactive Response Dilemma," *Journal of Conflict Resolution* 48, 2004, pp.657~671.
- Sandler, T., "Collective Action and Transnational Terrorism," *World Economy* 26, 2003, pp.779~802.
- Sandler, T. and W. Enders, "An Economic Perspective on Transnational Terrorism," *European Journal of Political Economy* 20, 2004, pp.301~316.
- Schelling, T., *The Strategy of Conflict*, Cambridge: Harvard University Press, 1960.
- Siqueira, K., "Political and Militant Wings within Dissident Movements and Organizations," *Journal of Conflict Resolution* 49, 2005, pp.218~236.
- Varian, H., "A Model of Sales," *American Economic Review* 70, 1980, pp.651~659.

Appendix

Proof of Lemma 1

Suppose not. Then there exists a $\mathbf{p}^* = (p_1^*, \dots, p_n^*)$ such that target i sets p_i^* with probability 1 in equilibrium. It suffices to consider the case $\mu^* > 0$. Notice first that $\max_j p_j^* \leq p_{\max}$ in this case. If $\max_j p_j^* > p_{\max}$, the target with the highest probability may reduce its expected loss by choosing $\max_j p_j^* - \varepsilon$. This is because, for a small enough $\varepsilon > 0$, the expected loss from an attack will decrease while the cost of investment will remain constant. But this in turn implies that $p_i^* = p^*$ for all i . To confirm, suppose to the contrary that $p_i^* < \max_j p_j^*$ for some i . Then target i 's cost of investment must be strictly decreasing for $p_i \in (p_i^*, \max_j p_j^*)$ because $p_i^* < \max_j p_j^* \leq p_{\max}$. This means that target i can lower its expected loss by setting $p_i' = p_i^* + \varepsilon$ instead of p_i^* . As long as $\varepsilon > 0$ is small enough to satisfy $p_i^* + \varepsilon < \max_j p_j^*$, target i can reduce its cost of investment by $c(p_i^*) - c(p_i^* + \varepsilon)$ without changing the probability of being attacked. The assumption $p_i^* < \max_j p_j^*$ hence leads to a contradiction. Hence, the only remaining possibility becomes $p_i^* = p^* \leq p_{\max}$ for all i . But this is not consistent with equilibrium, either. Suppose that such an equilibrium exists. Then the expected loss of each target must be $c(p^*) + \frac{1}{n}\mu^*p^*D$. If a target undercuts p^* by $\varepsilon > 0$, however, it can divert a potential attack to others with probability 1. The total expected loss will become $c(p^* - \varepsilon)$, which will be smaller than the equilibrium loss $c(p^*) + \frac{1}{n}\mu^*p^*D$ for a small enough $\varepsilon > 0$. \square

Proof of Lemma 2

The proof is essentially the same as the one in Varian (1980). Suppose that there is a jump at p . Since there can be only countably many jumps in any probability distribution, it is possible to find a small $\varepsilon > 0$ such that a jump does not occur at $p - \varepsilon$. Consider a deviation strategy where a target i sets $p - \varepsilon$ with the

probability with which he used to set p , and sets p with probability zero. The net gain from such a deviation becomes

$$\begin{aligned}
& \Pr(p_j > p \text{ for some } j \neq i)c(p) - \Pr(p_j > p \text{ for some } j \neq i)c(p - \varepsilon) \\
& + \Pr(p_j < p \text{ for all } j \neq i)\{c(p) + \mu p D\} \\
& - \Pr(p_j < p - \varepsilon \text{ for all } j \neq i)\{c(p - \varepsilon) + \mu(p - \varepsilon)D\} \\
& + \sum_{k=1}^{n-1} \Pr(p_j \leq p \text{ for all } j \neq i, k \text{ other targets set } p_j = p \text{ for } j \neq i) \left\{ c(p) + \mu \frac{p}{k+1} D \right\} \\
& - \sum_{k=1}^{n-1} \Pr(p_j \leq p \text{ for all } j \neq i, k \text{ other targets set } p - \varepsilon < p_j \text{ for } j \neq i) c(p - \varepsilon).
\end{aligned}$$

As ε converges to zero, the sum of the first four terms converges to zero but the sum of the last two terms remains positive. This leads to a contradiction because the deviation strategy leads to a lower expected loss than the assumed equilibrium strategy. \square

Proof of Lemma 3

Given the assumptions $\lim_{p \rightarrow 0} c'(p) + D < 0$ and $c'(p_{\max}) = 0$, the first-order condition for the minimization problem is satisfied as an equality in $(0, p_{\max}]$. In other words, there exists a $\bar{p} \in (0, p_{\max}]$ such that

$$c'(\bar{p}) + \mu D = 0.$$

This follows from the fact that the function $c'(\cdot) + \mu D$ is continuous with $\lim_{p \rightarrow 0} c'(p) + \mu D \leq \lim_{p \rightarrow 0} c'(p) + D < 0$ and $0 \leq c'(p_{\max}) + \mu D = \mu D$. Since the objective function is strictly convex, such a \bar{p} must be the unique solution to the minimization problem. Given that $c'(\cdot)$ is strictly increasing, the first-order condition can be rewritten as

$$\bar{p} = c'^{-1}(-\mu D)$$

where $c'^{-1}(\cdot)$ is the inverse of $c'(\cdot)$. $\bar{p}(\mu)$ must be continuously differentiable with respect to μ given that $c(\cdot)$ is twice continuously differentiable.

For a given \bar{p} , it is straightforward to show that $\underline{p} \in (0, \bar{p}]$ is also uniquely determined. The assumption $D < \lim_{p \rightarrow 0} c(p)$ implies

$$\lim_{p \rightarrow 0} c(p) > D \geq c(p_{\max}) + \mu p_{\max} D \geq c(\bar{p}) + \mu \bar{p} D$$

The second inequality follows from $c(p_{\max}) = 0$ and $0 \leq \mu, p_{\max} \leq 1$ while the third equality uses the fact $\bar{p} = \operatorname{argmin} L_{\max}(p)$. Since $c(\cdot)$ is strictly decreasing with $c(\bar{p}) \leq c(\bar{p}) + \mu\bar{p}D$, there must be a unique $\underline{p} \in (0, \bar{p}]$ such that $c(\underline{p}) = c(\bar{p}) + \mu\bar{p}D$. Given that $\bar{p}(\mu)$ is continuously differentiable, so is $\underline{p}(\mu)$, which is a continuously differentiable function of \bar{p} . \square

Proof of Proposition 1

The following claim 1 through claim 5 establish the first part of the proposition. Define $M(p) \equiv c(p) + F^*(p)^{n-1}\mu pD$. Let $\operatorname{supp}F(\cdot)$ be the support of the distribution function $F(\cdot)$, i.e., $\operatorname{supp}F(x) \equiv \{x: F(x + \varepsilon) - F(x - \varepsilon) > 0 \text{ for any } \varepsilon > 0\}$.

Claim 1 For all $p', p'' \in \operatorname{supp}F^*(p)$, $M(p') = M(p'')$.

Proof Suppose not. Then there exists $\hat{p} \in \operatorname{supp}F^*(p)$ such that

$$M(\hat{p}) > \min_{p \in \operatorname{supp}F^*(p)} M(p) \equiv \underline{M}.$$

Notice that the support of a distribution function is closed (see Chung, 1974). Given that $\operatorname{supp}F^*(p) \subset [0, 1]$ is also bounded, the minimum on the right-hand side is well-defined. Let $\underline{P} = \{p: p = \operatorname{argmin} M(p)\}$. Given that $c(p)$ and $F^*(p)$ are both continuous, $M(p)$ is also continuous. This means that there exists an interval $(\hat{p} - \varepsilon, \hat{p} + \varepsilon)$ such that for all $p \in (\hat{p} - \varepsilon, \hat{p} + \varepsilon)$, $M(p) > \underline{M}$. Notice that $\hat{p} \in \operatorname{supp}F^*(p)$ implies $F^*(\hat{p} + \varepsilon) - F^*(\hat{p} - \varepsilon) > 0$. Consider a deviation strategy which assigns probability 1 to a $p \in \underline{P}$. The net gain from such a deviation is given by

$$\int_{[0,1]} M(p) dF^*(p) - \underline{M} = \int_{[0,1]} \{M(p) - \underline{M}\} dF^*(p) \geq \int_{(\hat{p}-\varepsilon, \hat{p}+\varepsilon)} \{M(p) - \underline{M}\} dF^*(p) > 0$$

which contradicts the assumptions that $F^*(p)$ is the equilibrium strategy. \square

Claim 2 $F^*(\bar{p}) = 1$ and $F^*(\underline{p}) = 0$.

Proof Define $p_m \equiv \min p \in \operatorname{supp}F^*(p)$ and $p_M \equiv \max p \in \operatorname{supp}F^*(p)$. Suppose to the contrary that $F^*(\bar{p}) < 1$. This implies $p_M > \bar{p}$. Given that $p \in \operatorname{supp}F^*(p)$, the equilibrium expected loss is given by

$$M(p_M) = c(p_M) + F^*(p_M)^{n-1}\mu p_M D = c(p_M) + \mu p_M D.$$

Recall that $L_{\max}(p) = c(p) + \mu p D$ is strictly increasing in p for $p > \bar{p}$. If a target deviates by playing $p = \bar{p}$ with probability one, the net gain becomes

$$c(p_M) + \mu p_M D - M(\bar{p}) \geq c(p_M) + \mu p_M D - \{c(\bar{p}) + \mu \bar{p} D\} > 0$$

which contradicts the assumptions that $F(p)$ is the equilibrium strategy. A similar argument establishes $F^*(\underline{p}) = 0$. Assuming $F^*(\underline{p}) > 0$ implies $p_m < \underline{p}$. Then the equilibrium expected loss must be equal to

$$M(p_m) = c(p_m) + F^*(p_m)^{n-1} \mu p_m D = c(p_m).$$

But a target incurs at most $c(\bar{p}) + \mu \bar{p} D = c(\underline{p})$ by playing $p = \bar{p}$ with probability one. Therefore, net gain from such a deviation becomes at least

$$c(p_m) - c(\underline{p}) > 0$$

given that $c(\cdot)$ is strictly decreasing. Again, this contradicts the assumption that $F^*(p)$ is the equilibrium strategy. \square

Claim 3 $F^*(\bar{p} - \varepsilon) < 1$ for any $\varepsilon > 0$.

Proof Suppose not. Then it follows that $p_M < \bar{p}$. Then the equilibrium expected loss must be equal to $M(p_M) = c(p_M) + \mu p_M D$. Consider a deviation strategy that assigns probability one to $p = \bar{p}$. Notice that $p_M < \bar{p}$ implies $M(\bar{p}) = c(\bar{p}) + \mu \bar{p} D$. Given that $L_{\max}(p) = c(p) + \mu p D$ is strictly decreasing in p for $p < \bar{p}$, the net gain from such a deviation becomes

$$M(p_M) - M(\bar{p}) = c(p_M) + \mu p_M D - \{c(\bar{p}) + \mu \bar{p} D\} > 0$$

which leads to contradiction.

Given that $\bar{p} \in \text{supp } F^*(p)$, it follows that $M(p) = M(\bar{p})$ for all $p \in \text{supp } F^*(p)$. The equation $M(p) = M(\bar{p})$ implicitly determines the equilibrium distribution function $F^*(p)$:

$$M(p) = c(p) + F^*(p)^{n-1} \mu p D = c(\bar{p}) + \mu \bar{p} D = M(\bar{p})$$

$$F^*(p) = \left\{ \frac{c(\bar{p}) + \mu \bar{p} D - c(p)}{\mu p D} \right\}^{\frac{1}{n-1}}.$$

To confirm that $F^*(p)$ satisfies the requirements for a distribution function. Notice first that $F^*(\underline{p}) = 0$, $F^*(\bar{p}) = 1$. Also, for $p \in (\underline{p}, \bar{p})$

$$\begin{aligned}\frac{\partial F^*(p)}{\partial p} &= -\frac{1}{n-1} F^*(p)^{\frac{2-n}{n-1}} \frac{c'(p)p + c(\bar{p}) + \mu\bar{p}D - c(p)}{\mu p^2 D} \\ &= -\frac{1}{n-1} F^*(p)^{\frac{2-n}{n-1}} \frac{\{c'(p) + \mu D\}p + c(\bar{p}) + \mu\bar{p}D - \{c(p) + \mu p D\}}{\mu p^2 D} > 0\end{aligned}$$

where the inequality follows from $c(\bar{p}) + \mu\bar{p}D < c(p) + \mu p D$ and $c'(p) + \mu D < 0$ for $p \in (\underline{p}, \bar{p})$. \square

Claim 4 $F^*(\underline{p} + \varepsilon) > 0$ for any $\varepsilon > 0$.

Proof Suppose not. This implies $p_m > \underline{p}$. Then the equilibrium expected loss must be equal to $M(p_m) = c(p_m)$. Given that $\bar{p} = p_m \in \text{supp } F^*(p)$, however, the equilibrium expected loss must be equal to $c(\bar{p}) + \mu\bar{p}D$. But this leads to a contradiction because

$$c(p_m) < c(\underline{p}) = c(\bar{p}) + \mu\bar{p}D$$

given that $c(\cdot)$ is strictly decreasing. \square

Claim 5 $F^*(p'') - F^*(p') > 0$ for all $\underline{p} < p' < p'' < \bar{p}$.

Proof Suppose not, i.e., there exist $p', p'' \in (\underline{p}, \bar{p})$ such that $F^*(p'') - F^*(p') = 0$ and $p' < p''$. Let $P_F \equiv \{p \in (\underline{p}, \bar{p}) : F^*(p) = F^*(p') = F^*(p'')\}$ be the preimage of $F^*(p')$. Given that the function $F^*(\cdot)$ is continuous, the set P_F must be closed. Then $p_L \equiv \min p \in P_F$ and $p_H \equiv \max p \in P_F$ are well-defined. By construction, it must be that $p_L \leq p' < p'' \leq p_H$ and $p_L, p_H \in \text{supp } F^*(p)$. Then the equilibrium expected loss is equal to

$$c(p_L) + F^*(p')^{n-1} \mu p_L D = c(p_H) + F^*(p')^{n-1} \mu p_H D.$$

Let $M_F(p) \equiv c(p) + F^*(p')^{n-1} \mu p D$. Given that $c(p)'' > 0$, the function $M_F(p)$ is strictly convex with $M_F(p_L) = M_F(p_H)$. This implies $M_F(p) < M_F(p_L)$ for all $p \in (p_L, p_H)$. If a target sets any $p \in (p_L, p_H)$ with probability one, however, the expected loss becomes $c(p) + F^*(p')^{n-1} \mu p D = M_F(p)$, which is

smaller than the equilibrium expected loss $M_F(p_L)$. This contradicts the assumption that $F^*(p)$ is the equilibrium distribution function.

For the second part of the claim, let $\Delta^*(\mu) \equiv G(\theta^*(\mu)) - \mu$. Then $\Delta^*(\mu^*) = 0$. Notice that

$$\theta^*(\mu) = \int_{\underline{p}}^{\bar{p}} p D d(F^*(p; \mu))^n = \bar{p}D - D \int_{\underline{p}}^{\bar{p}} (F^*(p; \mu))^n dp$$

where the last equality follows from integrating by parts. Given that $\bar{p}(\mu)$, $\underline{p}(\mu)$, and $(F^*(p; \mu))^n$ are all continuous in μ , $\Delta^*(\mu)$ is also continuous. Given the continuity of $\Delta^*(\cdot)$, the existence of μ^* is proved if one can show that $\Delta^*(1) < 0 < \lim_{\mu \rightarrow 0} \Delta^*(\mu)$. To see this, notice first that the equilibrium distribution $(F^*(p; \mu))^n$ becomes degenerate at $p = p_{\max}$ as $\mu \rightarrow 0$. This implies

$$\lim_{\mu \rightarrow 0} \Delta^*(\mu) = \lim_{\mu \rightarrow 0} G \left(\int_{[0,1]} p D d(F^*(p; \mu))^n \right) = G(p_{\max}D) > 0$$

where the inequality follows from the assumption $p_{\max}D > \underline{\theta}$. Moreover, $p \leq p_{\max}$ implies

$$\theta^*(1) = \int_{[0,1]} p D d(F^*(p; 1))^n \leq p_{\max}D$$

therefore,

$$\Delta^*(1) = G(\theta^*(1)) - 1 \leq G(p_{\max}D) - 1 < G(\bar{\theta}) - 1 = 0$$

where the last inequality follows from the assumption $p_{\max}D < \bar{\theta}$.

To prove the uniqueness of μ^* , it suffices to show that $\Delta^*(\mu)$ is strictly decreasing in μ . Using the envelope theorem to evaluate $\frac{\partial c(\bar{p}) + \mu \bar{p}D}{\partial \mu} = \bar{p}D$, one can show that

$$\frac{\partial (F^*(p; \mu))^n}{\partial \mu} = -\frac{n}{n-1} \left\{ \frac{c(\bar{p}) + \mu \bar{p}D - c(p)}{\mu p D} \right\}^{\frac{1}{n-1}} \frac{c(\bar{p}) - c(p)}{\mu^2 p D} > 0$$

Given that $\frac{\partial (F^*(p; \mu))^n}{\partial \mu}$, $\frac{\partial \bar{p}(\mu)}{\partial \mu}$, and $\frac{\partial \underline{p}(\mu)}{\partial \mu}$ are all continuous, $\frac{\partial \theta^*(\mu)}{\partial \mu}$ can be evaluated using Leibniz's integral rule. This leads to

$$\frac{\partial \theta^*(\mu)}{\partial \mu} = \frac{\partial \bar{p}(\mu)}{\partial \mu} D - (F^*(\bar{p}; \mu))^n \frac{\partial \bar{p}(\mu)}{\partial \mu} D + \left(F^*(\underline{p}; \mu) \right)^n \frac{\partial \underline{p}(\mu)}{\partial \mu} D - D \int_{\underline{p}}^{\bar{p}} \frac{\partial (F^*(p; \mu))^n}{\partial \mu} dp$$

$$= -D \int_{\underline{p}}^{\bar{p}} \frac{\partial (F^*(p; \mu))^n}{\partial \mu} dp < 0$$

given that $F^*(\bar{p}; \mu) = 1$ and $F^*(\underline{p}; \mu) = 0$. Since $\frac{\partial G}{\partial \theta} > 0$, it follows that $\frac{\partial \Delta^*(\mu)}{\partial \mu} = \frac{\partial G}{\partial \theta} \frac{\partial \theta^*}{\partial \mu} - 1 < 0$ as claimed. \square

Proof of Lemma 4

Suppose not, i.e., there exists a set $\tilde{P} = \{\mathbf{p}: p_i \neq p_j \text{ for some } i, j\}$ and $\Pr(\mathbf{p} \in \tilde{P}) > 0$. For each $\mathbf{p} = (p_1, \dots, p_n)$, define $\mathbf{p}' = \max\{p_1, \dots, p_n\}(1, \dots, 1)$. Consider an alternative strategy where the targets set \mathbf{p}' with the probability with which they used to set \mathbf{p} . The gains from such a strategy is given by

$$\begin{aligned} & \int_{[0,1]^n} [\sum_i c(p_i) + \mu \max\{p_1, \dots, p_n\} D] dF(\mathbf{p}) \\ & - \int_{[0,1]^n} [\sum_i c(\max\{p_1, \dots, p_n\}) + \mu \max\{p_1, \dots, p_n\} D] dF(\mathbf{p}) \\ & = \int_{\tilde{P}} [\sum_i \{c(p_i) - c(\max\{p_1, \dots, p_n\})\}] dF(\mathbf{p}) > 0 \end{aligned}$$

since $\sum_{i=1}^n \{c(p_i) - c(\max\{p_1, \dots, p_n\})\} > 0$ for $\mathbf{p} \in \tilde{P}$ and $\Pr(\mathbf{p} \in \tilde{P}) > 0$. This implies that a strategy where $\Pr(\mathbf{p} \in \tilde{P}) > 0$ is never optimal, which leads to a contradiction. \square

Proof of Proposition 2

First, it is shown that there exists a unique $\mu^c \in (0, 1)$ satisfying the belief-consistency condition. Notice that the first-order condition for the targets' minimization problem holds as an equality, i.e., $nc'(p^c) + \mu D = 0$ given that $\lim_{p \rightarrow 0} nc'(p) + \mu D < \lim_{p \rightarrow 0} c'(p) + D < 0$ and $nc'(p_{\max}) + \mu D \geq 0$. Since $c'(\cdot)$ is strictly increasing, this implies $p^c(\mu) = c'^{-1}\left(-\frac{\mu D}{n}\right)$, where $c'^{-1}(\cdot)$ is the inverse of $c'(\cdot)$. $p^c(\cdot)$ must be continuous and strictly decreasing given that $c'^{-1}(\cdot)$ is continuous and strictly increasing. Let $\Delta^c(\mu) \equiv G(\theta^c(\mu)) - \mu$. Then the equilibrium belief μ^c must satisfy $\Delta^c(\mu^c) = 0$. Notice that $\Delta^c(\cdot)$ is continuous and strictly decreasing given that $\theta^c(\cdot) = p^c(\cdot)D$ is continuous and strictly decreasing while $G(\cdot)$ is continuous and strictly increasing. This implies that the solution to the equation $\Delta^c(\mu) = 0$, if exists, must be unique. Given the assumption $\underline{\theta} < p_{\max}D < \bar{\theta}$, the solution does exist because $\Delta^c(0) = G(p_{\max}D) > 0$ and $\Delta^c(1) = G(p^c(1)D) - 1 \leq G(p_{\max}D) - 1 < 0$. If $\mu^c > 0$, it must be that

$nc'(p_{\max}) + \mu^c D = \mu^c D > 0$. This means $p^c < p_{\max}$. Also $G(p_{\min}D) = G(\underline{\theta}) = 0$ implies $p_{\min} < p^c$.

To see that $\mu^* < \mu^c$, it is helpful to define $\bar{\mu}^*$ such that $G(\bar{p}(\bar{\mu}^*)D) = \bar{\mu}^*$. Since $\bar{p}(\cdot)$ and $G(\cdot)$ are both continuous with $G(\bar{p}(0)D) = G(p_{\max}D) > 0$ and $G(\bar{p}(1)D) - 1 \leq G(p_{\max}D) - 1 < 0$, such a $\bar{\mu}^* \in (p, 1)$ is uniquely determined. Then it must be that $\mu^* < \bar{\mu}^*$. To confirm, suppose to the contrary that $\mu^* \geq \bar{\mu}^*$. Given that $G\left(\int_{[0,1]} pDd(F^*(p; \mu^*))^n\right) = \mu^*$, it follows

$$G\left(\int_{[0,1]} pDd(F^*(p; \mu^*))^n\right) - G(\bar{p}(\bar{\mu}^*)D) = \mu^* - \bar{\mu}^* \geq 0.$$

Since $G(\cdot)$ is strictly increasing, this implies $\int_{[0,1]} pDd(F^*(p; \mu^*))^n \geq \bar{p}(\bar{\mu}^*)$. Notice that the distribution function $(F^*(p; \mu))^n$ has a support $[p(\mu), \bar{p}(\mu)]$ and $\bar{p}(\mu)$ is strictly decreasing in μ . This implies $\int_{[0,1]} pDd(F^*(p; \mu^*))^n < \bar{p}(\mu^*) \leq \bar{p}(\bar{\mu}^*)$, which is a contradiction.

A similar argument can be used to establish $\bar{\mu}^* < \mu^c$. To see this, suppose to the contrary that $\bar{\mu}^* \geq \mu^c$. Given that $G(p^c(\mu^c)D) = \mu^c$, it follows

$$G(\bar{p}(\bar{\mu}^*)D) - G(p^c(\mu^c)D) = \bar{\mu}^* - \mu^c \geq 0.$$

Since $G(\cdot)$ is strictly increasing, it must be that $\bar{p}(\bar{\mu}^*) \geq p^c(\mu^c)$. Consider $\bar{p}(\mu^c)$ and $p^c(\mu^c)$. From the first-order conditions,

$$nc'(p^c(\mu^c)) + \mu^c D = 0$$

$$c'(\bar{p}(\mu^c)) + \mu^c D = 0.$$

which implies $nc'(p^c(\mu^c)) = c'(\bar{p}(\mu^c))$. But this leads to $\bar{p}(\mu^c) < p^c(\mu^c)$ because $c'(\cdot) < 0$ is strictly increasing. Given that $\bar{p}(\cdot)$ is strictly decreasing and $\bar{p}(\bar{\mu}^*) \geq p^c(\mu^c)$, it follows that $\bar{\mu}^* < \mu^c$, which is a contradiction. \square

Proof of Proposition 3

Characterizing the equilibrium boils down to showing that there exists a unique $p^o \in [p_{\min}, p^c]$. Then $\mu^o \in [0, \mu^c]$ follows immediately because $p_{\min} \leq p^o < p^c$ implies $0 = G(p_{\min}D) \leq G(p^oD) < G(p^cD) = \mu^c$. To see that p^o is uniquely determined in $[p_{\min}, p^c]$, notice first that it is never optimal to set $p^o < p_{\min}$. The probability of an attack becomes zero once p reaches p_{\min} . If the targets set p

below p_{\min} , therefore, they will increase the cost of investment without lowering the probability of an attack. Similarly, any $p^o > p_{\max}$ cannot be optimal, either. Otherwise, the targets will be able to reduce the risk of an attack without any extra costs of investment. Without loss of generality, therefore, the domain for the targets' minimization problem can be restricted to $p \in [p_{\min}, p_{\max}]$.

Given the assumption $2G'(\theta) + G''(\theta)\theta > 0$, the targets' objective function is strictly convex for $p \geq p_{\min}$ because

$$\begin{aligned}\frac{\partial^2(nc(p)+G(pD)pD)}{\partial p^2} &= nc''(p) + 2G'(pD)D^2 + G''(pD)pD^3 \\ &= nc''(p) + \{2G'(pD) + G''(pD)pD\}D^2 > 0.\end{aligned}$$

This implies that the solution to the minimization problem must be unique. In contrast to the equilibrium with coordination only, however, the first-order condition may not hold as an equality. Differentiating the objective function with respect to p gives

$$nc'(p) + G'(pD)pD^2 + G(pD)D \equiv \Gamma(p).$$

The second derivative is shown to be positive, which means that $\Gamma(\cdot)$ is strictly increasing. There are two cases to consider: i) $\Gamma(p_{\min}) \geq 0$ and ii) $\Gamma(p_{\min}) < 0$. If $\Gamma(p_{\min}) \geq 0$, the objective function is increasing for all $p \in [p_{\min}, p_{\max}]$. This implies that the minimum is attained at $p = p_{\min}$. If $\Gamma(p_{\min}) < 0$, the first-order condition holds as an equality, i.e., there exists a $p^o \in (p_{\min}, p^c)$ such that $\Gamma(p^o) = 0$. To confirm, notice that

$$\Gamma(p^c) = nc'(p^c) + G'(p^cD)p^cD^2 + G(p^cD)D > 0$$

because $nc'(p^c) + G(p^cD)D = 0$. Given that $\Gamma(\cdot)$ is continuous with $\Gamma(p_{\min}) < 0$ and $\Gamma(p^c) > 0$, such a $p^o \in (p_{\min}, p^c)$ must exist. \square

Proof of Proposition 4

For a given contract (b, B, b', B') , a target's loss is given by

$$\begin{aligned}L_i(\mathbf{p}, s) &= c(p_i) \\ &+ I(s) \left[\rho_i(\mathbf{p})\{p_i(D + B) + (1 - p_i)B'\} + \{1 - \rho_i(\mathbf{p})\} \left\{ \max_{j \neq i} p_j b + \left(1 - \max_{j \neq i} p_j\right) b' \right\} \right]\end{aligned}$$

The difference with the basic model is that a target incurs a loss (or a gain, if the payment is negative) even when it is not the victim of an attack. The loss of a target

will depend on whether it is the victim of the attack and also whether the attack was successful or not. The second term on the right-hand side then gives a target's expected loss from an attack. The joint loss of the targets can be obtained by adding all individual losses:

$$\begin{aligned} L(\mathbf{p}, s) &= \sum_i c(p_i) + I(s) \left[\max_i p_i \{D + B + (n-1)b\} + \left(1 - \max_i p_i\right) \{B' + (n-1)b'\} \right] \\ &= \sum_i c(p_i) + I(s) \max_i p_i D \end{aligned}$$

Due to the budget-balancing conditions, the transfer payments cancel each other out once they are summed up across all targets. Consequently, the expression for the targets' joint loss is exactly the same as the one in the basic model. Given that the terrorist cares only about the targets' joint loss and not its distribution, this implies that contracting does not change the terrorist's objective function, either.

Given a contract, the equilibrium of the game is found where the terrorist and the targets play their optimal strategies and the targets' belief becomes consistent with the terrorist's equilibrium strategy. To differentiate it with the equilibrium without contracting, μ^{**} , θ^{**} , and $F_i^{**}(\cdot)$ will be used to denote the equilibrium belief and the strategies.

Lemma 5 *In any equilibrium with contracting, $\mu^{**} > 0$.*

Proof Suppose to the contrary that $\mu^{**} = 0$, i.e., the targets believe that an attack never occurs in equilibrium. Then it is never optimal for a target to choose a $p < p_{\max}$ with a positive probability. This implies

$$\theta^{**} = \int_{[0,1]^n} \max\{p_1, \dots, p_n\} D dF^{**}(\mathbf{p}) \geq p_{\max} D.$$

Notice that the belief consistency requires $G(\theta^{**}(\mu^{**})) = \mu^{**}$. But this leads to a contradiction because

$$0 = \mu^{**} = G(\theta^{**}) \geq G(p_{\max} D) > G(\underline{\theta}) = 0$$

where the last inequality follows from the assumption $\underline{\theta} < p_{\max} D$. \square

Recall that the first best may require $\mu^0 = 0$, i.e., there should be no attack by the terrorist. The lemma shows therefore that the targets' problem cannot be solved entirely by contracting. The question is then whether the targets may achieve the first best if it does not require a complete deterrence. A necessary condition is given by the next lemma.

Lemma 6 *If $p_i^{**} = p^{**}$ for all i , then $p^{**}(D + B) + (1 - p^{**})B' = p^{**}b + (1 - p^{**})b'$.*

Proof Suppose not. Then there are two cases to consider: i) $p^{**}(D + B) + (1 - p^{**})B' > p^{**}b + (1 - p^{**})b'$ and ii) $p^{**}(D + B) + (1 - p^{**})B' < p^{**}b + (1 - p^{**})b'$. In the first case, a target may deviate by setting $p' = p^{**} - \varepsilon$ for a small $\varepsilon > 0$. By doing so, the target becomes the strongest target with certainty. The net gain from the deviation becomes

$$\{c(p^{**}) - c(p')\} + \mu^{**} \frac{n-1}{n} \{p^{**}b + (1 - p^{**})b' - p'b - (1 - p')b'\} \\ + \mu^{**} \frac{1}{n} \{p^{**}(D + B) + (1 - p^{**})B' - p'b - (1 - p')b'\}$$

As ε gets smaller, the first two terms approach zero but the last term remains positive. This contradicts the assumption that p^{**} is the targets' equilibrium strategy. A similar argument can be applied to the case $p^{**}(D + B) + (1 - p^{**})B' < p^{**}b + (1 - p^{**})b'$. One may consider a deviation $p' = p^{**} + \varepsilon$. The deviant becomes the weakest target in this case. Then the net gain is given by

$$\{c(p^{**}) - c(p')\} + \mu^{**} \frac{1}{n} \{p^{**}(D + B) + (1 - p^{**})B' - p'(D + B) - (1 - p')B'\} \\ + \mu^{**} \frac{n-1}{n} \{p^{**}b + (1 - p^{**})b' - p'(D + B) - (1 - p')B'\}$$

As ε becomes smaller, the first two terms approach zero but the last term remains positive. Again, this leads to a contradiction. \square

The meaning of the condition becomes clear once a target's objective function is examined more closely. If the targets set the same p^{**} in equilibrium, which must be the case if the equilibrium achieves the first best, target i 's expected loss is given by

$$E^s[L_i(p_i, p_{-i}^{**}, s)] \\ = \begin{cases} c(p_i) + \mu^{**}\{p_i(D + B) + (1 - p_i)B'\} & \text{if } p_i > p^{**} \\ c(p_i) + \mu^{**} \left[\frac{1}{n} \{p_i(D + B) + (1 - p_i)B\} + \frac{n-1}{n} \{p_i b + (1 - p_i)b'\} \right] & \text{if } p_i = p^{**} \\ c(p_i) + \mu^{**}\{p^{**}b + (1 - p^{**})b'\} & \text{if } p_i < p^{**} \end{cases}$$

The function $E^s[L_i(p_i, p_{-i}^{**}, s)]$ is continuous except for a potential discontinuity at $p_i = p^{**}$. Conditional on there being an attack, a target incurs a loss of $\{p_i(D + B) + (1 - p_i)B'\}$ if it is the victim. Otherwise, the loss becomes $p^{**}b + (1 - p^{**})b'$. Hence the condition in the lemma requires that a targets should be indifferent between being and not being the victim of an attack. If not, a target

will deviate by slightly lowering (or raising) its p to get the better payoff. Once the condition is satisfied, the function $E^s[L_i(p_i, p_{-i}^{**}, s)]$ becomes continuous for all p_i .

A contract induces the first-best if $p_i^{**} = p^o$, i.e., each target sets p^o in equilibrium. Then it must be that

$$p^o(D + B) + (1 - p^o)B' = p^ob + (1 - p^o)b' \quad (1)$$

For the strategy to be optimal, any deviation must result in higher expected loss. Examining the target's expected loss reveals that setting any $p < p^o$ is never profitable. Given that all other targets set p^o , lowering p unilaterally will only increase the cost of investment without changing the probability that an attack becomes successful.

A deviation by setting a $p > p^o$, on the other hand, may reduce a target's expected loss. One way to prevent such a deviation is to align the optimality condition of individual targets with the one that minimizes their joint expected loss. Assuming that an attack occurs with a positive probability, i.e., $\mu^o = G(p^oD) > 0$, the first best solution is determined by

$$nc'(p^o) + G(p^oD)D + G'(p^oD)p^oD^2 = 0$$

or

$$c'(p^o) + G(p^oD)\frac{D}{n}\left\{1 + \frac{G'(p^oD)}{G(p^oD)}p^oD\right\} = 0 \quad (2)$$

On the other hand, a target's expected loss will be minimized at p^o in equilibrium if it is increasing in p_i for all $p_i > p^o$. Differentiating the function $E^s[L_i(p_i, p_{-i}^{**}, s)]$ with respect to p_i and evaluating it at $p^{**} = p^o$ gives $c'(p_i) + \mu^o(D + B - B')$. This implies that a target will never deviate from the first-best solution if

$$c'(p_i) + \mu^o(D + B - B') \geq 0$$

for $p_i > p^o$. Given the convexity of $c(\cdot)$, the left-hand side of the inequality increases with p_i . Hence the condition will be satisfied for all $p_i > p^o$ if the inequality holds at $p_i = p^o$, i.e.,

$$c'(p^o) + \mu^o(D + B - B') \geq 0$$

Comparing the expression with (2) reveals that this inequality is reduced to

$$D + B - B' \geq \frac{D}{n}\left\{1 + \frac{G'(p^oD)}{G(p^oD)}p^oD\right\} \quad (3)$$

By construction, the first best can be supported as an equilibrium if a contract satisfies (1) and (3) along with the two budget-balancing conditions. As long as other targets are doing the same, it will be optimal for a target to set $p = p^o$. Given the targets' strategy, the terrorist should initiate an operation only when $\theta \leq \theta^o = p^o D$. The targets' belief μ^o is then consistent with the terrorist's strategy because $\mu^o = G(p^o D)$. Given that the condition (3) is in inequality form, however, the optimal contract is not determined uniquely. In case (3) holds as a strict inequality, each target's expected loss must be strictly increasing at $p = p^o$. This implies that the targets would reduce their expected loss further if they could collectively choose to lower their p 's. Then a strong refinement in the spirit of Aumann (1959) may eliminate such a possibility and hence resolve the indeterminacy.

Now, for the proof of proposition 4, notice first that any budget-balancing contract that implements the first best must satisfy

$$B + (n - 1)b = 0$$

$$B' + (n - 1)b' = 0$$

$$p^o(D + B) + (1 - p^o)B' = p^o b + (1 - p^o)b'$$

Solving for b , B , and B' gives,

$$b = \frac{D}{n} - \frac{1-p^o}{p^o} b'$$

$$B = -(n - 1)b = -(n - 1) \left(\frac{D}{n} - \frac{1-p^o}{p^o} b' \right)$$

$$B' = -(n - 1)b'$$

Then the expected loss of target i can be expressed in terms of b' only. Given that $p_j = p^o$ for all $j \neq i$, this gives

$$\begin{aligned} & c(p_i) + \mu^o \{p_i(D + B) + (1 - p_i)B'\} \\ &= c(p_i) + \mu^o p_i \left\{ \frac{D}{n} + (n - 1) \frac{b'}{p^o} \right\} - \mu^o (n - 1)b' \equiv \tilde{L}(p_i; b'). \end{aligned}$$

For $p_i = p^o$ to be optimal, $\tilde{L}(p_i; b')$ must be increasing in p_i at $p_i = p^o$, i.e.,

$$\frac{\partial \tilde{L}(p^o; b')}{\partial p_i} = c'(p^o) + \mu^o \left\{ \frac{D}{n} + (n - 1) \frac{b'}{p^o} \right\} \geq 0.$$

It is easy to confirm that the inequality holds as an equality at

$b' = \frac{1}{n(n-1)} \frac{G'(p^o D)}{G(p^o D)} (p^o D)^2 > 0$. Given that $\frac{\partial L(p_i; b')}{\partial p_i}$ is increasing in p_i , this implies that any contract with $b' \geq \frac{1}{n(n-1)} \frac{G'(p^o D)}{G(p^o D)} (p^o D)^2$ can support the first best given that b , B , and B' are determined accordingly. \square

Proof of Corollary

For the contract to implement the first best, it must satisfy (1), which is now reduced to

$$D + B = b.$$

Combined with the remaining budget-balancing constraint $B + (n-1)b = 0$, the contract can be determined completely, which is given by

$$b = \frac{D}{n}$$

$$B = -(n-1) \frac{D}{n}.$$

Then it is straightforward to verify that the contract does not implement the first best. This is because the contract violates (3), i.e.,

$$D + B - B' = b = \frac{D}{n} < \frac{D}{n} \left\{ 1 + \frac{G'(p^o D)}{G(p^o D)} p^o D \right\}. \quad \square$$

『韓國開發研究』 국문투고규정

1. 본 『韓國開發研究』에 게재되는 논문은 경제학분야의 독창적인 학술논문으로서 한국의 경제정책에 대한 함의가 있는 논문을 주 대상으로 한다.
2. 본지에는 이미 타 학술지에 발표된 연구물의 전제 또는 그와 동일한 내용의 변안 내지 요약물은 일체 게재하지 않는다.
3. 동일 주제의 연구물은 당호로 완결하며 분할게재하지 않음을 원칙으로 한다.
4. 논문기고자의 자격에는 제한을 두지 않는다.
5. 논문의 언어는 국문 또는 영문으로 한다.
6. 논문에 수록된 모든 표와 그림, 참고문헌은 영문 작성을 원칙으로 한다. 단, 국문 참고문헌의 경우에는 영문 제목이 있을 경우에만 이를 영문으로 작성하며, 영문 제목이 없는 경우에는 국문으로 작성한다.
7. 국문 논문의 경우에는 영문초록 500단어 이상, 국문초록 100단어 이상으로 작성해야 하며, 영문 논문의 경우에는 영문초록과 국문초록 모두 100단어 이상으로 작성해야 한다.
8. 논문을 대표할 수 있는 핵심 단어(key word) 5개 이하, JEL 코드, 논문 제목이 투고 시에 국문과 영문으로 함께 제출되어야 한다.
9. 모든 저자의 성명과 소속, 거주지 주소, 이메일 주소가 투고 시에 국문과 영문으로 함께 제출되어야 하며, 저자가 공동일 경우 기여율이 높은 순서에 따라 저자를 표시한다.
10. 투고된 원고의 게재 여부는 본지 편집위원회 규정에 정해진 심사절차를 거쳐 결정한다.
11. 투고 및 기타 본지에 관한 모든 사항의 연락처는 다음과 같다.

● 연락처

- 우편번호 : 130-740
- 주 소 : 서울특별시 동대문구 회기로 47,
한국개발연구원 韓國開發研究 編輯委員會
- 투 고 : kdijournal@kdi.re.kr (02)958-4330

Guidelines for Manuscript Submission to the KDI Journal of Economic Policy

1. The manuscripts published in the KDI Journal of Economic Policy are creative academic papers on all areas of economics that contain implications about Korea's economic policies.
2. Manuscripts that have been published in other journals, or their translation or summaries will not be accepted.
3. Manuscripts with one theme will be published in one volume.
4. No particular qualifications are required for the author(s) shown in the title page.
5. Manuscripts should be written in Korean or English.
6. Manuscripts written in Korean should attach an abstract in English with more than 500 words, and manuscripts in English should have abstracts written in both Korean and English with more than 100 words, respectively.
7. Five key words representing the manuscript should be suggested followed by summary. The first page should display theme words, JEL code, title, name and position of the author(s), and full postal address and e-mail address in English, followed by same information in Korean on the second page.
8. The manuscripts with more than one author should display names in order of their contribution.
9. Decision for publication is considered after due review process according to the regulations of the KDI Journal of Economic Policy by the board of editors.
10. All tables and figures should be written in English.
11. Contacts for further information regarding submission to the KDI Journal of Economic Policy are as follows:

- Postal code : 130-740
- Korea Development Institute
47, Hoegi-ro, Dongdaemun-gu, P.O. Box 113, Seoul, Korea.
- For Manuscript Submission
E-mail at : kdijournal@kdi.re.kr (82-2-958-4330)

국문원고작성요령

1. 논문의 언어는 국문 또는 영문으로 하고 원고는 A4 용지에 작성하며, 글씨체는 윤명조120, 글자크기(본문기준) 10.3p, 행간 18p로 작성한다(아래아한글 기준).
2. 기본적으로 한글 작성을 원칙으로 하며 아래와 같은 경우 한자를 섞어서 작성할 수 있다.
 - 1) 한자의 사용은 원칙적으로 학술용어, 전문용어, 고유명사, 그리고 뜻 파악에 혼동이 있을 경우에 한한다.
 - 2) 문장의 시각적 효과를 고려하여 중심어구인 경우에는 한자를 사용할 수 있다.
 - 3) 한글로 표기했을 경우 뜻이 분명치 않거나 문맥을 빨리 이해할 수 없을 때도 한자를 사용할 수 있다.
3. 문자 중 부득이 로마자나 기타 외국문자를 써야 할 때에는 다음 사항에 유의해야 한다.
 - 1) 인명, 지명 등의 고유명사는 머리글자만 대문자로 적고, 단체·기구명의 약어인 경우는 모두 대문자로 적는다.
 - 2) 지명은 '외래어 표기법'에 따라 원지음을 국문으로 그대로 적는다.
 - 3) 본문 중의 숫자는 아라비아 숫자로 쓰는 것을 원칙으로 한다. 그러나 문장의 흐름상 설명적 표현이 효과적인 때나 단위가 높은 수가 문장 중에 들어가야 할 때는 한글 또는 한자를 섞어 사용한다.
4. 본문 중에 사용하는 용어나 단위, 인명, 전문술어 등은 전체를 통해 일관성 있게 사용하여야 한다.
5. 본지에서는 'I' '1.' '가.' '1)' '가)'의 순서로 장·절을 표기한다.
6. 모든 표와 그림은 영문으로 작성해야 하며, 본문과의 사이에 1행을 비우고 작성한다.
7. 신문기사의 인용은 신문의 題號와 발행일자만을 표시하며, 題號는 단행본의 책명처럼 『』로 표시하고 쉽표를 적는다. 외국 신문의 경우 발행지를 밝힐 필요가 있을 때에는 題號 다음에 묶음표를 곁들여 발행지를 밝힌다.
〈예〉 ① 『조선일보』, 2003. 5. 27.
② *New York Times*, 15 May 2003, sec. 4, p.11; *Le Monde*(Paris)
8. 참고문헌
 - 1) 모든 참고문헌은 영문으로 작성하는 것이 원칙이며, 국문 참고문헌의 경우, 영문 제목이 없는 경우에 한하여 국문으로 표기한다.
 - 2) 국문으로 된 참고문헌은 가나다순(인명, 기관명)으로 먼저 기재하고(한자로 표기한 외국문헌도 이에 준함), 이어서 서양문헌을 ABC순(last name, 기관명)으로 기재한다.
 - 3) 저자명이 같은 자료들은 한데 묶어 정리한다.
〈예〉 ① Koh, Young-Sun, "The Impact of Budget Deficits on Inflation and Private Savings," *The KDI Journal of Economic Policy*, Vol. 22, No. 1, 2, 2000.
② Taylor, Lance, *Macro Models for Developing Countries*, New York: McGraw-Hill Book Company, 1979.
③ Leibenstein, Harvey, "Entrepreneurship and Development," *American Economic Review*, Vol. 58, No. 2, May 1968, pp.35~53.
④ 한국은행, 『경제통계연보』, 1978.
_____, 『기업경영분석』, 1980.

Guidelines for English Manuscripts Preparation

1. Manuscripts must be prepared in Korean or English on A4 paper using the “Book Antiqua” font, size 10p, and space between lines of 11.3p (based on MS-word processor)
 2. When Romanization or other foreign languages are needed, author must comply with the following: The first word of proper nouns, such as names of people and geographical locations, must begin with a capital letter. And, abbreviation of names of groups and organizations must be written in all capital letters.
 3. Terms, units, name of people, and terminology must maintain consistency throughout the whole manuscript.
 4. The main body should be divided into the following order: I , 1, 1), II , 1
 - I Introduction
 1. The Model
 - 1) Previous Research
 2. Mathematical Models
 - II Data
 5. Tables must be numbered with Arabic numerals. Tables must be placed in the middle of the page. Tables must be self-contained, in the sense that the reader must be able to understand them. Each table must have a title followed by a descriptive legend. Authors must check tables to be sure that the title, column headings, captions, etc., are clear and to the point.
 6. Figures must be numbered with Arabic numerals. Figures must be placed in the middle of the page. A figure's title should be part of the caption. Figures must be self-contained. Each figure must have a title followed by a descriptive legend.
 7. References
 - 1) References in Korean must be displayed in the Korean alphabetical order (name of people and organizations). When Korean reference has English-translated title, both titles must be displayed simultaneously. Foreign reference written in Chinese characters must follow the same rule. In addition, foreign references must be displayed in alphabetical order (last name, organization name)
 - 2) References with the same author must be displayed together.
- <Ex> ① Koh, Young-Sun, “The Impact of Budget Deficits on Inflation and Private Savings,” The KDI Journal of Economic Policy, Vol. 22, No. 1, 2, 2000.
- ② Taylor, Lance, Macro Models for Developing Countries, New York: McCraw-Hill Book Company, 1979.
- ③ Leibenstein, Harvey, “Entrepreneurship and Development,” American Economic Review, Vol. 58, Bo2, May 1968, pp.35~53.

KDI 도서회원제 안내

● 회원에 대한 특전

- 본원에서 발행하는 모든 간행물을 우송하여 드립니다. (단, 비공개 자료 및 배포제한 자료는 제외)
- 본원이 주최하는 각종 행사(세미나, 정책토론회, 공청회 등)에 우선적으로 참가하실 수 있습니다.
- 발간된 연구보고서(인쇄물)를 KDI 홈페이지에서 추가로 구매하실 경우 10%의 가격을 할인 받으실 수 있습니다.

● KDI 발간자료

- 단행본, 연구보고서, 정책연구시리즈, KDI 정책포럼, KDI FOCUS, 연구자료, 기타보고서 등
- 월간: KDI 경제동향, KDI 북한경제리뷰, Economic Bulletin, 나라경제, click 경제교육
- 분기: 한국개발연구, 부동산시장 동향분석, 개발협력 동향분석
- 반년간: KDI 경제전망

● 연交会비

- 개인회원 10만원
- 기관회원 30만원

● 가입방법

KDI 홈페이지에서 도서회원 가입신청서를 작성하신 후 아래의 방법으로 회비를 입금하시면 됩니다.

계좌입금: 우리은행 254-012362-13-145(예금주: 한국개발연구원)
지로(지로번호: 6961017), 신용카드 및 핸드폰으로 결제 가능합니다.
본원 기획팀(발간자료 담당자)에 직접 회비를 납입하실 수 있습니다.

● 문의사항

대외협력실 기획팀 발간자료 담당

TEL 958-4344 / FAX 960-0652 / E-mail kimy1h2@kdi.re.kr

● 판매처

- 교보문고(광화문점 정부간행물코너) TEL. 397-3628
- 영풍문고(종로점 정치경제코너) TEL. 399-5632

KDI Book Membership Information

- Members Only Exclusive Offer
 - All KDI publications mailed to members (excluding those classified confidential or under limited distribution)
 - Preferential invitation to special events hosted by KDI (including seminar, policy discussion forum, public hearing, etc.)
 - 10% discount on purchasing additional copies of published research monographs (printed) online at KDI homepage
- KDI Publications
 - Book, research monograph, policy study, KDI policy forum, KDI FOCUS, research papers and policy information materials
 - Periodicals
 - Monthly: KDI Monthly Economic Trends, KDI Review of the North Korean Economy, Economic Bulletin, Narakyungje, click Economic Education,
 - Quarterly: KDI Journal of Economic Policy
 - Biannual: KDI Economic Outlook
- Annual Fees
 - Individual 100,000 won
 - Institution 300,000 won
- Sign-up

You may sign up via KDI homepage where you register by filling out the member registration form and submitting it to us. Available payment methods are as follows:

 - Send to KDI bank account: Woori Bank, 254-012362-13-145 (account holder: Korea Development Institute)
 - Use the GIRO system: NO. 6961017 (credit card and mobile payments available)
 - Or, you may pay the fee directly to the Coordination and Planning Unit of KDI Division of External Affairs.
- Contact
 - Publication personnel in charge, Coordination and Planning Unit, Division of External Affairs, KDI
TEL: 958-4344 / FAX: 960-0652 / E-MAIL: kim1h2@kdi.re.kr
 - Sales Distributors
 - Kyobo Bookstore (Gwanghwamun branch, government publications section)
TEL: 397-3628
 - Youngpoong Bookstore (Jongno branch, policy & economy section)
TEL: 399-5632

KDI Journal of Economic Policy Vol. 35 No. 3(Serial Number 120)

Registered on March, 13, 1979

3,000 won

Registration Number 동대문 사00010호

Printed on August, 28, 2013

Published on August, 31, 2013

Published by Joon-Kyung Kim, President of KDI

Printed by Good Idea Good Peoples



Korea Development Institute

130-740 서울시 동대문구 회기로 47 | **Tel** 02-958-4114 | **Fax** 02-958-4310
P.O.Box 113, 47, Hoegi-ro, Dongdaemun-gu, Seoul, Korea | **www.kdi.re.kr**

