

## 特 集

## 自然災害と景気変動

## ECVAR モデルによる分析

呉 相根\*

## I . はじめに

近年、地球温暖化による気候変化が経済活動に及ぼす影響に対して大きな関心が集まっている。Barro (2006、2009) は、たびたび発生している経済的災難(戦争、景気停滞、金融危機等)による後生費用が持続的に発生する景気変動による後生費用よりも大きいと推定したことがある。経済的災難による後生費用はGDPの20%程度である反面、普通の景気変動の場合は1.5%にすぎないことと推定された。途上国の場合、先進国に比べて頻繁かつ規模も大きな自然災害による費用発生が主なことになるが、国民に与える平均的な被害はもっと大きいと推定された<sup>1)</sup>。2010年のハイチ共和国とチリ国の地震、2011年の日本の地震等がその代表的な事例である。

本研究は、自然災害のような供給衝撃が実質経済活動(実質GDP)に及ぼす影響を分析し、政策的な示唆点を模索するのが目的である。ここでは、韓国の自然災害による被害額を1970年から2004年までのデータをもとに、Error Correction VAR Modelを利用して推定する。VARモデルに使用する変数は、公共部門と民間部門の経済的損失額そしてGDPである。データはすべて2000年の物価を基準とした実質値を使用す

る。まず、GDPにおける自然災害の経済的損失比率は、1970年代は最小0.40%(1975年)から最大8.24%(1970年)まで、1980年代は最小0.04%(1985年)から最大0.53%(1990年)まで、2000年代は最小0.12%(2000年)から最大0.97%(2002年)までである。この指標は、人的被害を金額で算入していないので、被害額が過少推定されている問題を含んでいる。

## II . 災害状況

韓国の消防防災庁の統計によると、最近10年間自然災害による被害規模から見ると、江原地域は人命被害が人口1万名当たり1.6名、財産被害も総被害額が6兆4千億ウォン、復旧費9兆3千億ウォンにのぼるなど、全国から一番被害が大きいと集計された。韓国の気象災害による総被害額が1990年代6兆ウォンから2000年代19兆ウォンに3倍に急増しており、科学者たちは持続的に増加すると展望している。1916年以降、財産被害の30位までの順位をみると、2000年-2009年の間に9回、1990年-1999年の間に8回、1980年-1989年の間に6回、1970年-1979年の間に4回、1969年以前3回で大半が1980年代以降に集中している。1960年以降10年間単位からみた年平均被害額の規模は次の表1及び表

\*韓国東亜大学経済学科教授

翻訳：楊 光洙(長崎県立大学経済学部教授)

2のとおりである。

物価上昇率を考慮した実質 GDP 対比被害額の推移をみると、1970年代初めには実質被害が GDP 対比 1%から 8%まで大きくなっていたが、1980年代以降には 1%未満にとどまっている。これは、韓国経済の成長と都市化の進展に

表1 期間別被害額

期間	被害額(億ウォン)
1961年 1970年	1276.7
1971年 1980年	2033.6
1981年 1990年	5800.3
1991年 2000年	6953.8
2001年 2010年	1兆9045.7

注：年平均(当該年度価格基準)

資料：韓国消防防災庁『災害年報2009』2010年。

よる実質 GDP が大きく増加したからであると見られる。

一方、アジア地域の場合、低地帯国・低所得国に被害が集中している。災害危険度からみたアジア地域の都市としては日本の東京・大阪・神戸・京都が最も高いと推定された。これは、自然災害の中で地震発生頻度が高いためであると判断する。(表3参照)

世界的な自然災害被害は最近に著しく、アジア地域の人命と財産被害が占める比重が大きく、発生件数が38%、人命被害(死亡者数)が54%、移住者数が90%、経済的損失が42%を占めている(表4参照)。2010年と2011年の全世界的な自然災害の被害額は、天文学的に増加しているが、これは日本と中国の地震と水害によるものと見られる。

表2 被害額優先順位

順位	年	死亡・失踪(人)	被災者(人)	財産被害額(億ウォン)
1	2002	270	71,204	75,104
2	2003	148	63,133	52,966
3	2006	63	2,883	21,355
4	1987	1,022	272,277	19,645
5	1998	384	30,308	19,268
6	2001	82	4,165	15,376
7	1999	89	26,656	15,164
8	2004	14	8,814	13,938
9	2005	52	9,914	11,643
10	1990	257	203,314	11,112
11	1989	307	92,593	9,803
12	1995	158	30,408	8,807
13	2000	49	3,665	7,866
14	1996	77	18,686	6,850
15	1991	240	29,573	6,320

注：1916年 2009年(当該年度価格基準)

資料：韓国消防防災庁『災害年報2009』2010年。

順位	年	死亡・失踪(人)	被災者(人)	財産被害額(億ウォン)
16	1979	423	30,331	5,194
17	1980	279	53,860	4,672
18	1984	265	364,236	4,550
19	1986	156	99,114	4,381
20	1969	699	341,875	4,077
21	1936	1,916	-	3,855
22	1959	781	-	3,849
23	1972	852	656,361	3,484
24	1993	69	13,779	3,105
25	2009	13	11,931	2,988
26	2007	17	675	2,730
27	1997	38	6,296	2,607
28	1970	267	228,788	2,579
29	1985	250	72,257	2,509
30	1977	345	73,484	2,469

### Ⅲ．計量分析 (Error Correction VAR 分析)

気象災害が景気変動及び経済成長に及ぼす影響との因果関係、すなわち、気象災害が経済成長を阻害するのか、それとも経済成長によって都市化等が気象災害を招いたものか(いわゆる人災)について検討を行う。

#### 1．データ

気象災害被害額は、韓国の消防防災庁『災害年報2004』2005年を利用した。実質被害額を算出するため、2004年の物価を基準に換算した(『災難防災』2006年の資料使用)。実質 GDP

表3 世界の主要都市災害危険度指数

都市・地域	国	災害危険度指数
東京地域	日本	710.0
サンフランシスコ地域	米国	167.0
大阪・神戸・京都地域	日本	92.0
香港地域	中国	41.0
ソウル・仁川地域	韓国	15.0

資料：Munich Re Group、2005年。

は韓国銀行の資料を利用した。

#### 2．データの特性

気象災害による被害は民間部門が負担する部分(以下、民間部門被害額)と被害復旧のための公共部門の支出(以下、公共部門被害額)に区分する。これらの被害額の特性は、次のとおりである。

データは時系列の不安定性を除去するため、次のように変換した。気象災害による公共復旧費と民間部門被害額の変動分( $dlnpublic$ ,  $dlnprivate$ )、1年移動平均値の変動分( $mapublic$ ,  $maprivate$ )、3年移動平均値の変動分( $mapublic3$ ,  $maprivate3$ )を利用した。したがって、変換されたデータは気象災害被害額の純変動値といえる。通常、景気変動の場合は経済規模を時間の経過につれて増加する部分から趨勢(trend)を除去して算出するが、気象災害は強固な外因性(exogeneity)によってその一般的な変動性を計測することが困難である。したがって、気象災害の被害額の一般的な変動値を計測するため、本研究では、災害発生による被害額をそれぞれ1年と3年の移動平均値を利用してスムー

表4 世界の地域別災害状況(1980年-2008年)

	災害件数 (件)	死亡者数 (人)	被害者数 (百万人)	経済的損失 (億US\$)
アフリカ	1,699	708,712	319.5	241
アメリカ	2,101	154,662	165.7	6,042
アジア	3,341	1,144,005	4,742	6,735
ヨーロッパ	1,190	121,644	33.1	2,669
オセアニア	380	4,453	19.1	258
計	8,711	2,133,477	5,279	15,945
アジア比率(%)	38.35	53.62	89.81	42.24

資料：EM-DAT, The OFDA/CRED International Disaster Database, Universite atholique de Louvain, Vol.11. No.8.

ジング (smoothing) した。

このように変換されたデータから確認できたことは、1970年代初めの経済成長初期には、気象災害による民間部門の被害の幅が公共部門の被害の幅より大きかったが、経済成長が安定期に入り、民間部門の事前対応的な災害準備によって被害額の変動水準が低くなっていることがわかった。しかし、1990年代中ごろ以降にあらわれた民間部門の被害額は、相対的に変動周期の長期化が持続したことで小幅に増加したことがわかった。

### 3. ECVAR モデル

構造方程式がもつ擬似回帰 (spurious regression) を解消するための対案として、多様な縮約型モデルを用いる。ここでは ECVAR (error correction vector autoregressive) を採用する。VAR は、システム内部にある変数の数だけの線型方程式で構成され、各方程式は各変数の現在観測値を従属変数 (内生変数) とし、自身と他の変数の過去観測値を説明変数 (外生変数) として設定する。このモデルのメリットは単一変数の自記回帰の影響を分析できるとともに、システム・ベクター内のすべての変数間の総合関係が分析できるということである。

### 4. データの安定性点検

#### (1) 単位根検定

通常的な安定性検定方法として単位根検定である ADF 検定 (Augmented Dickey-Fuller test) の結果は、表5のとおりである。検定結果を見ると、4つの変数が不安定な時系列をもつものの、一次差分 (first order difference) 変数は、帰無仮説を棄却できると推計された。

#### (2) 共積分検定

気象災害関連の時系列が単位根検定によって

表5 ADF 検定結果

ADF test	t-value	Prob
Ln(Cost)	2.399417	0.1496
DLn(Cost)	9.080765***	0.0000
Ln(Public)	2.364821	0.0159
DLn(Public)	6.467543***	0.0000
DLn(Private)	0.789795	0.8081
DLn(Private)	7.057420***	0.0000
Ln(GDP)	1.517966	0.4624
DLn(GDP)	4.902901***	0.0004

注1: 各 ADF 検定結果、モデルの最適時差は 0 (ゼロ) である。

注2: 「\*\*\*」は、1% 有意水準で帰無仮説が棄却される。

不安定に判別できても擬似回帰現象が発生しないこともあるので、これは二つまたはそれ以上の時系列過程が個別的に不安定であってもこれらの線型結合は安定的になることがあるからである。したがって、共積分検定が必要である。共積分関係が存在する際、それ以上擬似回帰現象が発生しないことになる。一端、共積分関係が存在すると判定された場合、誤差修正モデル (ECM) の利用が通常である。最尤法推定法 (maximum likelihood estimation method) を利用した Johansen 共積分検定結果は、表6のとおりである。この表は GDP、民間部門と公共部門の災害被害額の変数ベクトルに対する共積分関係を Trace 統計量と Maimum Eigenvalue 統計量を利用して検定した結果で、臨界値 5% で 1 個の共積分が存在することをあらわした。これは変数ベクトルを利用した VAR システムが長期的に安定関係を強くあらわしてくれないことに見られる。

#### (3) 因果関係分析: 3 変数 VAR

ここでは、各時系列変数 (GDP、public cost、private cost) が 1 次差分を通じて安定化できる

表 6 共積分

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Stat.	Trace Stat.	0.05 Critical Vaue	Prob.
None	0.642954	32.95648	48.02565	21.13162	0.0007
At most 1	0.314615	12.08879	15.06917	14.26460	0.1073
At most 2	0.088931	2.980377	2.980377	3.84166	0.0843

表 7 因果関係検定結果

帰無仮説 (H-null)	t-statistic	Prob.
DLNPUBLIC does not Granger cause DLNGDP	0.23248	0.79426
DLNGDP does not Granger cause DLNPUBLIC	4.14239**	0.02794
DLNPRIVATE does not Granger cause DLNGDP	0.31103	0.73548
DLNGDP does not Granger cause DLNPRIVATE	0.46302	0.63467
DLNPRIVATE does not Granger cause DLNPUBLIC	1.01793	0.37529
DLNPUBLIC does not Granger cause DLNPRIVATE	0.28745	0.75253

注：「\*\*」は、5%有意水準で棄却。

不安定な時系列であることを考慮し、差分変数のみで構成された差分 VAR モデルによる因果関係を分析する。ここで、Granger は因果関係検定係数ベクトルである。

変数間の因果関係検定結果、GDP のみが気象災害による公共部門の被害額に Granger の因果性があると推定された。すなわち、景気変動が公共部門の復旧費支出規模に直接的な原因になりうる と解釈できる。これは、政府の復旧費支出規模が景気不況によって予算制約を受けていることを意味する。

## IV . 分析結果

### 1 . 有意な結果

衝撃反応関数を分析して得られた統計的に有意な結果は、図 1 にあらわれたように、第 1 に、民間部門と公共部門に与える災害被害額の

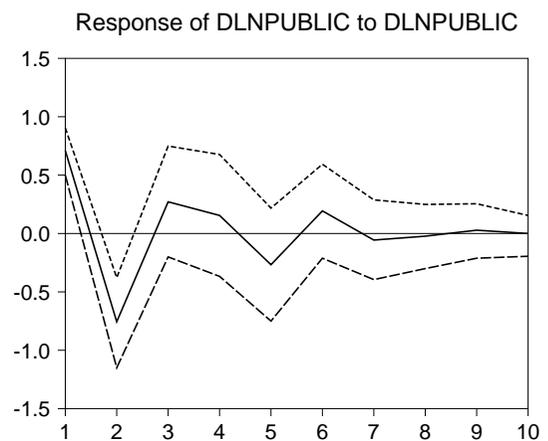
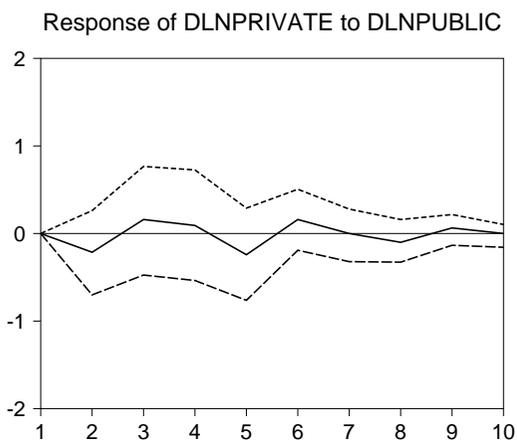
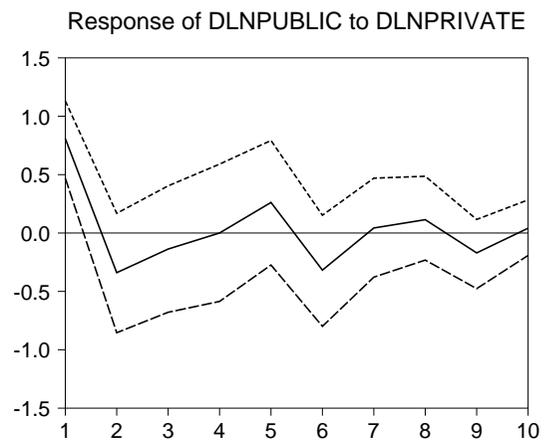
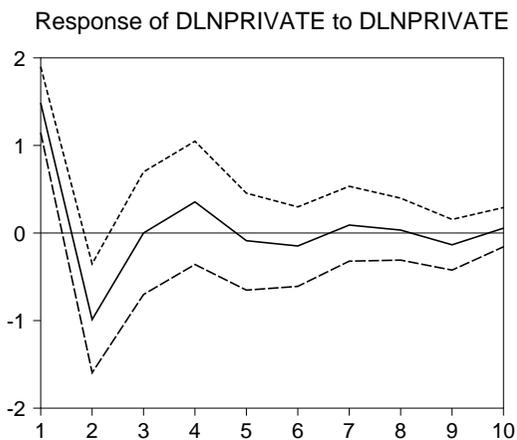
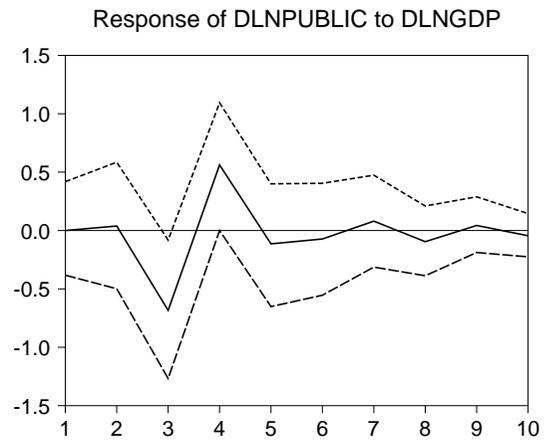
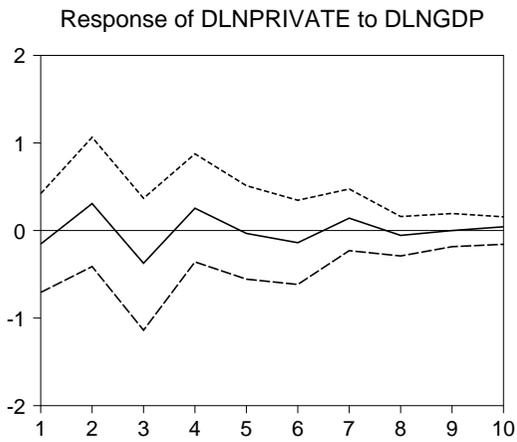
GDP に対する反応は類似であり、時差にしたがって同期 (contemporaneous) するが、その規模は異なる。すなわち、公共部門の場合、GDP の変化による災害被害程度が民間部門に比べて急激である。第 2 に、民間部門に気象災害による外部衝撃が生じる場合、公共部門に与える被害額の影響はその反対のケースより少ない。第 3 に、これらの事実をもとに公共部門の場合、災害被害に対する準備が民間部門に比べて相対的に硬直的であると推察できる。

このような結果は非常に意味深い政策的な示唆点を提供している。民間部門は経済発展過程からあらわれる所得増加によって災害に対する対応手段 (mitigation) がある程度講じられることである。しかし、公共部門の事前対策や事後対策は費用効率的 (cost effective) な対応ができなかったと解釈できる。

図1 衝撃反応関数の推定結果

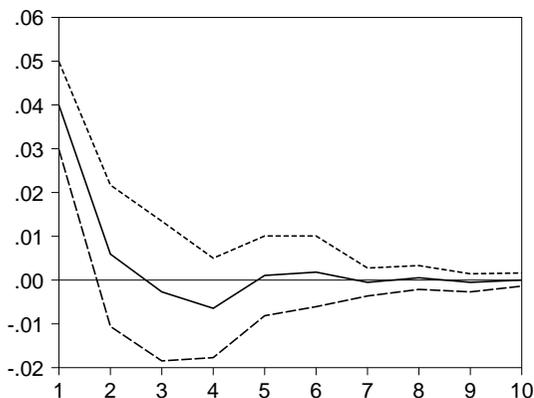
Response to Cholesky One S.D. Innovations  $\pm 2$  S.

Response to Cholesky One S.D. Innovations  $\pm 2$  S.B.

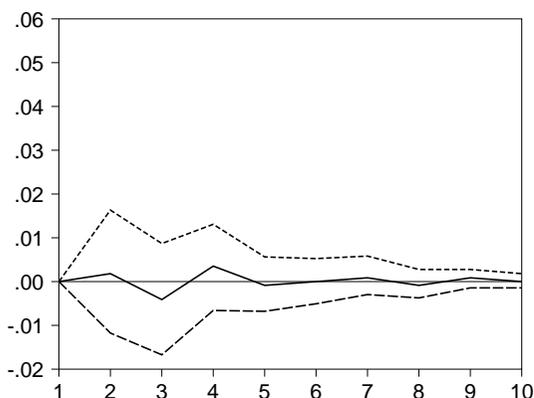


Response to Cholesky One S.D. Innovations  $\pm 2$  S.

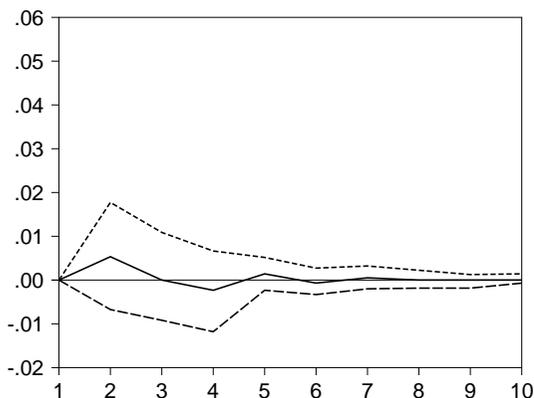
Response of DLNGDP to DLNGDP



Response of DLNGDP to DLNPRIVATE



Response of DLNGDP to DLNPUBLIC



## 2. 既存研究結果との関連

Noy and Nualsri (2007) 及び Jaramillo (2009) は、自然災害が景気委縮を招きする副作用を指摘した<sup>2)</sup>。Raddatz (2009) は累積的衝撃反応関数を利用して単一気候変化による影響の90%は当該年度に発生するが、その累積的影響は無視できない程度に大きいと推定した。それで一人当たり GDP 成長率が長期的に0.6%程度減少すると推定結果を発表した。また同研究者は自然災害による公共財政部門の復旧費用支出の正確な推定は多様な災害緩和手段、例えば事前的予防手段としての災害保険、災害財源調達用債権 (CAT Bonds) 等の選択より必ず先行しなければならないと主張した。この観点から本研究を拡張すれば有意義な結果が得られると期待される。

充分な被害復旧支出によって得られる景気安定化の財政政策 (counter-cyclical fiscal policies) は、予算制約と政治的難関に直面するのがとくに途上国の現実である。これによって自然災害は途上国にもっと大きな副作用が生じる。これが復旧の明確な目標と予算査定効率性が強調される理由である。Ilzetzki and Végh (2008等) の研究は、先進国の場合、景気安定化の財政政策が施行される傾向が多いであるが、途上国の場合、景気に同行する景気不安定化の財政政策が施行される理由の一つである。<sup>3)</sup>

## 3 示唆点

この研究結果から次のような示唆点と政策的な含意を導くことができる。まず、被害復旧のための財政支出の景気安定化効果の拡大が必要である。次に、事前的な予防及び災害緩和手段、例えば災害保険、災害財源調達用債権 (CAT bonds) 等の開発と拡大普及が必要である。これを通じて費用効率的 (cost-effective) な対策

が講じられなければならない。最後に、気候温暖化防止のための炭素削減対策が必要である。

## 注

- 1 ) Barro, R. (2006) "Rare Disasters and Asset Markets in the Twentieth Century", *Quarterly Journal of Economics* Vol.121, pp.823-866., Pindyck, R. S. and N. Wang. (2009) "The Economic and Policy Consequences of Catastrophes". National Bureau of Economic Research Working Paper No.15373., Cavallo, E, and Ilan Noy, (2010) "The Economics of Natural Disasters: A Survey", ADB working paper.
- 2 ) Noy, I., (2009) "The Macroeconomic Consequences of Disasters", *Journal of Development Economics* 88(2): 221-231., Noy, I. and Nualsri, A., (2007) "What do Exogenous Shocks tell us about Growth Theories?", University of Hawaii Working Paper 07-28., Jaramillo, C. R. H., (2009) "Do Natural Disasters Have Long-Term Effects on Growth?", Manuscript. Bogota, Colombia: Universidad de los Andes.
- 3 ) Ilzetki, E., Mendoza, E. G., Végh, C. A., (2010) "How Big (Small?) are Fiscal Multipliers?", NBER Working Papers 16479., Ilzetki, E., and Vegh, C. A., (2008) "Procyclical Fiscal Policy in Developing Countries: Truth or Fiction?", NBER Working Papers 14191.

## 参考文献

- Barro, R. (2006) "Rare Disasters and Asset Markets in the Twentieth Century", *Quarterly Journal of Economics* Vol.121.
- \_\_\_\_\_, (2009) "Rare Disasters, Asset Prices, and Welfare Costs", *American Economic Review*, Vol.99(1).
- Cavallo, E, and Ilan Noy, (2010) "The Economics of Natural Disasters: A Survey", ADB working paper.
- Ilzetki, E., Mendoza, E. G., Végh, C. A., (2010) "How Big (Small?) are Fiscal Multipliers?", NBER Working Papers 16479.
- Ilzetki, E., and Vegh, C. A., (2008) "Procyclical Fiscal Policy in Developing Countries: Truth or Fiction?", NBER Working Papers 14191.
- Jaramillo, C. R. H., (2009) "Do Natural Disasters

Have Long-Term Effects on Growth?", Manuscript. Bogota, Colombia: Universidad de los Andes.

Noy, I., (2009) "The Macroeconomic Consequences of Disasters", *Journal of Development Economics* 88(2).

Noy, I. and Nualsri, A., (2007) "What do Exogenous Shocks tell us about Growth Theories?", University of Hawaii Working Paper.

\_\_\_\_\_, (2008) "Fiscal Storms: Public Spending and Revenues in the Aftermath of Natural Disasters". University of Hawaii Working Paper.

Pindyck, R. S. and N. Wang. (2009) "The Economic and Policy Consequences of Catastrophes". National Bureau of Economic Research Working Paper No.15373.

Raddatz, C., (2009) "The Wrath of God: Macroeconomic Costs of Natural Disasters", Manuscript.

韓国消防防災庁(2005年、2010年)『災害年報』  
韓国消防防災庁(2006年)『災害防災』