

自然災害は経済成長を促進するのか？ 中国のケースに基づいて

朱 徳 峰

要 旨

本稿は中国の長期的な経済成長と自然災害の関係について実証分析を行った。中国31省をサンプルとし、出生率と一人当たり初期所得をコントロールした上で、長期的一人当たりGDP成長率と自然災害の頻度の関係をパネルデータを用いて回帰分析を行った。その結果、地質的な災害（地震、地すべりなど）は長期的な経済成長に対しマイナスの関係があるが、気候的な災害（台風など）は経済成長に有意かつプラスの結果が得られ、気候的な災害は資本ストックの蓄積及びTFPの成長を通じて経済成長に影響を与えることが確認された。

キーワード：中国経済, 自然災害, 経済成長

JEL classification : O18, Q54

Abstract

Using Chinese cross-province data, we examine the long-run relationships between natural disasters, capital accumulation, growth in total factor productivity, and economic growth. Controlling for initial income per capita and fertility, we first show that higher frequencies of climatic disasters, such as wind and flood, are positively correlated with economic growth, while those of geological disasters, such as earthquake and slide, are not correlated. Taking a growth accounting approach, we then investigate the routes through which climatic disasters affect economic growth. We find that climatic disasters have positive effects on economic growth by stimulating physical capital accumulation and growth in total factor productivity.

Keyword : Chinese economy, natural disasters, economic growth, capital accumulation, TFP growth

1 はじめに

自然災害は毎年頻繁に発生し、人々の経済活動に大きな影響を与えている。例えば、中国は2008年1月と2月の寒波により生産活動やインフラに大きな影響が出たほか、2008年5月12日の四川省大地震で深刻な経済損失を被った。このように自然災害は経済成長率を急激に押し下げる可能性があると考えられる。しかし、短期的に見れば、経済成長率が減速するかもしれないが、長期的な視点でどのようになるかについて、経済学の視点より考察する必要があるであろう。

経済成長に対し自然災害はどのような役割を果たしているであろうか？ Dacy and Kunitzschke (1969) は自然災害が発生した後、GDPが増加する傾向があることを指摘している。Albala-Bertrand (1993) は1960年から1979年までに発生した自然災害について実証研究を行い、災害直後から5年間の各経済指標の推移を調べた結果、大方の予想に反して災害はGDPを減少させないという結論を得ている。彼は災害（直接被害の大部分は資本ストックや家屋、耐久消費財など）が発生した後の復興作業がケインズの「乗数効果」をもたらし、GDPを増加させることを示している。

以上の先行研究は短期の経済発展と自然災害の関係を分析したものである。一方、Skidmore and Toya (2002) は始めて長期的な経済成長と自然災害との関係について、世界89か国をサンプルとして実証研究を行った。彼らは1960年から1990年まで長期的な自然災害と経済成長との間のプラスの関係を確認した上で、人的資本を含めたソロー成長会計の分析枠組を用いて、予測しやすい気候的災害¹⁾ は人的資本の蓄積とTFPの成長を通じて経済成長に影響を与えることを指摘した。Crespo Cuaresma et al. (2008) は発展途上国と先進国の二グループを研究対象とし、発展途上国において災害と成長の関係はマイナスであると報告した。彼らの説明は災害が発生した後、発展途上国よりむしろ先進国の方が貿易を通じて、資本の更新と技術のアップグレード能力が高いため、長期的に経済が成長することを指摘している。

本稿ではSkidmore and Toya (2002) の研究手法に沿い、発展途上国である中国31省をサンプルとし、1964年～2005年の期間に発生した自然災害のデータを用いて、自然災害と経済成長との関係の検証を行う。まず、自然災害と経済成長との関係がプラスであることを確認した上で、成長会計の分析枠組を用い、1978年～2005年にかけて長期的経済成長においては気候的災害が物的資本蓄積を通じて経済成長に影響を与えていることを示していく。また分析期間を1978年～1987年、1987年～1996年、1996年～2005年の3期間に分けた分析では、気候的災害は物的資本蓄積及びTFPの成長を通じて経済成長に影響していることを示す。Skidmore and

1) Skidmore and Toya (2002) は人々の経済活動に影響を与える自然災害を事前に予測可能かどうかに従い二種類の災害に分けている。一つは台風やハリケーンなど現在の予測技術において予測可能な「気候的災害」であり、もう一つは地震、地滑りなど現在の予測技術において予測困難な「地質的災害」である。

Toya (2002) においては気候的災害が人的資本蓄積と TFP の成長を通じて経済成長に影響を与えることを示したのに対し、中国においては気候的災害が物的資本蓄積を通じて経済成長に影響を与えることを示した点は、本稿における新たな知見である。また人的・物的資本蓄積および TFP と経済成長との間に内生性が存在する可能性があることを考慮し、内生性の検定を行った上で、得られた結果を 2SLS 推計で再検定を行う。

論文の構成は以下の通りである。第二章は災害と経済成長との関係について考察する。第三章は中国自然災害の特徴を紹介する。第四章はデータの作成方法について説明する。第五章は実証分析を行い、最後は結論を述べる。

2 自然災害と経済成長

人々は生産活動を行う際に、常に自然災害のリスクに直面している。災害が発生した社会では、人的被害や物的被害を含む多くの損失が発生し、経済成長は停滞すると考えられる (Benson and Clay (2000))。しかし、いくつかの研究では自然災害は経済成長とプラスの関係であることが示されている。例えば、Albala-Bertrand (1993) は、1960 年～1979 年の途上国における 28 個の災害事例を用い、災害後の多くの国が GDP の上昇を経験していると報告し、災害がむしろ経済成長を加速させるという結論を導いている。

本稿では中国の自然災害と経済成長との関係について考察を行う。図 1 と図 2 は経済成長と自然災害の散布図である。図 1 の横軸は各地域における 1964 年～2005 年の平均一年当たりの自然災害発生回数であり、縦軸は 1978 年～2005 年の各地域一人当たり GDP の平均成長率である。災害変数の t 値は 2.289 であり、自然災害と経済成長とは正の相関が示されている。ま

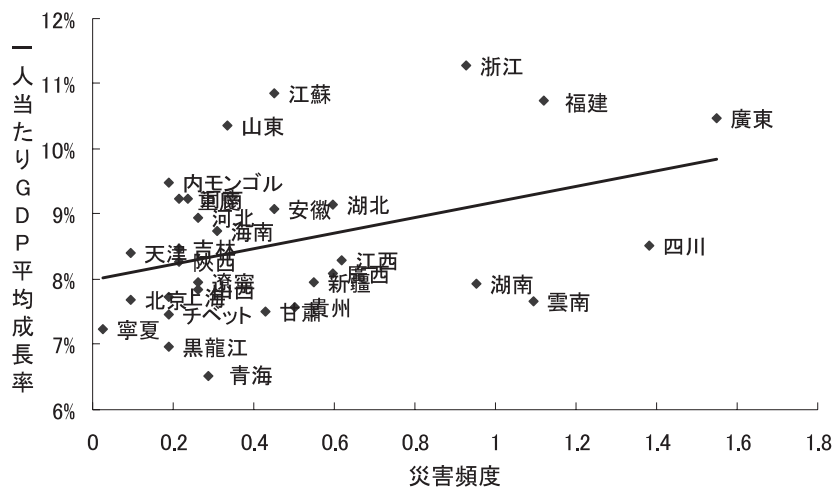


図 1 自然災害と経済成長の関係

た、面積が大きい地域は自然災害が多いかもしれないことを考慮し、図2の横軸は各地域一平方キロメートル当たりの自然災害の発生回数を用いている²⁾。災害変数のt値は2.571であり、各地域面積当たりの災害回数と経済成長もプラスの関係を示している。

では、自然災害はなぜ経済成長に影響を与えるのであろうか？ Skidmore and Toya (2002)は人的資本を含めたソローの成長会計式の枠組みを用い、長期的に自然災害が経済成長に影響を与えるメカニズムを提示している。例えば経済が以下の様なコブ・ダグラス型生産関数である仮定しよう。

$$y_t = A_t k_t^\alpha h_t^\beta \quad (1)$$

ただし、 y_t はt期における一人当たり生産、 A_t は全要素生産性(TFP)、 k_t は一人当たり物的資本、 h_t は一人当たり人的資本を表し、 $0 < \alpha < 1$ 、 $0 < \beta < 1$ 、 $0 < \alpha + \beta < 1$ とする。

このコブ・ダグラス型生産関数の対数を取り、両辺を時間に関して微分すると

$$\frac{\Delta y_t}{y_t} = \frac{\Delta A_t}{A_t} + \alpha \frac{\Delta k_t}{k_t} + \beta \frac{\Delta h_t}{h_t} \quad (2)$$

となる。ここで、 $\Delta y_t/y_t$ は一人当たりGDPの成長率、 $\Delta A_t/A_t$ はTFPの成長率、 $\Delta k_t/k_t$ は一人当たり物的資本の成長率、 $\Delta h_t/h_t$ は一人当たり人的資本の成長率を表している。

自然災害は(2)式で示されている3つの要因 $\Delta A_t/A_t$ 、 $\Delta k_t/k_t$ 、 $\Delta h_t/h_t$ を通じて経済成長に影響を与えていると考えられる。以下ではこれら3つの要因と自然災害の関係について議論していく。

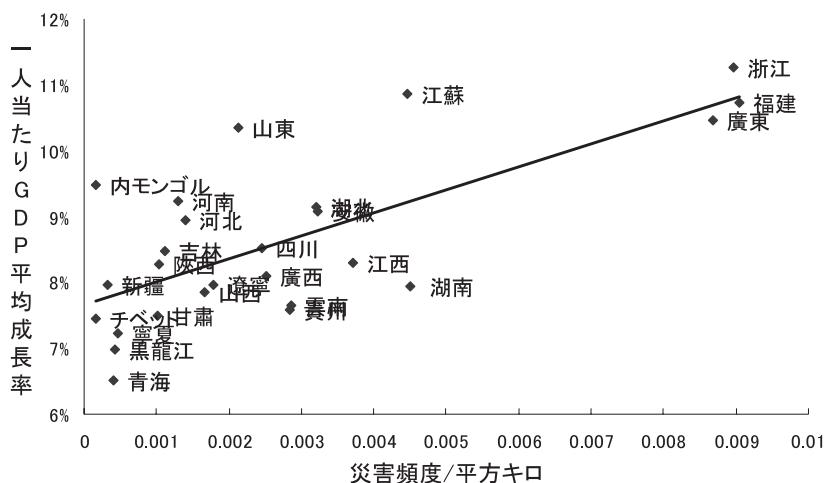


図2 面積あたり自然災害と経済成長の関係

(注)北京市、天津市、上海市、重慶市は各省の面積と比べ非常に小さいため、散布図から除いた。

2) 北京市、天津市、上海市、重慶市は各省の面積と比べ非常に小さいので、散布図から除いた。

2.1 自然災害と物的資本蓄積

自然災害が物的資本蓄積を通じて経済成長に影響を与える理由としては、以下が考えられる。自然災害が頻繁に起こる地域では、災害の起こらない地域より、頑健な物的資本の投資需要が高まり、更に災害が発生した後では、被害を受けた物的資本の復興需要が促進されると考えられる (Tol and Leek (1999))。一方、災害により、物的資本の破壊による生産の低下のため、経済成長へ負の効果があるが (Benson and Clay (2000))、復興需要とケインズの乗数効果により、経済成長率が上昇する可能性もあると考えられる (Albala-Bertrand (1993))。どちらの効果もより顕著であるのかというのは、災害の種類によって検討される必要がある。

Skidmore and Toya (2002) はすべての災害が経済成長に同じ効果を与えるとは一概に言えないことを指摘した。例えば、自然災害において台風・洪水のような「気候的災害」の特徴はほとんど毎年頻繁に発生している。しかも現在の予測技術において「予測可能」である。頻繁に起こる気候的災害の地域では、資本ストックが早いスピードかつ定期的に摩耗するために、物的資本の投資需要が促進される可能性がある。一方、地震・地滑りのような「地質的災害」の特徴はそれほど頻繁に発生せず、しかも現在の技術において「予測困難」であるため、経済への効果は一意ではない。

2.2 自然災害と人的資本蓄積

自然災害が人的資本蓄積を通じて経済成長に影響を与える理由としては、以下が考えられる。まず自然災害が頻繁に起こる地域では、災害の起こらない地域より、新しい生産設備、技術の開発・導入が促進される可能性がある (Crespo Cuaresma et al. (2008))。このことにより、新しい生産設備を開発・利用することが可能なより高度な人的資本を有する労働者の需要が高まることで、人的資本蓄積は促進されると考えられる (外谷 (2008))。

また、災害が起こる地域では、物的被害はある程度避けられない一方、人的被害は避難・回避することが可能であることより、相対的に人的資本へ投資する方が物的資本に投資するよりも有利となり、人的資本が促進されると考えられる (Skidmore and Toya (2002))。

この場合もすべての災害の人的資本蓄積への効果は同じではないと考えられる。予測しやすい気候的災害はある程度物的資本損失を避けられないが、人々は避難することができる。一方、予測しにくい地質的災害は人的にも物的にも回避・避難することが難しいと考えられ、人的資本蓄積への効果は一意とは言えない。

2.3 自然災害と全要素生産性の成長

災害が発生した後、損壊した資本は最新技術の資本に置き換えられ、資本ストックの生産性が上昇すると考えられる。例えば、Horwich (2000) は、物的資本の破壊は、設備などの減価償却を促進するものであることを指摘した。効率性の低い・既存の古い資本ストックは災害が発生した際に破損しやすいが、それを効率の高い資本ストックに置き換えることで、以前よりも高い技術水準が得られると考えられる。また、災害が発生した後、国際的な資金技術援助を受け、知識技術のズピルオーバー効果により、国内経済の生産性が向上することが考えられる。

この場合もすべての災害の TFP 成長への効果は同じではないと考えられる。頻繁に気候的災害が起こる地域では、生産設備が早いスピードかつ定期的に摩耗するために、新しい生産設備・技術の開発・導入が促進される可能性がある。このことより、TFP の成長が促進されると考えられる。一方、頻繁に起こらない地質的災害の TFP の成長への効果は一意とは言えない。

本稿では Skidmore and Toya (2002) の研究方法に従い、中国の自然災害を頻繁に起こり予測しやすい気候的災害とあまり頻繁に起こらず予測しにくい地質的災害の2つに分け、それぞれの経済成長に与える影響を分析する。また、経済成長会計の枠組みを用い、自然災害が経済成長に影響を与えるルートを検討していく。

次章では、中国の自然災害の特徴について概観していく。

3 中国の自然災害について³⁾

3.1 気候的災害

中国において、気候的災害は主に台風、洪水、干ばつ、寒流、豪雨、霜害などが上げられる。中国の土地はほとんどが温帯で占められている。中国の内陸は春になると、東南部の暖かい空気と北の冷たい空気がぶつかるところで降雨地域を形成する。そのため、季節風の強さと進行スピードにより、南方地区か華北地区に水害または干ばつがもたらされることになる。例えば、季節風が比較的弱い年には、降雨地域が南方地区（長江流域とその南部の地域）に立ち止まり、南方地区の降雨量が急増し、大水害を形成する。同時に、降雨地域が南方地区にとどまっているので、華北地区はなかなか雨が降らず、春の種まきに必要な水が不足して、干ばつが発生する。一方、季節風が強い年には、南方地区にまだ雨が十分に降っていないうちに、降雨地域がいち早く北方地区に進んでしまう。その結果、北方地区では洪水が発生しているのに対し、南方地区は夏になると、干ばつになる。干ばつが発生した場合農作物の災害損失と比べると、洪

3) この章の一部は「中国レポート」(2008.8)を参考にしている。 <http://www.shokokai.com.cn/upload/news/1/1225899469266.pdf>

水の災害はより深刻であり、ほとんどの洪水災害が発生した場合、死者と行方不明者が出る。表1は中国建国以来発生した洪水災害のまとめである。

また、太平洋の上空に形成された台風は毎年中国の東と南の沿岸部に上陸し、東南各省に台風災害をもたらす。台風による災害の経済損失は表2でまとめている。

以上より、中国において気候的な災害の中で洪水と台風が最も重大な災害であることより、本稿では気候的災害として台風と洪水を取り上げる。

表1 新中国設立以降、主な洪水災害

年度	水害河川	被害状況
1951年	遼河	遼寧、吉林の被害農地は43万4000ha。被害人口87.6万人、死者は3100人。
1954年	長江、淮河	長江中下流の被害農地は317万ha、淮河全流域の被害農地は408万2000ha。被害人口1888万人、死者は3万人
1963年	海河	被害農地は440万ha。
1975年	淮河	被害農地は106万ha。倒壊家屋560万世帯（戸）、被害人口は820万人
1981年	長江上流	四川省138の県・市が被害。
1991年	淮河、太湖	淮河流域の被害人口（農地）は401万ha、被害人口は5423万人。
1995年	長江、遼河、松花江	長江流域の四川、湖南、湖北、江西の被害農地は321万4000ha。被害人口は8526万人。 東北地区の遼寧、吉林、黒龍江省の被害農地は223万2000ha。被害人口は1078万6000人。
1996年	珠江、長江、海河	全国半分以上の省・市・自治区は被害。311の県・市は浸水。被害農地面積は1182万3300ha。 被害人口は2億6700万人、直接経済損失は2208億3600万元。
1998年	長江、嫩江、松花江、珠江	全国29の省・市・自治区は被害。被害農地面積は2229万ha。死者は4150人、倒壊家屋は685万世帯（戸）、直接経済損失は2551億元。

（出所：全国商工会連合会上海代表所 中国レポート（2008.8））

表2 2004-2007年の台風災害による経済損失

年 度	直接経済損失
2004年	54億元
2005年	332億4000万元
2006年	218億4500万元
2007年	88億3700万元

（出所：全国商工会連合会上海代表所 中国レポート（2008.8））

3.2 地質的災害

中国の地質的災害は主に地震、地すべり、津波、土砂崩れなどがあげられる。中国の地質構

造と地理環境は複雑であり、また国土範囲が広く、気候条件の多様化などにより、地質的災害も多種類かつ広範囲の特徴を呈する。

中国は地震多発の国である。1949年新中国成立後7回の大地震が発生している。その中でも、有名なのはチベット察隅地区地震（1950年8月15日、M8.5）、唐山大地震（1976年7月28日、M7.8）、四川大地震（2008年5月12日、M8.0）である。

地震と地すべりはほとんどの省で発生している。そのうち、四川省、雲南省、新疆省は最も深刻である。災害データを収集する際に、津波、土砂崩れなどの地質的災害はそれほど頻繁に発生しないため、本稿では地質的災害として地震、地すべりを取り上げる。

3.3 中国自然災害の頻度と特徴

表3は中国1964年～2005年間各地域の自然災害の発生した回数を示している。この統計数字より、中国全体自然災害の特徴が読み取れる。

3.3.1 気候的災害：台風・洪水

台風が頻繁に発生した地域は主に中国の東部と南部である。この40年間において、台風災害が江蘇省13回、浙江省25回、安徽省10回、福建省30回発生した。この4つの地域は中国の東沿岸部と呼ばれる華東である。また、華南では湖南省11回、廣東省40回、廣西省10回、海南省12回の台風被害をそれぞれ受けた。ほかの地域の台風は10回以下しかない。

洪水も台風と同様に、主に中国の東部と南部に発生している。華東では浙江省11回、安徽省9回、福建省15回、江西省18回、山東省9回であり、華南では湖北省18回、湖南省28回、廣東省22回、廣西省13回である。四川省は華東と華南に属していないが、台風と洪水の災害が頻繁に発生した地域といえ、台風15回と洪水22回である。

3.3.2 地質的災害：地震・地滑り

地震は台風、洪水と比べ、それほど発生していないが、主に西南、西北、華北に集中的に発生している。西南の四川省12回、雲南省21回であり、西北の甘肅省6回、青海省4回、新疆ウイグル自治区12回、華北の河北省3回、山西省3回、内モンゴル自治区4回であった。遼寧省は華北の隣にあり、3回発生した。

地すべりは中国の西南において頻繁に発生している。四川省9回、貴州省4回、雲南省12回であった。

図3と図4は表3に基づいて作成したものである。中国の自然災害は図3と図4が示しているように、気候的な台風、洪水災害は中国の東部と南部に集中し、地質的な災害は中国の西北と西南に集中しているという特徴が確認できる。災害の頻度については地質的災害より気候的災害のほうが頻繁に発生したことが示されている。

また、表4は中国の自然災害の特徴と形成原因が示されている。東南沿岸部は海洋環境の影

表3 中国自然災害の統計

統計期間：1964年-2005年

		気候的災害（回数）		地質的災害（回数）	
		台風	洪水	地震	地すべり
華北	北京	4	0	0	0
	天津	2	1	1	0
	河北	5	3	3	0
	山西	3	3	3	2
	内モンゴル	4	0	4	0
東北	遼寧	4	4	3	0
	吉林	3	6	0	0
	黒龍江	2	6	0	0
華東	上海	7	0	1	0
	江蘇	13	5	1	0
	浙江	25	11	0	3
	安徽	10	9	0	0
	福建	30	15	1	1
	江西	6	18	2	0
	山東	4	9	1	0
華南	河南	2	7	0	0
	湖北	6	18	0	1
	湖南	11	28	0	1
	廣東	40	22	2	1
	廣西	10	13	1	1
	海南	12	1	0	0
西南	重慶	2	5	0	3
	四川	15	22	12	9
	貴州	3	14	0	4
	雲南	2	11	21	12
	チベット	3	2	2	1
西北	陝西	1	7	0	1
	甘肅	1	9	6	2
	青海	7	1	4	0
	寧夏	0	0	1	0
	新疆	5	6	12	0

注：the Center for Research on the Epidemiology of Disastersから公表されたデータより筆者作成。

響ゆえに、主に台風の被害が多い。華東エリアは、長江と黄河が流れる地域であるため、洪水の被害が主である。また、西北地域と西南地域は太平洋プレートとアジアヨーロッパプレートとの境界であり、地殻変動が頻繁に生じるため、地震の災害が主である。

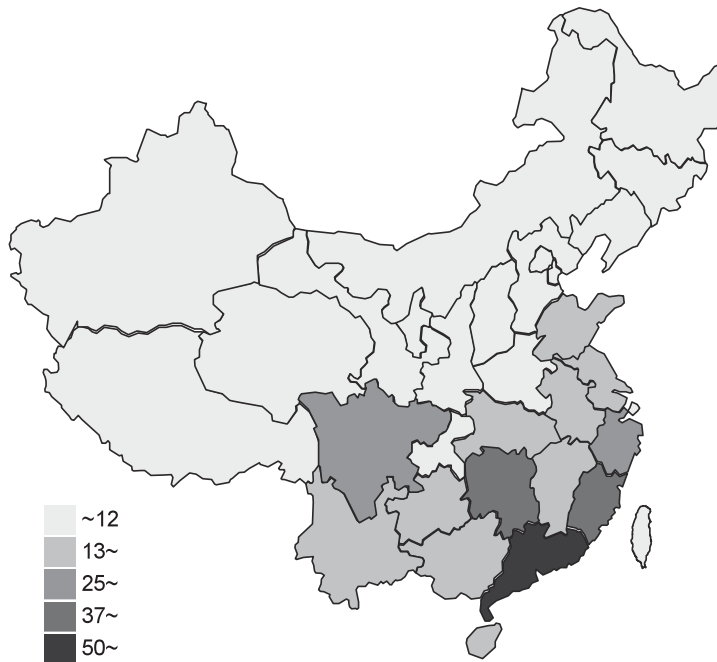


図3 中国気候的災害の地域別比較

注：1964年～2005年各地域において発生した気候的災害の回数

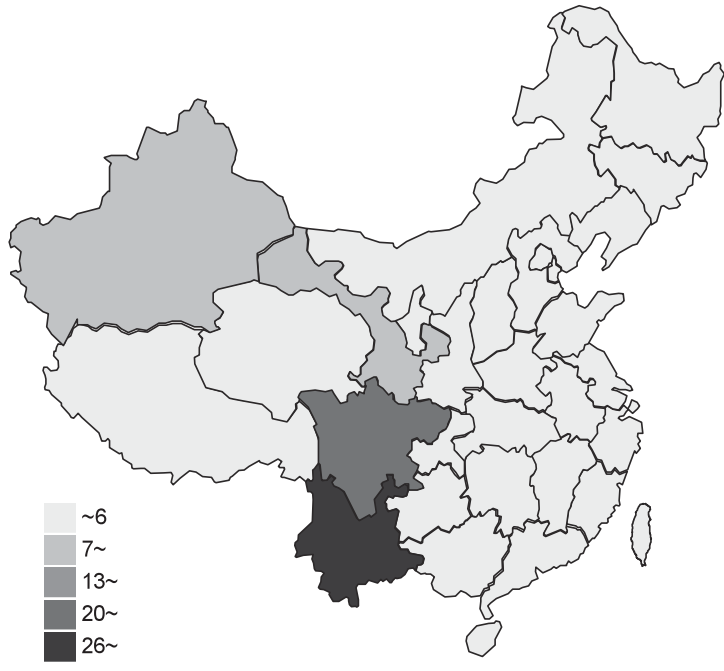


図4 中国地質的災害の地域別比較

注：1964年～2005年各地域において発生した地質的災害の回数

表4 中国の自然災害の特徴

災害エリア	主な災害タイプ	形成原因
東南沿海部	台風など	海洋環境の影響
華東エリア	洪水など	長江, 黄河など大川, 大河の川下地区
華北エリア	地震, 干ばつなど	
西北と西南エリア	地震, 地すべりなど	四川, チベットは太平洋プレートとアジアヨーロッパプレートとの境界にあり, 地殻変動が頻繁であるため.

(出所: 全国商工会連合会上海代表所 中国レポート (2008.8))

4 データについて

本稿の自然災害データは CRED (the Center for Research on the Epidemiology of Disasters) により公表されている資料に基づいて作成した。作成手順は中国 31 省ごとに気候的災害と地質的災害に分け、集計した。

実質 GDP については国家統計局公表の GDP 実質成長率を引用し、1978 年基準値で算出した。資本ストックデータは橋口善浩・陳光輝 (2006) の論文から参照した。実質 GDP と資本ストックは各省年末総人口で割り、一人当たりの所得と一人当たり資本ストックのデータを作成した。

人的資本データは各地域の一人当たり平均教育年数を用いた。中国において 1982 年、1990 年に行われた全国人口調査データより、人々が教育を受けたデータに基づいて (3) 式より作成した。

$$\text{一人当たり平均教育年数} = (6 \times A + 9 \times B + 12 \times C + 16 \times D) / E \quad (3)$$

A は最終学歴が小学校を卒業した人口数、B は最終学歴が中学校を卒業した人口数、C は最終学歴が高校を卒業した人口数、D は最終学歴が大学を卒業した人口数、E は年末総人口数である。中国統計年鑑が 1996 年より教育データを毎年提供していることより、本稿は 1982 年、1990 年、1996 年から 2005 年までの一人当たり教育を受ける平均年数を算出し、人的資本の代理変数として用いた。

出生率は中国統計年鑑から求めた。

TFP については白仲林・尹长斌 (2008) が中国省別データを用い Malmquist 指数という手法で各省の資本分配率を導出している。この資本分配率を使い、成長会計式より各省の TFP を導出した。

5 実証分析

本稿はまず自然災害と経済成長の関係から考察していく⁴⁾。表 5 は自然災害の頻度が経済成

表5 経済成長と自然災害 OLS推計

被説明変数：年平均一人あたり実質GDP成長率

	(1)	(2)
定数項	0.080*** [0.003]	0.080*** [0.002]
気候的災害の頻度	0.019*** [0.005]	0.012*** [0.002]
地質的災害の頻度	-0.017 [0.012]	-0.009 [0.005]*
サンプル数	31	93
自由度修正済み決定係数	0.287	0.195

(注1) 括弧内の数字はWhite (1980) による分散不均一性を考慮した標準誤差である。

(注2) (1) 式の分析期間は1978年～2005年の全期間であり、(2) 式は1978年～1987年、1987年～1996年、1996年～2005年の三期間である。

(注3) ***は1% **は5% *は10%の有意水準で統計的に有意であることを示す。

長とどのような関係にあるのかを中国省別データを用いて検証したものである。被説明変数は一人あたり GDP 成長率であり、説明変数は気候的災害の頻度と地質的災害の頻度である。推定は分散不均一性を考慮した OLS 推計を用いた。

サンプル対象となるのは中国 31 省であり、分析期間は 1978 年～2005 年の期間である。表 5 の (1) 式では全期間の横断面データで考察する一方、表 5 の (2) 式では全期間を 3 期間に分けたプールデータにより考察した⁵⁾。

(1) 式、(2) 式ともに、気候的災害の頻度変数は一人あたり GDP 成長率に統計的に有意なプラスの結果が得られた、一方、地質的災害の頻度変数はマイナスである。Skidmore and Toya (2002) はクロスカントリーデータを用いて、気候的災害の頻度と経済成長の関係がプラスであることを指摘しており、ここで同様の結果が確認された。

このように地質的災害は経済成長とプラスの関係を示していないが、気候的災害は経済成長とプラスの関係が示された。では、気候的災害はなぜ経済成長に影響を与えるのであろうか？第二章において人的・物的資本の蓄積及び TFP の成長が自然災害の発生によって促進される可能性について議論した。本稿では Skidmore and Toya (2002) で行われた成長会計の枠組み

4) ここからの議論は気候的災害の頻度と地質的災害の頻度を中心としている。面積あたり気候的災害と面積あたり地質的災害を用いた分析も同様の結果が得られた。

5) 三期間に分ける理由は二つある。1つはサンプル数を3倍に増やし、横断面データで得られた結果を再検証するためである。またもう1つとして、この3期間は(1978年～1987年、1987年～1996年、1996年～2005年)中国が1978年に改革開放政策を実施した以来、最初の農村請付け責任制の改革期間(1978年～1987年)、工業の発展改革期間(1987年～1996年)、そして最近の西部大開発期間(1996年～2005年)に対応しており、各期間の時代背景を考慮したものである。

を用いて、自然災害がどのような経路を通じて経済成長に与える影響について検証していくことにする。

表6は人的・物的資本蓄積およびTFPの成長が自然災害の頻度とどのような関係にあるのかを中国省別のデータを用いて検証したものである。推定は分散不均一を考慮したOLS推計を用いた。また、災害以外の要因が人的・物的蓄積およびTFPの成長に影響を与えることを考慮し、東沿岸ダミー、川ダミー⁶⁾が加えられている。三期間の(4)、(5)、(6)式では東沿岸ダミー、川ダミーの他に、期間ダミーも加えられている。

被説明変数の人的資本蓄積の指標は各省15歳以上労働人口の一人当たり平均教育年数の年平均変化分を用い⁷⁾、物的資本蓄積とTFP成長の指標はそれぞれ一人当たり資本ストックの成

表6 人的・物的資本蓄積およびTFPと自然災害 OLS推計

	$\Delta k/k$	Δh	$\Delta TFP/TFP$	$\Delta k/k$	Δh	$\Delta TFP/TFP$
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
定数項	0.1962*** [0.0431]	0.1687*** [0.0361]	0.0577*** [0.0152]	0.2824*** [0.0736]	0.2074*** [0.0716]	0.0542** [0.0274]
一人当たりGDP 初期対数値	-0.0216*** [0.0073]	-0.0069 [0.0060]	-0.0022 [0.0025]	-0.0277*** [0.0102]	-0.0076 [0.0095]	-0.0018 [0.0039]
気候的災害の頻度	0.0228* [0.0118]	-0.0121 [0.0132]	0.0027 [0.0032]	0.0074* [0.0045]	-0.0065 [0.0062]	0.0041** [0.0020]
地質的災害の頻度	0.0000 [0.0119]	-0.0034 [0.0136]	-0.0075* [0.0041]	0.0030 [0.0050]	-0.0182* [0.0101]	-0.0089*** [0.0018]
サンプル数	30	29	30	90	87	90
自由度修正済み 決定係数	0.5265	-0.1041	0.0383	0.2955	0.1348	0.1509

(注1) 括弧内の数字はWhite (1980) による分散不均一性を考慮した標準誤差である。

(注2) $\Delta k/k$ は年平均一人あたり物的資本の成長率、 Δh は学校教育平均年数の年平均変化分、 $\Delta TFP/TFP$ は全要素生産性の成長率をそれぞれ表している。

(注3) データの欠陥があるため、推定式(1)式、(3)式、(4)式と(6)式は重慶を、(2)式と(5)式は重慶と海南省を除いた。

(注4) 全期間において東沿岸ダミーと川ダミーを説明変数として加え、三期間には東沿岸ダミー、川ダミーと期間ダミーを加えて推計を行った。

(注5) ***は1% **は5% *は10%の有意水準で統計的に有意であることを示す。

6) 本稿で取り上げた気候的災害は台風と洪水であり、洪水は大河のある地域に発生する確率が高い。地域に大河があると、洪水が頻繁に発生する一方、通航の便利さなどにより、経済生活が円滑に進み、この地域の経済は成長すると考えられる。したがって、経済成長と洪水の関係は「見せかけの関係」という可能性があり、このような問題を解決するために、中国の長江、黄河が流れている地域と流れていない地域を区別し、川ダミーを回帰分析に用いた。

7) 従来、人的資本と経済成長の関係についてクロスカウンターデータを用いて分析する際、人的資本蓄積の指標として、学校平均教育年数の成長率がよく用いられているが (Barro and Lee (1993)), 人的資本蓄積と経済成長にプラスの影響があるという理論的仮説と一連の実証研究の結果には乖離が生じている (Benhabib and Spigel. (1994)). 最近の研究では学校教育年数の変化分を用い、実証結果が理論的仮説と整合的であることが指摘されている (Topel (1999), Krueger and Lindahl (2001), Toya et. al (2009)).

長率、TFP の成長率を用いた。

分析期間が全期間である表6の(1)、(2)、(3)式において気候的災害の頻度は人的資本に統計的に有意な結果が得られなかったが、物的資本蓄積とTFP成長とはプラスの関係にあるという結果が得られた。分析期間が三期間である表6の(4)、(5)、(6)式においても全期間と同じ結果であり、気候的災害の頻度がTFP成長にプラスの影響を持つことはSkidmore and Toya (2002)と同様の結果であった。一方、地質的災害は人的資本蓄積とTFP成長にマイナスの結果であった。また物的資本蓄積にはプラスでも統計的に有意ではなかった。

以上、気候的災害の頻度は物的資本蓄積及びTFP成長とプラスの関係があることが確認された。以下では気候的災害の頻度が物的資本蓄積及びTFP成長を通じて、経済成長に影響を与えるかについての検証を行っていく。

表7は成長会計式に基づき、自然災害が経済成長にどのような影響を与えているのかについて、全期間と三期間で検証したものである。被説明変数は一人あたりGDP成長率である。説明変数は人的・物的資本蓄積、TFPの成長率と自然災害の頻度である。また自然災害以外の要因が経済成長率に影響することを考慮するために、一人あたりGDPの初期対数値、出生率、東沿岸ダミー、期間ダミー、川ダミーが加えられている。推定は分散不均一を考慮したOLS推計と2SLS推計を用いた。

まず、表7における全期間の(1)式と三期間の(3)の推計結果を考察していく。物的資本蓄積とTFPの成長率は経済成長に統計的に有意、しかもプラスであることを示している。一方、人的資本蓄積の要因は統計的に5%の有意水準で有意ではない。一人あたりGDPの初期対数値と出生率はマイナスであり、しかも統計的に有意であり、既存研究の結果と整合的なものであった(Barro (1991))。ここで、気候的災害の係数はマイナスとなり、しかも統計的に有意ではなくなっている。表6の推計結果と合わせて考えると、気候的災害は $\Delta k/k$ 、 $\Delta TFP/TFP$ のルートを通じて経済成長に影響していると考えられる。

ここで分析において注意しなければならないことがある。それは、人的・物的資本蓄積およびTFP成長と経済成長との間に内生性が存在する可能性があることである。

例えば、物的資本と経済成長の内生性については、ダム、道路、機械などへのインフラ整備・設備投資による物的資本ストックの蓄積により経済成長がもたらされると同時に、経済が発展すると、人々がより多く貯蓄することが可能となり、投資が増加し、物的資本の蓄積が促進されると考えられる。

同様に、人的資本と経済成長との内生性については、人的資本の蓄積が経済成長をもたらすと同時に、経済が発展することによって学校教育が受けられる環境が整備され、より多くの人々が学校教育を受けられるようになったり、より高度な人的資本を保有する労働者が必要となるような場合は、経済成長から人的資本の蓄積が促進されると考えられる(外谷(2008))。

またTFPと経済成長の内生性については、地域が豊かになると技術進歩が促進され、例え

表7 自然災害と経済成長

被説明変数：年平均一人あたり実質GDP成長率

推定期間 推計方法	全期間		三期間	
	OLS (1)	2SLS (2)	OLS (3)	2SLS (4)
定数項	0.0285*** [0.0099]	-0.1046 [0.4444]	0.0238** [0.0098]	0.0322 [0.0282]
一人当たりGDP	-0.0019* [0.0009]	0.0054 [0.0275]	-0.0015 [0.0010]	-0.0025 [0.0024]
初期対数値				
出生率	-0.0384** [0.0135]	0.1102 [0.4970]	-0.0339** [0.0138]	-0.0542 [0.0382]
$\Delta k/k$	0.3959*** [0.0305]	0.3554*** [0.1214]	0.4205*** [0.0170]	0.4104*** [0.0674]
Δh	-0.0308* [0.0177]	0.2221 [0.5630]	-0.0133* [0.0079]	0.0327 [0.0572]
$\Delta TFP/TFP$	0.9386*** [0.0750]	0.7514* [0.4084]	1.0114*** [0.0402]	0.8960*** [0.1654]
気候的災害の頻度	-0.0024 [0.0015]		-0.0008 [0.0010]	
地質的災害の頻度	-0.0017 [0.0015]		-0.0002 [0.0010]	
サンプル数	29	29	87	87
自由度修正済み 決定係数	0.9826	0.8372	0.973	0.9572
過剰識別検定		0.4244		0.7044

(注1) 括弧内の数字はWhite (1980) による分散不均一性を考慮した標準誤差である。

(注2) $\Delta k/k$ は年平均一人あたり物的資本の成長率、 Δh は学校教育平均年数の年平均変化分、 $\Delta TFP/TFP$ は全要素生産性の成長率をそれぞれ表している。

(注3) データの欠陥があるため、重慶と海南省を除いた。

(注4) 全期間において東沿岸ダミーと川ダミーを説明変数として加え、三期間には東沿岸ダミー、川ダミーと期間ダミーを加えて推計を行った。

(注5) ***は1% **は5% *は10%の有意水準で統計的に有意であることを示す。

ばRomer (1986) で示されているように、豊かな地域では知識水準の外部性により経済全体の技術水準が上昇し、R & D活動が促進されることが考えられる。

以上述べてきたように、一人当たりGDP成長率と人的・物的資本蓄積およびTFPの成長には内生性が存在すると考えられるため、OLS推計による推定量は偏りが生じる可能性がある⁸⁾。そこで、表7の(2)式と(4)式は気候的災害、地質的災害の発生頻度と一人当たり資本ストックの初期対数値を操作変数として、2SLS推計を用いた分析の結果を示したものである。人的・物的資本蓄積およびTFP成長の外生性の検定⁹⁾は10%有意水準で3変数が同時に外生変数で

8) 外谷 (2008) では人的資本蓄積と経済成長の関係を検証する際、説明変数と被説明変数の内生性が存在する可能性があることを指摘した。

あるという仮説を棄却し、人的・物的資本蓄積および TFP 成長を内生変数として取り扱うことが望ましい結果となった。過剰識別検定を行ったところ「操作変数が適切である」という帰無仮説は棄却されず、使用する操作変数は適切であると判断された。推計結果は OLS 推計による物的資本蓄積及び TFP の成長率の経済成長に与える影響は過大に評価されていることを示すものであった。また、人的資本蓄積要因は有意ではないものの、その効果はマイナスからプラスである結果となった。

6 終わりに

本稿は自然災害と経済成長の関係について、中国の省別データに基づき実証分析をしたものである。気候的災害は経済成長に有意にプラスの影響を与えることを示した上で、経済成長会計の分析枠組みを用い、気候的災害は資本ストック蓄積および TFP 成長を通じて経済成長に影響を与えることが分かった。また、人的・物的資本蓄積および TFP 成長と経済成長との間に内生性が存在する可能性を考慮し、2SLS 推計を用いて再検証を行った。

Skidmore and Toya (2002) は長期経済成長における災害の役割を指摘しているが、中国の各省データを用いた本稿の分析結果は彼らの主張を支持するものであった。一方、Skidmore and Toya (2002) では気候的災害が人的資本蓄積と TFP 成長を通じて経済成長に影響する結果であったことに対し、本稿の分析結果は気候的災害の物的資本蓄積に与える効果は大きいものであり、経済成長に影響を与えることを示すものである。

参考文献

1. Albala-Bertrand, J. (1993), "Natural Disaster Situations and Growth: A Macroecl for Suonomic Modedden Disaster Impacts." World Development, 21, 1993a, 1417-34—Political Economy of Large Natural Disasters. Oxford: Clarendon Press
2. Barro, R. J. (1991), "Economic Growth in a Cross Section of Countries," Quarterly Journal of Economics, Vol. 106, Issue 2, May, 407-443.
3. Barro, R. J. (1993), "International Comparison of Educational Attainment." Journal of Monetary Economics, 32, 363-394
4. Benhabib, J. and M. M. Spiegel. (1994), "The Role of Human Capital in Economic Development: Evidence from Aggregate Cross-Country Data," Journal of Monetary Economics, 34, 143-173
5. Benson, Charlotte and Edward Clay (2000), Developing Countries and the Economic Impacts of Natural Disasters, in A. Kreimer and M. Arnold (eds.) Managing Disaster Risk in Emerging Economies, The disaster risk management series 2, World Bank
6. Crespo-Cuaresma, J., Hlouskova and M. Obersteiner (2008), "Natural Disasters as Creative Destruction? Evidence from Developing Countries." Economic Inquiry, Vol. 46, No. 2. April 2008, 214-226
7. CRED (1997), Assessment of the Economic Im-

9) (2) 式と (4) 式において、F 検定による p 値はそれぞれ 0.0590, 0.0042 であった。

- pact of Natural and Man-Made Disasters, Expert Consultation on Methodologies, Center for Research on the Epidemiology of Disasters, Brussels
8. Dacy, D. C. and H. C. Kunreuther (1969), "The Economics of Natural Disasters." New York: Free Press,
 9. H. Toya and Skidmore, M., (2000), "Economic Development and the Effects of Natural Disasters." Working Paper, Nagoya City University,
 10. Horwich, George (1990), Disasters and Market Response, *Cato Journal*, 1990, 9(3), 531-555
 11. Horwich, G. (2000), "Economic Lessons from the Kobe Earthquake." *Economic Development and Cultural Change*, 48, 2000, 521-42
 12. Krueger, A., and M. Lindahl (2001), "Education for Growth: Why and for Whom?" *Journal of Economic Literature*, 39(4), 1101-1136
 13. Romer, Paul (1986), "Increasing Returns and Long-run Growth," *Journal of Political Economy*, Vol. 94, No. 5, October, 1002-1037.
 14. Skidmore, M. and H. Toya (2002), "Do Natural Disasters Promote Long-Run Growth?" *Economic Inquiry*, 40, 2002, 644-686
 15. Tol, R. S. J. and Frank P. M. Leek (1999), *Economic Analysis of Natural Disasters*, in T. E. Downing, A. J. Olsthoorn and R. S. J. Tol (eds.), *Climate, Change and Risk*, Routledge, 308-327
 16. Topel, R., (1999), "Labor Markets and Economic Growth," in *Handbook of labor Economics*. Orley Ashenfelter and David Card, eds. Amsterdam: North Holland
 17. Toya, H., Skidmore, M., and R. Robertson, (2009), "A Reevaluation of the Effect of Human Capital Accumulation on Economic Growth Using Natural Disasters as an Instrument." *Eastern Economic Journal*, forthcoming
 18. White, H., (1980), "A Heteroskedasticity-consistent Covariance Matrix and a Direct Test for Heteroskedasticity." *Econometrica*, 48 (4), 817-38
 19. 外谷英樹 (2008) "人的資本蓄積と経済成長の関係についての再検証—クロスカントリー分析" 財務省財務総合政策研究所「フィナンシャル・レビュー」第5号 (通巻第92号)
 20. 橋口善浩・陳光輝 (2006) "中国の省別資本ストックの推計: 江崎・孫の方法と代替的方法" *国民経済雑誌*, 73-86
 21. "自然災害多発の中国" 全国商工会連合会上海代表所「中国レポート」(2008.8)
 22. 白仲林, 尹长斌 (2008) "全要素生产率变动的分解—基于 Malmquist 生产力指数的实证分析" *金融教学与研究* 2008(03)
 23. 中国統計年鑑 1978~2007, 中国国家统计局

(2009年8月11日受領, 2010年2月12日掲載決定)

付表1 変数の定義

変数名	定義
出生率	自然出生率の平均値
$\Delta k/k$	一人当たり資本ストック増加率
Δh	学校教育年数の年平均変化分
$\Delta TFP/TFP$	TFP増加率
気候的災害の頻度	サンプル期間中一年当たり気候的災害の発生回数
地質的災害の頻度	サンプル期間中一年当たり地質的災害の発生回数
東沿岸ダミー	東沿海地域を1, 内陸地域を0というダミー変数
期間ダミー1	1978年-1987年の期間は1とするダミー変数
期間ダミー2	1987年-1996年の期間は1とするダミー変数
川ダミー	長江, 黄河が流れる地域を1とするダミー変数

付表2 実証分析に用いた変数の記述統計量

	全期間サンプル			三期間サンプル		
	平均	標準偏差	サンプル数	平均	標準偏差	サンプル数
年平均一人当たり実質GDP成長率	0.086	0.012	31	0.086	0.017	93
一人当たりGDP初期対数値	5.919	0.548	31	6.655	0.816	93
出生率	0.016	0.036	31	0.017	0.044	93
Δh	0.125	0.016	29	0.125	0.044	87
$\Delta k/k$	0.091	0.027	30	0.092	0.035	90
ΔTFP	0.047	0.007	30	0.046	0.013	90
気候的災害の頻度	0.382	0.34	31	0.576	0.632	93
地質的災害の頻度	0.094	0.162	31	0.134	0.303	93