

委託調査報告書

途上国における自然災害の事前予防ならびに復興に 対する経済的支援のあり方

用務地：Asian Disaster Preparedness Center, Bangkok.

期間：平成 13 年 10 月 23 日～平成 14 年 3 月 24 日

平成 14 年 3 月 29 日

大阪大学大学院国際公共政策研究科 助手

永松 伸吾

2 開発と災害脆弱性	5
2.1 はじめに	5
2.2 モデルの仮定	7
2.3 モデル	8
2.4 経済成長と災害被害額の関係	12
2.5 國際金融市場と災害被害の関係	14
2.6 まとめ	15
3. 経済発展と災害リジリエンシー	16
3.1 はじめに	16
3.2 災害の成長への長期的影響	17
資本ストックの破壊	17
復興需要とその乗数効果	19
技術進歩	20
3.3 実証分析: モデルについて	21
3.3 データ	22
3.4 推計結果	25
3.5 2001 グジャラート地震: ケーススタディー	31
3.6 まとめ	32
参考文献	33

1 はじめに

持続可能な開発のためには防災への取り組みが不可欠である。この認識は 1990 年代の国際防災の 10 年(IDNDR: International Decade of Natural Disaster Reduction)から 2000 年代の国際防災戦略(ISDR: International Strategy of Disaster Reduction)へと引き継がれた国際防災の潮流の根底を流れる考え方である。

そもそも、災害は自然現象ではなくて社会現象である。洪水にせよ、地震にせよ、こうした自然現象だけでは災害とはならない。そこに人々の営みがあり、しかもそれがこうした自然現象に対して無防備であった場合に被害が発生するのである(Cannon, 1994)。したがって社会構造や社会の発展段階が異なれば災害の様相も異なる。例えばインドのグジャラートでは 20000 人に及ぶ人的被害が発生したのに対して、ノースリッジでは 60 数名の人的被害に留まっている。1991 年から 2000 年までの災害による死者数を人間開発指標によって分類すると、低指標国では 46 万 5469 人、中指標国で 26 万 665 人、高指標国で 2 万 6387 人となっている(IFRCRCS, 2001)。経済的被害についても、その国の GDPに対する比率で考えると、その値は経済発展によって遞減することが経験的に知られている。例えば、世界有数の大都市を襲った阪神・淡路大震災はおよそ 10 兆円という莫大な被害と言われているが、対 GDP 比で言えばわずか 2% に過ぎない。一方、ホンジュラスを襲った 1998 年のミッチ台風の被害は、GDP のおよそ 4 分の 3 に相当したという。

本報告書の第 2 章では、社会の経済的発展段階によって生じる災害被害の変化をモデル化することによって、経済発展と災害との関係を論じる。このモデルによって(1)経済発展と災害による被害はどのような関係があるか、(2)最適な防災投資水準はどのように決定されるべきか、(3)災害発生が高い地域は経済発展にどのような影響があるか、などの災害と経済発展に関わる基本的な概念を理論的に説明する。それによって、直接被害額は経済発展とともに一旦低下し、その後大きく上昇するといった U 字型のカーブを描くことが理論的に説明できた。対 GDP 比の被害については経済成長とともに遞減することが理論的に裏付けられ、その意味において経済発展段階と災害脆弱性とは明白な相関関係が見られることがわかった。

ところで、被害が大きいということと、長期的な経済発展への影響が深刻であるということとは果たして同義であろうか。被害が大きいからといって長期的に GDP の成長率により大きな影響があるとは限らない。なぜなら GDP は単にそうした被害額のみに影響を受けるのでは無いからである。災害後の経済環境、社会環境、公共政策など経済成長には様々な決定要因があり、これらの一部は脆弱性を形成する要因でもあるだろうが、すべてがそれらと同一であるというわけではない。脆弱性と長期的な成長可能性とは必ずしも一致しないのである。経済学的に言っても、直接被害額とはストックの値であり、フローである GDP の変化とは直接的な関係はない。実際に、甚大な被害にも関わらず数年後には GDP が増大するという事例は途上国においてですら見られるのである。

本稿では、被害から社会や経済が立ち直ってゆく力をリジリエンシー(Resiliency)と定義し(図1参照)、このリジリエンシーが経済発展とどのような関係があるかを実証的に分析する。ここでいうリジリエンシーは脆弱性に含めて考える見方もある(Cannon, 1994,p23 Figure2.2)し、むしろそれが一般的である。しかし本稿であえてこの二つを分けて考える理由は、脆弱性を低下させるための政策と、リジリエンシー強化の政策は異なるものとして考えられるべきものだからである。例えば、住宅の耐震補強や、住民の啓蒙活動などはキャパシティ強化の政策としては有効であるかもしれないが、その後の復興や復旧が速やかに行われることを保証するものではまったくない。たとえ被害が小さかったとしても、そこから速やかに復興し成長軌道に乗せてゆくことが出来ないとすれば、災害には強いが国の開発というより大きな目標を達成することは出来ない。一方で、たとえ被害が大きかったとしても(もちろん、それ自体望ましいことではないが)災害を機により高い次元への開発への道筋をつけることができる能够性があるならば、災害は必ずしも開発を妨げるものとはならないであろう。多くの途上国にとって、防災それ自体よりも持続可能な開発を達成することのほうがより重要な関心であり、また目標であるということを忘れてはならない。

しかしながら、このような観点から災害と開発の関わりを論じたものは少ない。多くは途上国ほど災害の被害が大きいことを根拠に、長期的な発展過程にも影響が大きいはずであると推論しているに過ぎない。そこで、この章では災害リジリエンシーと経済の発展段階との関係を明らかにすべく、70カ国 のプールデータを用いて分析を行い、政策提言にまで至った。第3節は既存研究に関するサーベイが行われ、第4節では分析の方法やモデル、そして分析に使用されたデータの説明を行う。第4節は分析結果とその含意について論じる。第6節は政策提言である。本稿の分析から得られた主要な結論は、リジリエンシーもまた経済の発展段階に応じて異なるということである。低開発国において災害は経済成長に負の影響をあたえるものの、一方で先進国ではむしろ正の影響を及ぼしている。このことから、低開発国におけるリジリエンシーの確保は長期的な経済開発にとって重要であるということ、またそれによって災害を成長への機会として利用することが可能になることが示唆される。

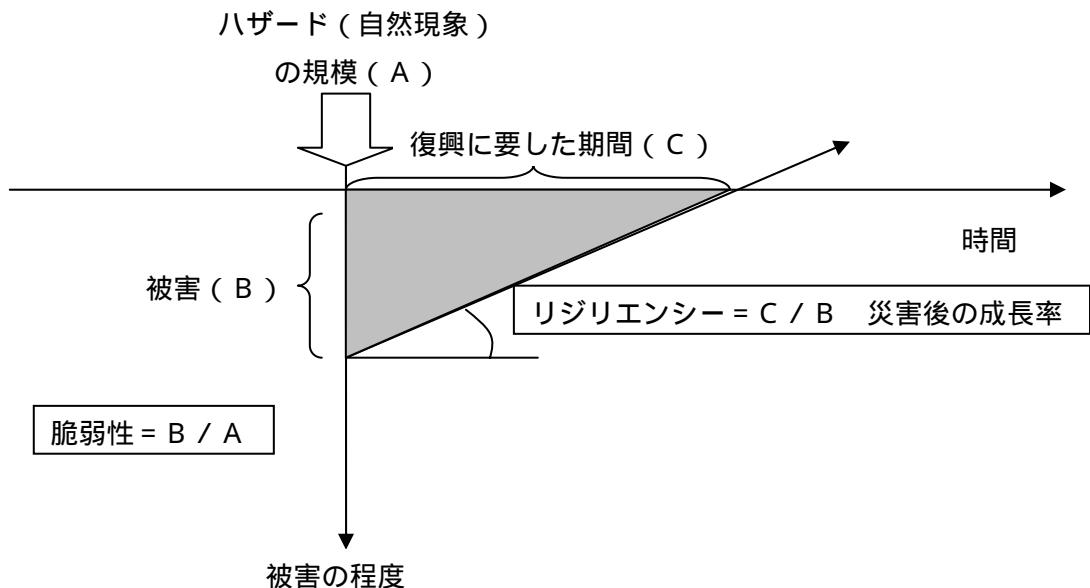


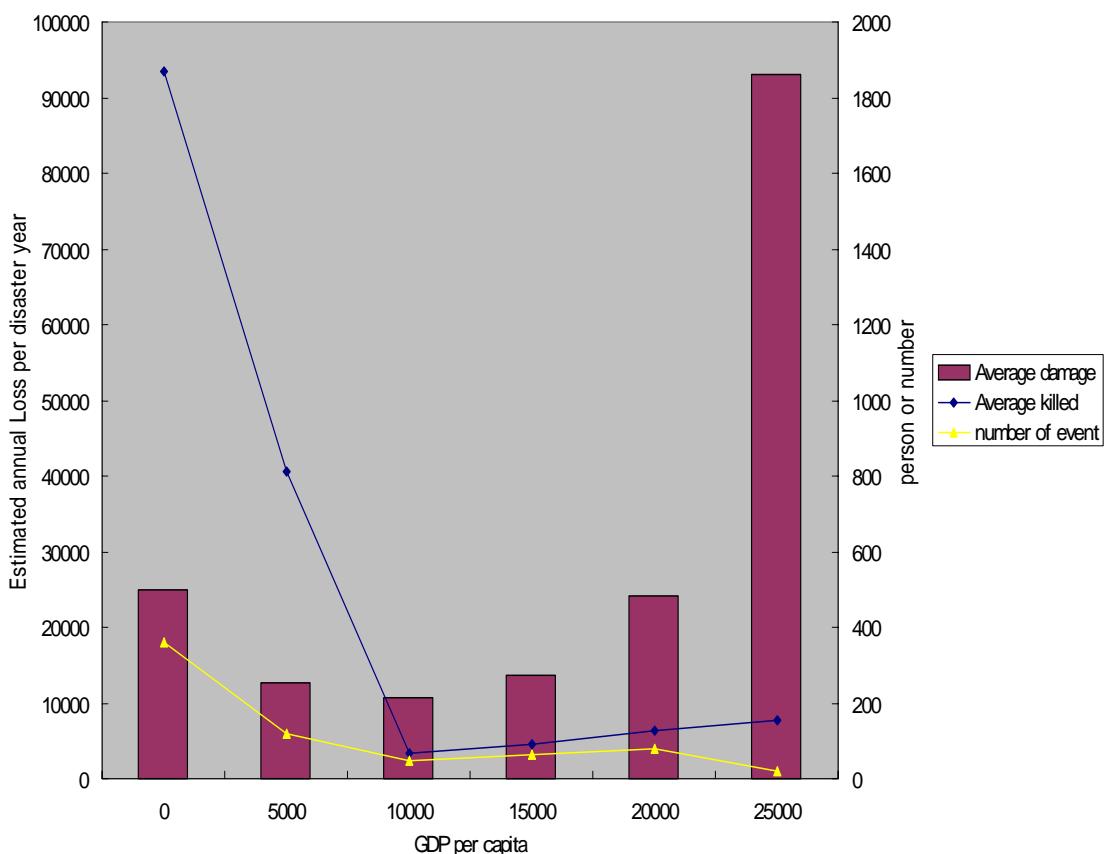
図 1 災害と経済発展の概念モデル

2 開発と災害脆弱性

2.1 はじめに

経済発展段階と災害脆弱性に関する理論モデルはこれまで提案されておらず、経済発展が災害被害にどのような影響を及ぼすのかという点は経験的にしか語られていない。Alexander は、1977 年から 20 年間の主要な災害データから、近年自然災害による推計被害額は増加傾向にあり、それは近年の間接被害推計技術の向上によるのではないかという仮説を提示し、一方で被害額の対 G N P 比率（相対被害額）は、G N P が大きくなればなるほど低下する傾向を指摘している (Alexander, 1997)。絶対被害額増加傾向について Alexander は時系列で考えているが、途上国での災害よりも先進国での災害のほうが圧倒的に被害額が大きいということを考えると、むしろそれは、特に東南アジア諸国や南米諸国において顕著にみられる経済成長によるものではないかという推論も成り立つ。Benson and Clay(2000)も、経済成長は絶対被害額を増加させ、相対被害額を減少させるとの認識が広まっていると指摘している。経済成長の前提としてその経済の保有する資本量は増大する必要があるが、一般的に資本が蓄積すればするほど、災害によるダメージも大きいと考えられるから、これはそれなりに説得力のある仮説であろう。

しかしながら、実際の被害額データを見ると、事はそれほど単純ではない。図2は横軸に購買力平価換算による一人当たりGDPを取り、発展段階別に、各国の各年間災害発生件数や死者数ならびに推計被害額（購買力平価換算）の平均値を示したものである。これによると、死者数や発生件数は経済成長とともに低下するものの、推計被害額はU字型を取っている。すなわち経済発展によって一旦は被害額が減少するものの、あるところを境に被害額は上昇するのである。これはこれまでの認識とは異なる傾向である。



出典：データは CRED による。図は筆者により作成

図2 経済発展段階別年平均災害発生件数、死者数、ならびに推定被害額

もちろん、こうした数字は注意深く判断する必要がある。そもそもここで使用しているCREDのデータは、特に被害額についてはあまり信頼できないというのが通説である。これらの被害額推計は単一の標準化された手法で行われたわけではなく、各国間に相当の違いがあると考へるべきだからである（IFRCRCS,2001）。特に最貧国については被害額を誇張することのメリットは大きい。被害額推計はその後の国際的な援助の規模を決める重

要な基礎となるからである。従って最貧国では恒常に過大な被害額推計が行われている可能性は排除できず、だとするとこのグラフは、被害額推計の恣意性を裏付けるものなのかもしれない。

しかしながら、この説明を裏付ける根拠はまったくないし、証明することもおよそ不可能である。従って、もしもU字型の絶対被害額カーブを理論的に無理なく説明することが出来るのであれば、C R E Dのデータはマクロ的な分析としては一定の信頼がおける精度があると考えることが出来る。そしてそれは少なくともデータの信頼性を全否定する立場よりもおそらく説得力がある立場であると思われる。

加えて、この作業は政策的な含意も少なくない。最貧国について、経済成長が相対的被害だけでなく、絶対的被害をも低下させるということが真であるとすれば、災害被害の減少は経済発展の必要条件であるということになる。このことは災害対策を無視した経済成長はありえないことを示すものであり、災害の事前予防に対する支援を経済開発援助の立場から正当化するものである。加えて、途上国をめぐるどのような環境が災害による被害にどのような影響を与えるのかを明らかにすることは、途上国の防災対策を促進する立場からも重要な作業である。

2.2 モデルの仮定

一定の災害リスクを保有するある小国を考えてみる。この国は単一の効用関数を持つものとし、合理的に行動するものと仮定する。2期間モデルを考え、第2期には災害が発生する可能性があるものとしよう。もちろん、実際に起こるかどうかは第1期の時点では不確実であるが、客観的発生確率は事前に判明しているものとする。

この国には第1期目に3つの変数について選択を行うものとする、来期の生産を行うための投資（以降これを収益性投資と呼ぶ）、災害被害を軽減（ミティゲーション）する目的で既存の資本ストックを補強するために行う投資（以降これを減災投資と呼ぶ）、そして貯蓄（あるいは借入）である。2期目は、それらによって発生した所得を消費することで効用を得るものとする。

このモデルが前提とするいくつかの重要な仮定は次のとおりである。

1. 【小国の仮定】対象となる国は小国であり、その行動が市場利子率や災害発生確率に影響を及ぼすことはない。
2. 【労働市場を無視】この国の所得は資本のみから生じる。労働市場は考慮しない。

一見制約的な前提ではあるが、これによってモデルの正当性が失われることはない。その理由は3つある。第1に災害による人的被害は主に高齢者・子供・女性など、非労働人口に偏る傾向があること、第2に、災害による死者数は、総人口比で考えると極めて微々たるものであるということ、第3に、途上国は災害による死者数が多くなりがちではあるが、一方で高失業率など多くの余剰労働力を抱えていることである。

これらの理由によって、災害による労働力の変化が経済成長に影響を及ぼすことはほとんどないと結論づけられるからである。

3. 【線形の生産技術】この国は線形の生産関数を有する。
4. 【リスク中立的な選好】分析される国はリスク中立的な選好を持つ。これはこの国が期待値のみを問題とし、分散は問題にならないことを意味し、分析を容易にする。
5. 【減災投資の生産への中立性】減災投資は生産性に影響を与えない。例えばビルの補強、河川の土手の補強などそれ自体は生産要素ではなく、生産量に対して影響を与えない。もし与えるとすれば、現存する資本（ここではビルや土手など）が損壊する確率を低下させるという意味においてのみである。この考えに従って、収益性投資と減災投資とは異なるものとして扱われる。
6. 【生産性投資の脆弱性中立性】収益性投資は資本の脆弱性において中立的である。仮定5の逆である。
7. 【金融市場の完全性】金融市場は完全競争的である。この国は国際市場で決定された資本価格に従い貯蓄、借入が可能である。

2.3 モデル

この国の効用水準が u で表されるとする。この国は第1期の消費と第2期の消費から効用を得る。すなわち効用関数は次のように定義される。

$$u = U(c_1, c_2), \quad U_i(c_1, c_2) > 0$$

但し、 c_1, c_2 はそれぞれ第1期、第2期の消費水準であり、 $U_i(\bullet)$ は第 i 变数の偏導関数を示すものとする。

この国の生産技術は線形であると仮定されているので、第 i 期の資本量と所得をそれぞれ K_i, y_i とすると

$$y_1 = \alpha K_1$$

であるとする。但し α は正の定数である。

この国は、第1期に得た所得から収益性投資、減災投資、貯蓄を行う。また第2期は、得た所得に貯蓄を加えた額を消費できる。すなわち市場利子率を r とすると次のようになる。

$$c_1 = y_1 - I - m - s \tag{1}$$

$$c_2 = y_2 + (1+r)s \tag{2}$$

ただし、 I は収益性投資、 m は減災投資、 s は貯蓄を表すものとする。

ところで、第 2 期にはこの国では一定規模の災害が発生する可能性がある。その確率を p で表すものとし、災害規模とともに外生的に与えられているものとする ($0 \leq p \leq 1$)。もちろん、発生しないケースは $1 - p$ で表される。

この国が第 2 期に保有する資本量は、減耗率を無視すると第 1 期の資本と投資額の和で定義されるが、災害による破損等で資本量は低下すると考える。この低下率を災害被害率と呼び δ で表される。災害被害率は、減災投資 m によって低下させることができるので、被害率関数 $\delta = \delta(m)$ を考え、 $\delta'(m) < 0, \delta(m)'' > 0$ を仮定する。第 2 期に利用可能な資本量は、災害発生時を L 、それ以外を H の添え字で表すと次のようになる。

$$\begin{cases} K_2^L = [1 - \delta(m)](K_1 + I) & \text{但し確率 } p \\ K_2^H = K_1 + I & \text{但し確率 } 1 - p \end{cases}$$

それによって、第 2 期の消費は

$$\begin{cases} c_2^L = \alpha[1 - \delta(m)](K_1 + I) + (1 + r)s & \text{但し確率 } p \\ c_2^H = \alpha(K_1 + I) + (1 + r)s & \text{但し確率 } 1 - p \end{cases}$$

である。

さて、この国は仮定によりリスク中立的であるので、期待効用最大化問題は消費の期待値による行動最大化問題と同値である。したがってこの国の行動は次の最大化問題の解として表される。

$$\max_{I, m, s} u = U(c_1, \bar{c}_2)$$

subject to

$$\begin{aligned} c_1 &= \alpha K_1 - I - m - s \\ \bar{c}_2 &= p\{\alpha[1 - \delta(m)](K_1 + I) + (1 + r)s\} \\ &\quad + (1 - p)\{\alpha(K_1 + I) + (1 + r)s\} \end{aligned}$$

最大化の一階の条件は次のように求められる。

$$-\frac{\partial u / \partial c_1}{\partial u / \partial c_2} = -p\alpha[1 - \delta(m)] + (1 - p)\alpha \tag{3}$$

$$= -p\alpha\delta'(m)(K_1 + I) \tag{4}$$

$$= -(1 + r) \quad (5)$$

これらの条件は非常に直感的である。左辺は、第2期の第1期の消費に対する限界代替率であり、右辺はそれぞれ生産性投資の限界効率（3式）、減災投資の限界効率（4式）そして資本価格（5式）を表している。減災投資を増加させることは一方で消費や貯蓄、生産性投資を減少させることになる。それゆえ効用最大化のためにはこれらの限界的な効果が一致しなければならないのである。

図3にこれらの条件が示されている。

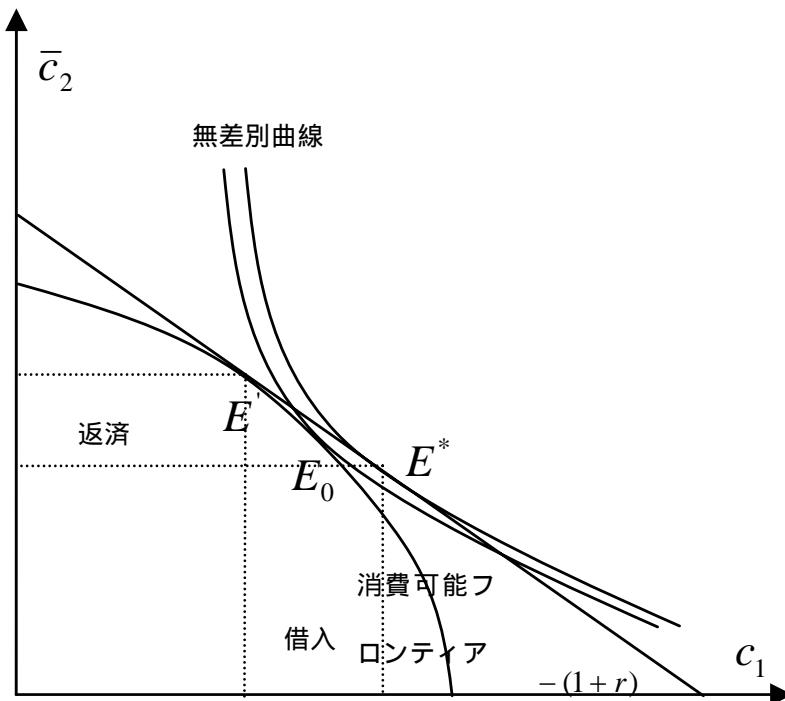


図3 最適消費量の組合せ

ところで4式右辺で表される減災投資の限界効率とは、ミティゲーションによって減らすことのできる経済被害のことであるが、その被害額はここではストックの値ではなく、フローの値になっていることに注意すべきである。すなわち、最適な防災水準は直接被害ではなく間接被害によって決定されるということである¹。

具体例を示そう。市場価格がわずか100万円の古い家屋があるとし、この家屋はあと5年居住可能である。今年中にこの家屋が災害で全壊する可能性を50%としよう。そうすると50万円が災害による期待直接被害額ということになる。もしもミティゲーションが直接被害を防ぐために行われるのだとすれば、この家屋の補強などのために60万円を投じると

¹ Kunreuther and Kleffner(1992)のモデルでは、効用水準は資産ストックの関数とされているため、減災投資の限界効率は直接被害によって定義されている。

いうことは無駄であるということになる。しかしながら、間接被害額を考えると必ずしもこの投資は無駄とは言えない。この家屋の住人はこの家屋を失うことで月 3 万円の家賃を支払って賃貸住宅に居住しなければならなくなるとしよう。そうすると、年間 36 万円の支出である。仮に割引率を 10% と仮定しても、5 年間に支払うべき家賃の現在価値はおよそ 150 万円となる。被害確率が 50% なので、期待間接被害額はその半分の 75 万円となる。言い換えれば、ミティゲーションによって仮に被害率をゼロにできれば、ミティゲーションの便益は 75 万円ということになる。このような場合 60 万円を掛けたミティゲーションは無駄とは言えないだろう。この数値例はモデルが示唆するような限界的な次元で示されてはいないが、間接被害で最適なミティゲーションを考えることの重要性を理解する助けにはなるだろう。

命題 1：最適な減災投資水準は直接被害ではなく間接被害によって決定される。

次に災害発生確率の変化が経済に及ぼす効果を調べよう。3 式～5 式を満たす生産性投資、減災投資、ならびに貯蓄をそれぞれ I^*, m^*, s^* とすると、災害発生確率 p についての偏導関数は次のように定義される。

$$\frac{\partial I^*}{\partial p} = -\frac{K_1 + I^*}{p} < 0, \quad \frac{\partial m^*}{\partial p} = -\frac{\delta'(m^*)}{p\delta''(m^*)} > 0, \quad \frac{\partial s^*}{\partial p} = 0$$

災害確率の上昇は、生産性投資を減少させ、減災投資を上昇させることがわかる。また貯蓄には影響を与えない。すなわち、災害確率が高くなると、生産性投資よりも減災投資へと資金をシフトさせる必要がある。その結果、災害のあるなしに関わらず、第 2 期に受け取ることのできる所得は低下することになる。

命題 2 - 1：災害発生確率が高いほど資本蓄積の速度は低下し、成長は鈍化する。

この命題は別の解釈が可能である。ここでの経済主体である国は現実の災害発生確率を正しく認識しているものと仮定しているが、もしも現実の災害発生確率と期待災害発生確率が乖離した場合は、ここで p で表されている変数は、期待災害発生確率であることは明らかである。すなわち、災害発生確率を過小評価することは、そうでない場合に比較して p が小さくなると考えることが出来る。

命題 2 - 2：災害発生確率の過小評価は、生産性投資を過大にし減災投資を過小にする。

2.4 経済成長と災害被害額の関係

ここでは経済成長と災害被害額の関係を調べる。一階の条件 3 式～5 式を満たす最適な減災投資を m^* とすると、第 1 期の資本量との関係は 4 式を使い次のように求められる。

$$\frac{\partial m^*}{\partial K_1} = -\frac{\delta'(m^*)}{\delta''(m^*)(K_1 + I)} > 0$$

すなわち、資本量の増大は最適なミティゲーションの額を増大させることになる。資本量が増大すればするほど、災害による被害を受けやすくなるから、以前よりも予防措置が必要となると考えれば理解しやすい。

災害による期待直接被害額 ED は次のように定義できる。

$$ED = p\delta(m^*(K_1))(K_1 + I)$$

経済成長を資本量の増大と置き換えて考えると、

$$\frac{\partial ED}{\partial K_1} = p\delta(m^*) \left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right) \quad (6)$$

となる。但し、 $\varepsilon = \frac{\partial K_1}{\partial m^*} \frac{\partial m^*}{\partial \delta^*} \frac{\delta(m^*)}{K_1 + I} = \frac{\partial K_1}{\partial \delta^*} \frac{\delta(m^*)}{K_1 + I}$ である。 ε の値は（最適化された）被害率の資本弾力性を意味している。すなわち総資本額の 1 パーセントの増大に対して、最適な減災投資を行った結果減少する被害率の割合を示している。

この表現を用いて、ミティゲーションが期待損失に与える影響を次の 3 つに分類することができる。

命題 3：経済発展と直接被害額の関係は次の 3 つのケースに分類できる。

ケース 1 (経済規模に対して被害遞増): $\varepsilon > 1$ のとき $\partial ED / \partial K_1 > 0$ なので、経済規模の拡大は期待直接被害額を増加させる。

ケース 2 (経済規模に対して被害不变): $\varepsilon = 1$ のとき $\partial ED / \partial K_1 = 0$ なので、経済規模の拡大は期待直接被害額に影響を与えない。

ケース 3 (経済規模に対して被害遞減): $\varepsilon < 1$ のとき $\partial ED / \partial K_1 < 0$ なので、経済規模の拡大は期待直接被害額を減少させる。

災害率関数 $\delta(m)$ の凹性により、資本量が少なく減災投資も少ない状態では、限界的な災害率の減少度合いが大きいため、 ε の値は比較的大きいと考えられる。したがってケース 1 に該当する可能性が高い。ところが、経済成長に伴いその国が保有する資本量が増大するにつれ、減災投資が増大するため、 ε の値は低下する。それゆえに開発後期はケース 3 に該当する可能性が高い。これをグラフにしたもののが図 4 である。このことから、災害確率を所与とすると、期待直接被害額は経済成長と共に一旦は減少するものの、あるところを境に上昇に転ずるため、U字のカーブを描くことになる。これにより、図 2 でみたグラフは理論的に説明可能となることがわかった。

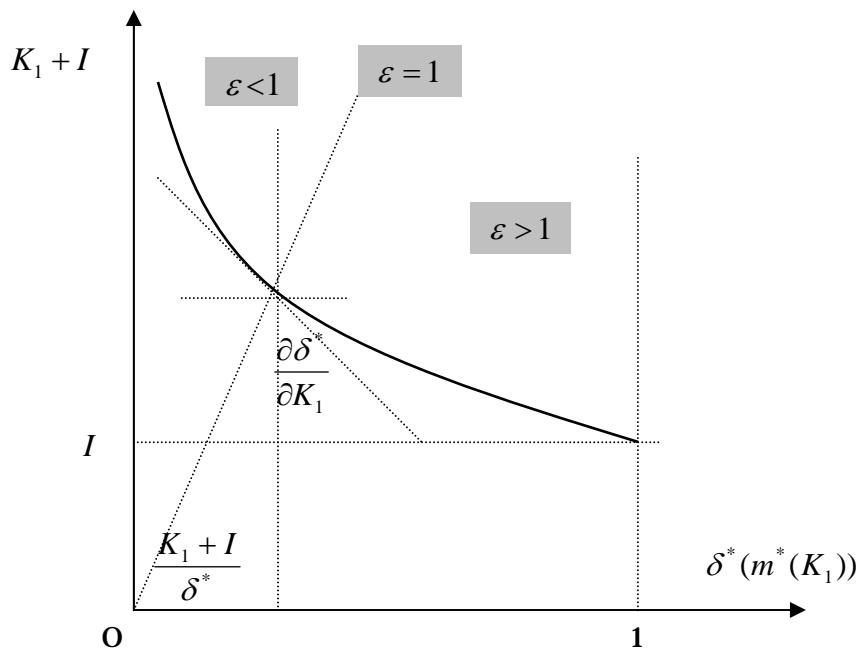


図 4 資本量と弾力値の関係

所得に対する期待相対被害 ERD を、災害が無かったときに得られたはずの所得に対する直接被害額の比と定義すると、

$$ERD = \frac{ED}{\alpha K_2^H} = \frac{p\delta(m^*(K_1))}{\alpha}$$

であるから、

$$\frac{\partial ERD}{\partial K_1} = \frac{p\delta'(m^*)m^{**}(K_1)}{\alpha} < 0$$

となり、期待相対被害は経済規模の増大によって低下することがわかる。

命題4：所得に対する被害規模は経済成長により低下する。

2.5 国際金融市场と災害被害の関係

ここでは、仮定7【金融市场の完全性】を外して、金融市场が災害に及ぼす影響を考える。例えば低開発国では对外債務が累積することによって、国際的金融市场において借入制約に直面することが予想される。このような場合災害被害にどのような影響があるのか考えよう。

仮定7が満たされない場合、5式は成立しないため、図3の E_0 のように、消費可能フロンティアと無差別曲線が直接接するような点で第1期と第2期の消費配分が決定される。そのときの資本の限界効率ならびに減災投資の限界効率（すなわち、点 B_0 における接線の傾き）を M としよう。借入制約が問題となるのは図3のように、資本の限界効率と減災投資の限界効率が資本価格よりも高い（ $M > 1+r$ ）ケースである。逆のケースでは、この国は貯蓄を選択するために、借入制約はこの国の行動にまったく影響を与えないからである。

このとき、金融市场の開放は災害被害額にどのような影響を及ぼすであろうか。3式ならびに4式を満たす生産性投資と減災投資の関係を $m = m^*(I)$ とすると、期待直接被害額は

$$ED = p\delta(m^*(I))(K_1 + I)$$

であるから、(6)式を導出したのと同様の手順で

$$\frac{\partial ED}{\partial I} = p\alpha(m^*) \left(1 - \frac{1}{\eta}\right)$$

となる。但し、 $\eta = \frac{\partial I}{\partial m^*} \frac{\partial m^*}{\partial \delta^*} \frac{\delta(m^*)}{K_1 + I} = \frac{\partial I}{\partial \delta^*} \frac{\delta(m^*)}{K_1 + I}$ であり、最適化された被災率の生産性投資弾力性を示している。従って $\eta > 1$ ならば、金融市场の開放に伴う投資拡大は被害額を増大させ、 $\eta < 1$ ならば被害額は減少することになる。低開発国であればもともとの減災投資水準が小さいため、被災率関数の凹性によって弾力値の値は大きいと予想されるため、低所得国では金融市场の開放が被害額を抑制する効果が期待されると結論づけることができる。

命題4：借入制約に直面した低所得国は、制約のない場合に比べて期待直接被害額が大

きい。

この命題によれば、図 2 におけるUカーブは、途上国に十分な資金供給が行われないことによって生じるものであると理解することもできる。

2.6 まとめ

経済発展と災害被害との関係は必ずしも理論的な分析がこれまで行われていなかった分野であり、この研究が初めての試みである。

すでに見たように、理論的には経済被害のUカーブ現象はなんら特別な仮定を置くことなく説明が可能であった。すなわち、経済発展は資本の増大によって被害を拡大する傾向があるのと同時に、減災投資を拡大する効果もあるため、最終的な被害額の程度はその相対的な効果の大きさによって決定されるのである。特に経済の発展初期においては後者の効果が前者のそれを上回るために、期待被害額は減少するのである。一方で、政治経済的な要因もUカーブ現象を引き起こすことに寄与する。低所得国が借入制約に直面した場合、そうでない場合と比較して期待被害額は大きいからである。

途上国への開発援助に関する含意としては、第 1 に災害リスクを正しく認識することがある。過小なリスク評価は発展への妨げになるからである。第 2 に、経済規模にふさわしい程度の減災投資が行えるよう資金協力の枠組みを構築することである。第 3 に、減災投資の規模は、それによって限界的に減らせる直接被害額によって決定するのではなく、間接被害額によって決定されるべきであるという点である。再調達価格が極めて低いインフラや設備であったとしても、減災投資はそのインフラや設備が生み出す便益を基準に行わなければならないのである。これは、文化財や街並などの観光資源の防災を考える際にきわめて重要な視点である。

3. 経済発展と災害リジリエンシー

3.1 はじめに

災害が発生した社会では、人的被害や経済的被害を含む多くの損失が発生する。そして、その被害規模は、所得比で見る限り経済成長とともに低下することが第2章の分析によって理論的に明らかになった。すなわち、その意味において経済成長はその経済の災害脆弱性を低下させるということである。

しかしながら、リジリエンシーについてはどうであろうか。すなわち、復興過程やより長期的な成長軌道もまた、経済の発展段階によって異なるのであろうか。すでに述べたように、これまでの議論では、低開発国において災害被害が大きいことを根拠に、長期的な経済発展にも影響があるはずだという推論が一般的であった。これに対して、Albara-Bertrand (1992)は、利用した1960年から1979年までの途上国の28の災害事例を用いて、災害後の多くの国がGDPの上昇を経験していることを根拠に、災害はむしろ経済成長を加速させるという逆説的な結論を導いた。

しかしながら、この研究はいくつかの問題点が指摘されている。Benson (1994) は例えば地震のような突発性の災害とその他のすべての災害を同じように扱っていることを批判し極端な一般化について警鐘を鳴らしている。また、その理論的説明においても、暗黙のうちに経済に余剰生産能力があることを前提としていると思われ（例えば、インフレや賃金上昇を伴わずに供給が可能である点など）その主張は検討の余地があると思われる。そもそも、そこで調べられているGDPの変化は、実際に実現したグロスの値であり、科学的な方法によって災害の影響のみが抽出されているわけではないため、修正の余地は大きい。

一方 Benson (1997) はフィジーの経済成長へのサイクロンと旱魃の影響を調べるため、一次の自己回帰モデルを用いて回帰分析を行っている。その結論では、これらの災害はGDP成長率に負の影響を与えており、特にそれはサトウキビ生産の被害とそれによる砂糖産業への影響が主たる要因であるという。また、この傾向は最近のほうより鮮明であるという。すなわちサンプル期間を1982年から1994年に設定した推計結果のほうが1972年から1982年の場合よりもより有意な結果が得られている。Benson の説明によれば、砂糖生産の増大によって耕地がより災害の影響を受けやすいへき地へと拡大されることによるという。この観点からみれば、災害は経済成長に負の影響をもち、なおかつ経済発展は災害の脆弱性を増加させるということになる。

しかしながら、この分析にも問題がある。災害の発生と規模を表すダミー変数について、全くサイクロンの発生しない年を0、中程度のサイクロンの発生した場合、あるいは深刻であるが2つの主要な島について全く影響を与えなかった場合を1、深刻なサイクロンでか

つ主要な島に影響が出た場合を 2 と設定している。しかしながら、災害規模をわずか 2 段階に分類するだけで十分な分析が出来るかどうかは疑問であり、なおかつ「深刻な(severe)」サイクロンとは何をもって定義されるのかが明確でない。

加えて、これはもちろん著者の意図の範囲外の話であるが、フィジーの例だけをもってそれが一般的な傾向であると論じることはできないだろう。Benson がいうように極度的一般化は誤解を招きやすいというのはそのとおりである。しかしながらフィジーの例だけで災害が経済成長に負の効果をもつと断言することは、Albala-Bertrand の主張と同じぐらい根拠の薄い話といわざるを得ない。

そこで、本稿では、70 力国 23 年のパネルデータを用いて、災害が長期的な経済成長に与える影響を分析し、より一般的かつ正確な事実を分析する。第 2 節では、そもそも災害はどのように経済成長に影響を及ぼすのか、理論的な検討を加えた上で仮説を提示する。第 3 節ではモデルを紹介し、第 4 節ではデータならびに推計手法について説明する、第 5 節では推計結果ならびに政策的インプリケーションを論じ、第 6 節で、2001 年グジャラート地震についての事例を紹介する。

3.2 災害の経済成長への長期的影響

災害が長期的経済成長過程に影響を及ぼすメカニズムについては、それほど豊富な研究成果があるわけではないが、既存研究で提示されたものは大きくまとめると表 1 のようになる。

成長への要因	
負の効果	生産資本の破壊による生産性低下 (Benson and Clay, 2000)
正の効果	復興需要とその乗数効果 (Albara-Bertrand, 1992) 技術進歩 (Tol and Leek, 1999)

表 1 災害の経済効果

われわれの関心は、こうした長期的経済効果が経済の発展段階においてどのように変化するかである。したがって、そのような視点からこれらのメカニズムを以下詳細に検討してみる。

生産資本の破壊

今日の標準的経済成長論においては、労働力、資本、さらに教育水準などの人的資本の

3つが主要な生産要素として考えられている。いずれも災害によって影響を受けるが、このうち、労働力ならびに人的資本についてはその影響は無視できるものであると考えてよいだろう。労働力について考えると、災害による人的被害は最も大規模なものでも総人口比で数パーセントであり、数的に微々たるものであること、被害の多くは高齢者、女性、子供など非労働力人口に集中すること、被害は貧民層に集中しており、彼らの労働生産性は極めて低いこと、多くの途上国では失業率が高いこと、などがその理由として挙げられる。これらは、災害が人的資本に与える影響が小さいことの理由ともなる。

資本ストック損壊の影響も同様に、もしその社会に十分な遊休設備があれば、必ずしも社会全体の生産量を低下させることはない。しかしながら、途上国は一般的に豊富な労働量に対して資本が稀少であるから、その稀少な資本が被害にあうことの影響は先進国に比べて大きいと推測される。

さて、損壊した資本は、復旧されるか新しいものに置き換えられるかしなければならない。そこにおいて、それらの費用をどうファイナンスするかという資金調達の問題は長期的な成長に影響を与える要因の一つである。

マクロ的にみれば、災害による被害をファイナンスする方策としては 貯蓄の切り崩しあるいは借入を行い、将来の消費を削減する、保険金の支払い、海外からの資金援助の3つが考えられる (Tol and Leek, 1999)。このうち、であれば、資本ストックを復旧したとしても一方で将来の経済にとってマイナス要因を残すこととなる。保険金の支払いあるいは社会保障による給付などによって復興資金を調達した場合は、将来の消費を低下させることはない。かつて自然災害はあまりにもリスクの規模が大きいため、保険としての商品化には限界があるとされていたが、近年における被害推計技術の発達と、再保険制度の発達により、保険可能性が高まっていることは事実である。しかしながら、保険可能性があったとしても、その保険が人々にとって支払い可能なものかどうかは別問題である。多くの低開発国では保険制度は未発達であるというのも、低所得であるがゆえに保険の普及が進まないことが根本的な原因としてあげられる。海外からの資金援助については、むしろ低開発国の方が有利な条件にあると思われる。しかしながら、こうした国際的なグラントや特例融資は限定的であり、被害額のおよそ4%でしかない (Zupka, 1988) から、それほど大きな資金調達先としては考えられない。

どれだけ速やかに復興が行われるのかというスピードの問題も重要である。当然のことながら、復旧・復興が早ければ早いほど間接被害の累積が少ない。それと同時に、長期に渡って生産活動が停止することは、その国の産業の国際競争力を弱めてしまう。

復旧・復興のスピードを規定するものには、前述の資金調達の問題がある。特に低開発国においては貯蓄率が著しく低いため、もともと国内は資本不足であるから、国外資本に頼らざるを得ないうえに、高い累積債務によって借入が制約されるケースがある (表2参照)。このような資金調達における障害は復旧復興プロジェクトの進行を遅らせる要因となる。さらにその国の意思決定システムや復旧・復興プロジェクトを担当する事業者の技術・

規模などがある。一般的に低開発国においてそのような事業者は未発達であるから、復旧のスピードを追及するのであれば、国内の資源が限られる場合海外の資源を動員することが必要となる。

	貯蓄率平均 1999年 (%GDP)	債務の現在高平均 1995年(% GNI)	一人当たり所得の平均 1995年(in \$US)**
高所得国	22.839	27.793*	20495.4
中所得国	19.735	37.501	6262.2
低所得国	16.619	66.251	2167.1

Note: * 17ヶ国の中うち3カ国のみのデータしか利用可能でない。

** 購買力平価 (PPP)によって計算

表2 発展段階による貯蓄と負債の比較

復興需要とその乗数効果

直接被害の大部分は資本ストックや家屋、耐久消費財などである。復興プロセスにおいて経済にはそれらの復旧に伴って総需要が大きく増大する。住宅を再建したり、新しい機械設備を購入したりなどである。ケインズのいわゆる「乗数効果」として知られるように、一単位の投資はそれ以上の所得を生み出す。従ってすべての被害がもし再投資されたとすれば、乗数効果は資本損壊による所得を補って余りあることになる。

Albala-Bertrand (1992) はこの効果を強調している。彼の研究は 1960 年から 1979 年までに発生した 28 の自然災害について行われた。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。彼の説明は次のようになる。直接被害は資本ストックの被害であり、その値は GDP の損失を意味しない。あくまで資本ストックの被害は、投入-産出関係を通じて GDP を減少させるのみである。資本ストックと産出額の線形関係を前提とすると、GDP の損失額は通常直接被害額よりも小さい。なぜなら投入-産出係数は通常 1 より大きいからである。一方被害を受けた資本ストックは復興投資により置き換えられ、その投資は経済全体に波及し、乗数効果を生じさせる。通常乗数は 1 より大きいため、もしすべての損壊資本が置き換えられるならば、GDP は被害額以上に増大することになる。減少分よりも增加分の効果が大きいため、結果として、GDP は災害後に増加すると考えられるのである。

しかしながら、この議論の大前提是、被災地経済が閉鎖的であるということである。開放経済体系では需要は国外へ流出するため、乗数効果は低下することが一般的に知られて

いるが、すでに述べたように、復興・復旧プロジェクトを海外の事業者に発注するなどの場合は、そこに支払われた貨幣はもはや被災国経済を循環することはない。ゆえに、国外のリソースを利用すればするほど、乗数効果はほとんど期待できないということになる。ここには、先の復興のスピードの議論との深刻なトレードオフ関係が存在する。生産資本の損壊にともなう生産ロスを最低限に留めるためには、外部の資源を利用してでも迅速に復旧を行う必要があるが、それは一方で被災国経済が復興需要の恩恵を受けることを限定的にしてしまうのである。

技術進歩

多くの場合、損壊資本は利用可能な最新技術に置き換えられ、以前よりも進化したものになるであろう。それゆえに、資本ストックの生産性は向上することになる。Horwich (2000) は「物的資本の破壊は、償却が促進されたということであり、それは新たな技術の採用や多様な投資を行うことを促進するものである」と述べこの効果を強調している。加えて、通常被害を受ける資本はすでに古くかなりの程度償却されたものが多いと考えられるので、これを最新技術に置き換えることの効果は小さくないと思われる。

ところで、この効果は経済発展段階とどのような関係があるであろうか。古い資本を最新設備に置き換えることでそれ以前よりも高い便益が得られるのであれば、そもそも災害とは関係なく資本の置き換えが行われているべきであっただろう。したがって、技術進歩の効果は本来それほど大きなものであるはずがない。しかしながら、災害前には国際金融市場が十分に機能しておらず、投資をしたいにも関わらず資金調達が出来なかつた国があるとして、それが災害によって可能になったとすれば、技術進歩の効果は非常に大きいと考えられる。例えば、高い累積債務やインフレーション、あるいは政治的な問題によって資金援助が滞りがちな国にとって、災害の発生とそれによる国際的な資金援助は、結果的に国内経済の生産性向上に貢献するところが非常に大きいと思われる。

これら災害が低開発国の成長に与える一般的な影響をまとめたのが表3である。個々の災害に限って言えばさらに細かい影響が考えられるが、ここではすべての災害において考えうる効果をまとめている。この表から推測されることは、技術進歩を例外としてそれ以外の効果は、すべて低開発国の方が先進国より不利に作用するであろうということである。これによって、経済成長はまた災害リジリエンシーも高めるのではないかという推論が成り立つ。次節以降、この仮説を統計的に検証してみよう。

先進国と比較した場合の低開発国における成長への効果	
生産資本の破壊	<ul style="list-style-type: none">● 生産量減少の効果大。<ul style="list-style-type: none">➤ 資本の希少性が高い。

	<ul style="list-style-type: none"> ● 生産活動の回復が遅い。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 復旧・復興を行う国内の産業が未発達 ➢ 国外から資金調達する必要性 ● 将來の消費を削減する効果大。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 保険制度・社会保障制度の未発達 ➢ 低い貯蓄率
復興需要とその乗数効果	<ul style="list-style-type: none"> ● 復興需要と乗数効果は限定的 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 国外企業への復興事業の発注
技術進歩	<ul style="list-style-type: none"> ● 災害前に借入制約下にある国では大きい。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 災害による融資条件の緩和など

表 3 災害が経済成長へ与える効果のまとめ

3.3 実証分析: モデルについて

分析のフレームワークをここで導入する。ここで導入するモデルはすでに紹介した既存研究といいくつかの点で異なる。第一にここでは人的資本を含めた新古典派の成長モデルを用いて計量経済学的な分析を行う。これにより Albala-Bertrand(1992)にみられた解釈のあいまいさが無くなることが期待される。第二に我々は 70 力国最長 23 年のパネルデータを用いている。従ってこのデータセットによる分析の結果は過去の研究と比較してより一般的なものであると言える。さらに自由度が大幅に改善されることによって災害種別、発展段階別などの細かい分析が可能になった。災害の影響を分析する上で災害の種類や経済の発展段階を区別することの重要性は Benson and Clay (2000)でも強調されている。

ここでは Greenaway, Morgan and Wright (2002)において採用された新古典派成長モデルに準じる。彼らはパネルデータにより貿易自由化が経済発展に与えた影響を分析しているが、我々の関心は災害があるので、貿易自由化を表す変数をそのまま災害変数に置き換えた。すなわち

$$\begin{aligned} \Delta \ln y_{i,t} = & \alpha_{0,i} + \alpha_1 \Delta \ln y_{i,t-1} + \alpha_2 \Delta \ln POP_{i,t} + \alpha_3 \left(\frac{INV}{GDP} \right)_{i,t} + \alpha_4 y_{i,t}^{PPP} \\ & + \alpha_5 \Delta SECOND_{i,t} + \sum_k \sum_{l=0}^3 \beta_{,kl} \ln \left(\frac{DAM}{GDP} \right)_{i,t-l,k} + u_{i,t} \end{aligned}$$

ここで; $y_{i,t}$ = 一人当たり GDP ; $POP_{i,t}$ = 総人口; $(INV/GDP)_{i,t}$ = 国内粗投資額の対

GDP 比; $y_{i,j}^{PPP}$ = PPP による一人当たり GDP; $SECOND_{i,t}$ = 中等教育の租就学率;

$(DAM/GDP)_{i,t,k}$ = 災害による直接被害額の対 GDP 比。添え字については $i \in C$ であり C はサンプル国 の集合を表す。（表 4 リスト参照）， $t \in [1961, \dots, 1999]$ であり、暦年を示している。また災害の種別を示すために $k \in [\text{SLIDE}, \text{FLOOD}, \text{EARTHQUAKE}, \text{WINDSTORM}, \text{DROUGHT}]$ と定義される。

3.3 データ

一人当たり GDP、PPP による一人当たり GDP、総人口、国内租投資、中等教育の租就学率などの社会経済的変数については世界銀行のデータを採用した。一方で災害に関しては、1990 年以降の世界の災害データを収録しており恐らく世界でもっとも包括的なものである CRED のデータベースを用いた。しかしながら、CRED のデータを用いて数量分析を行うにはいくつかの問題がある。第一に推計被害額には欠損値が多いということである。単に報告するに値しないほどの被害であったというのであればこのデータを採用することに問題はないのかもしれない。とはいえ、それらには 100 名以上の命を奪った災害が含まれていたり、いくつかの災害については報告されていないとはいえる深刻な被害があったと予想される。これらについては技術的な問題によって、あるいは推計自体が無かったということによって報告されなかつたと考えるほうが妥当であろう。その場合、計量分析を行えば推計結果は少なからぬバイアスが含まれると予想される。

第二に、間接被害額には収入機会の減少が含まれるので、間接被害額の一部は GDP の減少に含まれることに疑いはない。従って GDP の成長と間接被害額を回帰することは理論的にあまり意味がない。しかしながら、CRED のデータセットでは直接被害額と間接被害額の区別がなされておらず、それらを合計した値が記載されている。現存するデータからそれらの区別を行うことは不可能である。

第三に、被害推計手法はきちんと定式化されてもいなければ、全体を完全にカバーしているとも言い切れない。その値はどこで発生した災害か、誰が報告しているのかなどによってゼロから 10 億ドル位の差が生じると言われている(IFRCRCS, 2001)。

このような理由によって、推計被害額のデータは我々の分析に利用することは出来ない。そこで直接被害額の対 GDP 比の代理変数として、死者数の総人口比を用いることとする。

第 1 章で論じたように絶対的直接被害額は経済成長に伴い増加するが、対 GDP 比でみると減少する。一方で、死者数も経済成長に伴い減少するため、被害額の対 GDP と死者数の対総人口比は高い正の相関が期待される。図 1 はこれら二つの変数の対数値についての相関を示したものである。それぞれに明確な線形の相関関係が確認される。

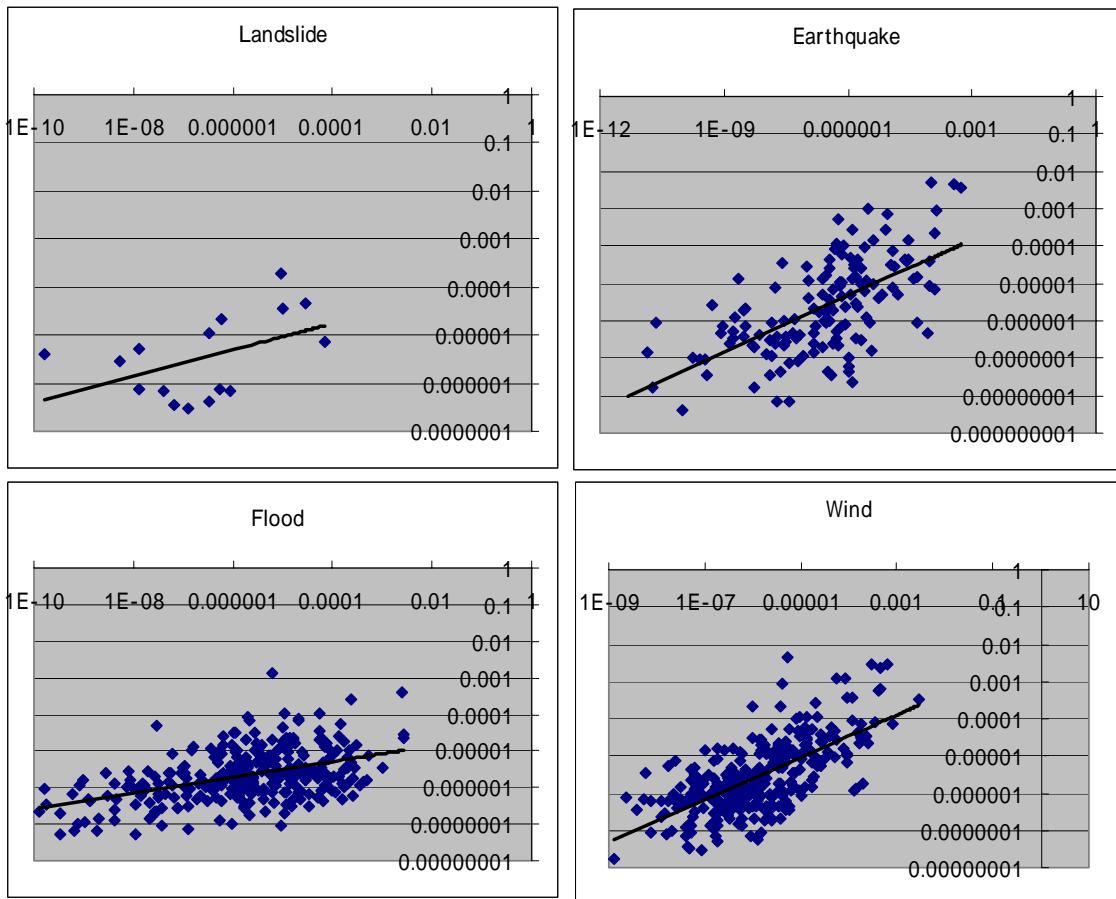


図 1. 死者数の対総人口比（縦軸）と被害額の対 GDP 比（横軸）の災害種別相関

加えて「死者数」の定義は、災害から何日目に死亡したか、どういう理由で死亡したかなど細かな定義の違いは見られるものの、「推定被害額」と比較するとずっと明確である。さらに死者数には欠損値がほとんどないことも分析にとっては有利な点である。

例外は旱魃である。旱魃の被害は元来人的被害というよりは経済的被害である。死者数を報告している旱魃災害の件数は少ないため、旱魃に関してのみは説明変数に推計被害額を用いた。死者数の総人口比を対数変換する場合には、災害死者数がゼロの年に問題が発生する。ゼロを対数変換することができないよう、死者数のデータ全てに 1 を加えて人口比を計算することとした。

参考として推定被害額による推計も試みた。上記のような問題を極力排除するために、サンプル 70 力国の選定の条件を次のように課した。すなわちその国における災害による死者数の半数以上が、推定被害額が報告されている災害によって亡くなっていることである。これによって、経済被害が報告されていない災害は、その国の災害の中でもマイナーな存在であるということが保証されるため、欠損値の問題はそれほど深刻なものではなくなる。

また、災害の影響について経済発展段階毎の違いを調べるために、サンプルを 3 つに分類した。1995 年の購買力平価による年間一人当たり所得が 4000 ドル未満の国を低所得国、4000 ドル以上 1 万 2000 ドル未満の国を中所得国、1 万 2000 ドル以上の国を高所得国とした。表 4 にその内訳と、それぞれの国ですべての変数が利用可能なサンプル期間が示されている。最長で 1977 年から 1999 年の 23 年間だが、多くの国でデータに欠損値があるため、非バランスデータとなっている。

分類	サンプル国リスト(括弧内はデータが利用可能な期間)
低所得国 $(y_{i,1995}^{PPP} < \$4000)$	Yemen, Rep.(1993-99), Zambia(1977-98), Madagascar(1997-79,83-99), Benin(1977-99), Nepal(1977-99), Bangladesh(1977-94), Haiti(1977-94), Vietnam(1993-99), Comoros(1983-99), Ghana(1977-95), Guinea(1989-99), India(1977-99), Armenia(1993-98), Georgia(1998-99), Kyrgyz Republic(1990-99), Bolivia(1997-98), Nicaragua(1977-99), Moldova(1992-99), Honduras(1977-97), Zimbabwe(1977-99), China(1977-99), Sri Lanka(1977-99), Egypt, Arab Rep.(1977-99), Morocco(1977-99), Ecuador(1977-98), Guatemala(1997-99), Philippines(1997-99), Jamaica(1977-96), Jordan(1978-99)
中所得国 $(\$4000 \leq y_{i,1995}^{PPP} < \$12000)$	Venezuela, RB(1977-99), Thailand(1977-99), Romania(1987-99), Brazil(1977-99), Poland(1993-99), Costa Rica(1977-99), Russian Federation(1991-97), Mexico(1977-99), Chile(1977-99), Uruguay(1977-99), South Africa(1986-99), Slovak Republic(1992-99), Hungary(1977-99), Argentina(1977-99), Lebanon(1991-98), Dominican Republic(1977-99), Kazakhstan(1992-99), Peru(1977-99), Paraguay(1977-99), Algeria(1977-99), Fiji(1977-85,89,94-96), Belize(1980-99), Tunisia(1977-99), Iran, Islamic Rep.(1977-99), Panama(1980-99), Belarus(1990-99), St. Lucia(1993-99), Lithuania(1993-99) and Turkey(1987-99)
高所得国 $(\$12000 \leq y_{i,1995}^{PPP})$	Barbados(1991-93), Greece(1977-99), Korea, Rep.(1977-99), Portugal(1986-98), Spain(1980-99), United Kingdom(1989-99), Italy(1977-99), France(1977-99), Germany(1993-99), Austria(1977-99), Belgium(1977-99), Canada(1977-99), Denmark(1990-99), Japan(1977-99),

	Norway(1977-99), Switzerland(1977-98) and United States(1977-98)
--	--

表 4 サンプル国リストとサンプル期間

人的資本を表す変数として、中等教育の卒業率を採用した。しかしながら、ほとんどの国でこのデータは 5 年おきにしか調査されていない。したがって、ここでは調査から 5 年間はその値に変化がないものとみなした。これによってほとんどの欠損値が埋まることとなる。

3.4 推計結果

* 10%有意、**5%有意

表 5 は高所得国、中所得国、低所得国それぞれについての推計結果である。社会経済変数については、 $(INV/GDP)_{i,t}$ ならびに $\Delta SECOND_{i,t}$ の係数については正であることが理論的に期待され、 $\Delta \ln POP_{i,t-1}$ と $y_{i,t}^{PPP}$ については負であることが期待される。統計的に有意である限りにおいて全ての係数の推計値はこの予測を満たしている。

この推計結果からは二つの興味深い発見が得られる (* 10%有意、**5%有意 表 5 ならびに 表 6 を参照)。第一に災害は経済成長に正の効果も負の効果も存在するのだが、特に高所得国に限ってみると、10%の水準で有意である限りにおいてはいずれも正の値を示している。一方で負の効果は低所得国に集中していることがわかる。有意な係数の数のうち負の係数の数はそれぞれ高所得国で 9 個中ゼロ、中所得国で 8 個中 2 個、低所得国で 11 個中 6 個となっている。

これらの負の効果はすべての災害のタイプについて均等に発生しているわけではないが、一般的には次のように言って差し支えないであろう。すなわち先進国において災害は経済成長を促進する効果を持っているが、途上国については必ずしもそうではない。

第二に、正の効果は低所得国にも見られるけれども、正の効果の発生する時期が高所得国とでは異なるということである。例えば地震と暴風についてみると、低所得国についてはそれらの災害発生後 3 年後になって正の効果が現れる。一方で高所得国については災害直後からすでに正の効果が見られるのである。このことは、正の効果が見られる理由が経済の発展段階によって異なるのではないかという疑問を抱かせる。

これらとは別にもう一つ興味深い点がある。表 6 からわかるように震災は全く負の影響を発生させない。しかしこれはそうと断言するのは困難である。なぜなら死者数の人口比ではなく被害額の GDP 比を災害変数として用いた場合は全く違う結果になっているからで

ある。(表 7 ならびに 表 8 を参照のこと) この結果によれば、震災についてほとんどの有意な係数はすべての発展段階で負になっている。すでに述べたように、被害額データは多数の欠損値と普遍的な推計基準がないので望ましいデータとは言えない。それゆえに死者数データの結果のほうを信頼するべきであると思われる。それでもやはりこの二つの推計結果の完全な矛盾は震災について事実として断言することにためらいを覚える。

一方で、被害額データによる推計結果であっても、低所得国の方がより負の影響を生じやすいという結果は支持されている。高所得国では 13 個の有意な係数のうち 2 個が、中所得国では 10 個のうち 3 個が、低所得国では 14 個のうち 9 個が負の値を示しているのである。この結果については採用したデータに関わらず安定的な結果をもたらしているので、災害は途上国にとっては開発の障害となり、先進国にとっては発展の機会になるということはほぼ間違いない。われわれがたてた仮説は統計的に支持されたと言えるだろう。

		高所得国		中所得国		低所得国	
		係数	t 統計値	係数	t 統計値	係数	t 統計値
社会経済変数	$\Delta \ln y_{i,t-1}$	0.183757	(3.82)**	0.328321	(6.46)**	0.402563	(6.89)**
	$\Delta \ln POP_{i,t-1}$	0.156331	(0.24)	0.520027	(0.66)	-1.186969	(-1.57)
	KILL/POP	0.194325	(4.1)**	0.172751	(3.18)**	0.142024	(1.65)
	$y_{i,t}^{PPP}$	-0.0000156	(-0.56)	-0.0000134	(-1.74)*	-3.49E-06	(-4.92)**
	$\Delta SECOND_{i,t}$	0.003172	(2.95)**	0.000581	(0.62)	-0.000398	(-0.82)
地すべり	t	0.002385	(1.37)	0.000384	(0.14)	-0.003617	(-1.48)
	t + 1	0.001757	(1.01)	-0.002546	(-0.91)	-0.003357	(-1.33)
	t + 2	-0.00133	(-0.82)	-0.000473	(-0.16)	-0.001618	(-0.67)
	t + 3	0.001395	(0.89)	0.000976	(0.35)	0.009028	(3.68)**
	t + 4	-0.003425	(-2.22)**	0.005194	(1.71)*	0.010729	(4.44)**
	t + 5	-0.001394	(-0.86)	0.00619	(1.82)*	0.003197	(1.4)
	t + 6	0.000886	(0.52)	-0.001039	(-0.3)	-0.002397	(-1.07)
	t + 7	-0.002787	(-1.55)	-0.006209	(-1.81)*	0.000518	(0.26)
	t + 8	-0.0000396	(-0.02)	0.000385	(0.11)	-0.002075	(-1.01)
	t + 9	0.001394	(0.75)	-0.004475	(-1.19)	0.002813	(1.33)
災害ダミー変数	t + 10	-0.00194	(-1.01)	0.002494	(0.72)	0.000488	(0.23)
	t	-0.001921	(-1.41)	0.000529	(0.34)	-0.00022	(-0.13)
	t + 1	0.000919	(0.68)	0.000881	(0.55)	0.002592	(1.64)
	t + 2	-0.002771	(-2.08)**	-0.001703	(-1.01)	-0.000971	(-0.57)
	t + 3	-0.002528	(-1.82)*	-0.000503	(-0.29)	-0.000707	(-0.43)
	t + 4	-0.001493	(-1.06)	0.001514	(0.87)	-0.001259	(-0.77)
	t + 5	0.000817	(0.61)	0.000907	(0.51)	-0.00033	(-0.21)
	t + 6	-0.000018	(-0.13)	0.003534	(2.01)**	0.000193	(0.11)
	t + 7	-0.000098	(-0.73)	-0.0000697	(-0.04)	0.003021	(1.9)*
	t + 8	-0.001514	(-1.16)	-0.000493	(-0.28)	0.00044	(0.27)
地震	t + 9	-0.003468	(-2.68)**	0.001131	(0.64)	0.002613	(1.69)*
	t + 10	-0.000609	(-0.44)	0.000234	(0.13)	-0.001688	(-1.11)
	t	-0.000898	(-0.5)	0.003276	(1.51)	0.005258	(3.06)**
火災	t + 1	-0.000805	(-0.53)	0.003599	(1.67)*	0.002969	(1.79)*

		t + 2	0.002528(1.63)	0.000826(0.36)	-0.00095(-0.58)
		t + 3	0.003261(2.12)**	-0.002203(-0.95)	-0.001694(-0.99)
		t + 4	0.00411(2.67)**	0.000363(0.16)	0.000424(0.26)
		t + 5	0.003225(2.14)**	-0.000365(-0.17)	0.000447(0.25)
		t + 6	0.000365(0.25)	0.002707(1.22)	0.000263(0.14)
		t + 7	-0.001065(-0.71)	0.002137(1.03)	0.004892(2.44)**
		t + 8	0.002382(1.5)	-0.002502(-1.18)	0.003307(1.68)*
		t + 9	-0.000985(-0.62)	0.002153(1.01)	-0.000974(-0.51)
		t + 10	0.001277(0.82)	0.000748(0.34)	-0.001359(-0.71)
	暴風	t	0.000122(0.07)	0.000577(0.25)	-0.002289(-1.3)
		t + 1	0.002873(1.62)	0.001284(0.55)	0.00472(2.75)**
		t + 2	0.001554(0.86)	0.000643(0.28)	-0.000332(-0.19)
		t + 3	0.003202(1.91)*	-0.001606(-0.68)	-0.000606(-0.35)
		t + 4	0.001606(0.94)	0.00161(0.66)	-0.002161(-1.31)
		t + 5	0.004611(2.76)**	-0.005448(-2.17)**	0.000845(0.52)
		t + 6	0.002(1.18)	-0.002191(-0.83)	0.002372(1.44)
		t + 7	-0.001457(-0.93)	-0.003241(-1.17)	-0.00179(-1.09)
		t + 8	-0.002084(-1.37)	0.000557(0.21)	0.000668(0.4)
		t + 9	0.001306(0.81)	-0.002501(-0.97)	0.001508(0.92)
		t + 10	0.002047(1.31)	-0.001354(-0.53)	-0.002223(-1.35)
	旱魃	t	-0.003037(-2.68)**	-0.001564(-1.18)	-0.000458(-0.56)
		t + 1	0.000564(0.51)	0.002813(1.96)*	-0.000132(-0.16)
		t + 2	-0.00112(-1)	0.002888(1.86)*	0.000399(0.47)
		t + 3	-0.000572(-0.46)	-0.000349(-0.22)	-0.000854(-1.05)
		t + 4	0.001704(1.52)	-0.0000743(-0.04)	0.000804(1)
		t + 5	0.001817(1.64)	-0.000313(-0.23)	0.000511(0.6)
		t + 6	-0.000176(-0.16)	0.001351(1.02)	0.00000237(0)
		t + 7	0.000399(0.34)	0.000516(0.38)	0.000425(0.5)
		t + 8	0.001687(1.45)	0.00117(0.75)	-0.000295(-0.28)
		t + 9	-0.000802(-0.67)	-0.000579(-0.37)	-0.000794(-0.77)
		t + 10	-0.004229(-3.6)**	0.000089(0.06)	-0.001802(-1.52)
観測数		308	452	474	
決定係数		0.658301	1	1	
修正済決定係数		0.547838	1	1	
DW 比		1.71727	1.752395	1.935771	
F 統計値		7.575588	3.31E+28	3.37E+27	

* 10%有意、**5%有意

表 5 死者数データを利用した推計結果

	地すべり										
	災害後年数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
高所得国	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+
中所得国	+	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+
低所得国	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-
	洪水										

災害後年数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
高所得国	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-
中所得国	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+
低所得国	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
地震											
災害後年数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
高所得国	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-
中所得国	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+
低所得国	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+
暴風											
災害後年数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
高所得国	-	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-
中所得国	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-
低所得国	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
旱魃											
災害後年数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
高所得国	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-
中所得国	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+
低所得国	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-

表 6 : 死者数データによる推計結果の要約

		高所得国		中所得国		低所得国	
		係数	t統計値	係数	t統計値	係数	t統計値
社会経済変数	$\Delta \ln y_{i,t-1}$	0.435688	(7.61)**	0.307049	(6.11)**	0.124821	(2.72)**
	$\Delta \ln POP_{i,t-1}$	-1.743729	(-2.13)**	-1.426672	(-1.82)*	-0.214827	(-0.35)
	DAMAGE/POP	0.159326	(1.8)*	0.165235	(3.15)**	0.112354	(2.37)**
	$y_{i,t}^{PPP}$	-3.79E-06	(-4.27)**	-4.44E-06	(-0.55)	5.02E-05	(1.77)*
	$\Delta SECOND_{i,t}$	0.00021	(0.45)	0.000931	(1.04)	0.002729	(2.84)**
地すべり	t	-0.000474	(-0.39)	0.002294	(1.25)	0.001371	(1.34)
	t + 1	0.000366	(0.36)	0.002454	(1.38)	0.002902	(2.85)**
	t + 2	0.000657	(0.61)	0.000691	(0.38)	0.000218	(0.24)
	t + 3	0.001984	(1.87)*	0.005959	(3.58)**	0.001464	(1.64)
	t + 4	0.000112	(0.1)	0.003376	(2.04)**	-0.001721	(-1.91)*
	t + 5	0.000626	(0.59)	0.003008	(1.84)*	0.000272	(0.28)
	t + 6	0.000218	(0.22)	-0.002298	(-1.23)	0.001736	(0.81)
	t + 7	0.000287	(0.24)	0.000754	(0.42)	-0.008109	(-0.17)
	t + 8	7.54E-05	(0.06)	0.000344	(0.19)	1.17E-01	(1.55)
	t + 9	3.25E-05	(0.03)	-0.000778	(-0.38)	-0.04307	(-0.59)
洪水	t	0.000908	(0.76)	0.00601	(2.87)**	-0.03262	(-0.71)
	t + 1	0.000493	(1.28)	-0.000198	(-0.52)	-0.000406	(-1.4)
	t + 2	0.000856	(2.17)**	0.000207	(0.52)	4.06E-05	(0.14)
	t + 3	-0.000213	(-0.51)	0.000175	(0.42)	0.000111	(0.37)
	t + 4	-0.000225	(-0.55)	0.000285	(0.68)	-0.000292	(-1.01)
	t + 5	0.00101	(2.32)**	0.000201	(0.5)	-3.87E-05	(-0.14)
	t + 6	-0.000519	(-1.1)	0.000556	(1.34)	0.00011	(0.39)
	t + 7	0.000344	(0.69)	-0.000272	(-0.64)	0.000213	(0.72)
	t + 8	0.00041	(0.85)	-8.13E-04	(-1.93)*	0.000707	(2.38)**
	t + 9	0.001366	(2.88)**	0.000703	(1.64)	-0.000567	(-1.88)*
地震	t + 10	-0.000406	(-0.79)	0.000614	(1.48)	-5.76E-05	(-0.19)
	t	0.000662	(1.3)	0.000328	(0.56)	-0.000392	(-0.8)
	t + 1	-0.000413	(-0.81)	0.000959	(1.6)	-0.000871	(-1.89)*
	t + 2	-0.0003	(-0.6)	0.000149	(0.24)	-2.33E-05	(-0.05)
	t + 3	-0.00093	(-1.8)*	-0.001692	(-2.72)**	0.000345	(0.73)
	t + 4	-7.74E-05	(-0.15)	-4.63E-05	(-0.07)	-3.70E-05	(-0.07)
	t + 5	0.000196	(0.36)	0.00089	(1.4)	-0.00065	(-1.27)
	t + 6	0.000382	(0.66)	0.000473	(0.76)	-0.001091	(-2.13)**
	t + 7	0.000192	(0.33)	0.000754	(1.24)	-0.002022	(-3.96)**
	t + 8	-0.00027	(-0.45)	-0.00062	(-1.03)	-0.001159	(-2.16)**
暴風	t + 9	-0.00071	(-1.25)	0.001338	(2.19)**	-0.000858	(-1.59)
	t + 10	0.000325	(0.58)	6.58E-05	(0.11)	0.000707	(1.27)
	t	0.000381	(1.22)	-0.000251	(-0.46)	0.000223	(0.56)
	t + 1	0.000511	(1.68)*	-0.00034	(-0.62)	0.001479	(3.77)**
	t + 2	0.000123	(0.39)	-0.000785	(-1.38)	0.000823	(2.1)**
	t + 3	-9.14E-05	(-0.3)	1.13E-05	(0.02)	0.000493	(1.3)

		t + 4	0.000492(1.57)	-0.000138(-0.23)	0.00033(0.86)
		t + 5	0.000229(0.73)	-0.001461(-2.41)**	0.000396(1.06)
		t + 6	0.000195(0.62)	-0.000404(-0.64)	0.000369(0.94)
		t + 7	-0.000658(-2.08)**	-0.001128(-1.63)	-0.000492(-1.27)
		t + 8	-0.000124(-0.38)	-0.001066(-1.6)	-0.001505(-3.94)**
		t + 9	5.29E-05(0.17)	-2.75E-05(-0.04)	0.000177(0.45)
		t + 10	0.000155(0.48)	-0.000539(-0.75)	0.000752(1.89)*
	旱魃	t	0.000249(0.3)	-0.000823(-0.72)	-0.002997(-3.02)**
		t + 1	-0.000683(-0.83)	0.004407(3.4)**	0.000501(0.5)
		t + 2	-0.000222(-0.27)	0.002312(1.72)*	-0.001448(-1.4)
		t + 3	-0.000433(-0.55)	-0.000444(-0.32)	-0.000939(-0.78)
		t + 4	0.001201(1.52)	-1.45E-04(-0.1)	0.000932(0.86)
		t + 5	0.000928(1.11)	-0.001327(-1.03)	0.000493(0.47)
		t + 6	-3.12E-04(-0.37)	0.001876(1.49)	-0.001082(-1.03)
		t + 7	-0.000151(-0.17)	0.000359(0.27)	-0.000517(-0.46)
		t + 8	-0.000985(-0.95)	4.64E-05(0.03)	0.00066(0.6)
		t + 9	-0.000236(-0.23)	-0.000104(-0.07)	-0.000407(-0.35)
		t + 10	-0.002603(-2.26)**	1.32E-03(0.86)	-0.005501(-4.57)**
観測数		308	452	474	
決定係数		0.658301	1	1	
修正済決定係数		0.547838	1	1	
DW 比		1.71727	1.752395	1.935771	
F 統計値		7.575588	3.31E+28	3.37E+27	

表 7 被害額データによる推計結果

		Landslides										
災害後年数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
高所得国	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
中所得国	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
低所得国	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-
Floods												
災害後年数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
高所得国	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-
中所得国	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
低所得国	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-
Earthquake												
災害後年数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
高所得国	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	
中所得国	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+
低所得国	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+
Wind Storms												
災害後年数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
高所得国	+	+	+	-	+	+		-	-	+	+	
中所得国	-	-	-	+	-	-		-	-	-	-	-

低所得国	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
Droughts										
災害後年数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
高所得国	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-
中所得国	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-
低所得国	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-

表 8 : 被害額データによる推計結果のまとめ

3.5 2001 グジャラート地震：ケーススタディー

インド西部グジャラート州カッチ郡 (Kutch district) は 2001 年 1 月に発生した大地震により大きな被害を受けた。グジャラート州はインド諸州のなかではもっとも豊かな州のひとつであるが、カッチ郡はそのグジャラート州の中でもっとも貧しい郡である。いくつかの都市、例えばブージ、アンジャール、バチャウラについてでさえ、ほとんど先進的な産業を持たない。これらの主要な産業は家畜、小規模農業、手工芸産業などである。それゆえにこれらの都市の主要な収入源はロンドンやナイロビを始めとする海外都市、あるいはムンバイやカルカッタなどの国内諸都市からの送金によるものであった。グジャラート州政府によると、正式な統計はないもののある州政府職員によれば、カッチ郡のおよそ 25% の家計が送金によって生活しているということである。

World bank and Asian Development Bank (2001, p.7) はこの送金経済について、被災者の所得のセーフティーネットとしての役割を果たしたと肯定的な見方を示している。なぜなら域外からの所得は震災の影響を全く受けなかったからである。しかし一方では、この送金経済の構造は、地域経済が深刻な被害から立ち直ることを困難にしている。グジャラート州災害管理局 (GSDMA, Gujarat State Disaster Management Authority) によれば、復興事業の多くは、地元産業が未成熟なため、国内他地域および海外の事業者に発注されるという。実際に被災地にとって電気、灌漑設備、道路などのライフラインはもっとも優先度の高い事業であるため、これらを迅速に復興させるためにはこうした措置はやむを得ないと思われる。

しかし、この復興過程はどのような結果をもたらしたであろうか。ブージ市ならびにバチャウ市における被災者は生活必需品や住宅建設資材などの価格が上昇したと不満を述べている。復興資材に対する需要の急速な増加はこの市場に超過需要をもたらし、これらの価格が上昇した。これは全ての被災者にとって住宅や商店の再建築コストを上昇させる圧力となり、商店主らはそれを価格に転嫁したのである。その結果全体の物価水準は 25% ほど上昇したと人々は答えている。

もしもこの価格上昇が賃金の上昇を伴ったとすれば、それほど大きな問題ではなかったと思われる。しかしながら、復興に投じられた資金のほとんどは域外へ流出してしまうため、ほとんどの被災者が所得の上昇を経験することはなかった。特に送金はこうした影響を全くうけることがない。それゆえ実質的には彼らの所得は価格上昇によって減少してい

るのである。

この経験が示唆するものは次のとおりである。復興事業はその波及効果も含めて被災者の所得を生み出す潜在的 possibility を秘めている。しかしながら、ほとんど産業を持たない経済は復興事業からの恩恵をうけることは出来ず、むしろ負の影響（インフレなど）がみられるだけである。GDPへのネットの影響はこのように災害の影響を受けた経済構造によって異なってくるのである。

3.6 まとめ

災害は一国の開発にとって障害にも、機会にもなりうる。数量分析の結果によれば、災害は高所得国においてはプラスの要素となりがちなのに対して、低所得国ではマイナスの要素となりがちである。

この事実は災害に関連する政策について次のような示唆を与えている。第一にミティゲーションや事前準備は先進国よりもむしろ途上国について相対的な重要性がある。もし災害と開発の負の関係を所与のものと仮定すれば、災害による負の影響を最小にするためには被害を最小にするより他ない。つまり、ミティゲーションや事前準備は災害の問題であると同時に開発の問題でもあるのである。

第二に、災害と開発の問題にとってもっとも望まれるべき解決法というのは、その国が災害から容易に立ち直ることができるような社会経済構造へと変化を進めて行くことである。言い換えれば、災害が経済発展にとってプラスに働くような社会経済システムの構築こそが、将来の開発にとって必要なことなのである。

それゆえに、ミティゲーションを頑強な社会経済構造を構築するための機会として捉えるということは間違いなく良いアイディアであると思われる。災害頻発地帯について資金を贈与したり、ミティゲーションのための低利融資を行ったりするというのは恐らく最も一般的な方法である。しかしながら、これら伝統的な手法によっては脆弱な経済構造そのものにはほとんど影響を与えることは出来ない。これらの支援はもちろん途上国にとって必要なことであるが、加えて社会のリジリエンシーに対する配慮も必要である。例えば災害頻発地域において住宅の補強を行うことを目的としたプログラムがあるとして、それらは先進国や国際機関から適切な支援をうけつつも、その地域に居住する人々自身で行われるべきである。その過程で得られた技術や知識は、復興過程において人々の所得獲得の機会を増大させることが期待されるからである。

もちろんこれは時間のかかる作業に違いない。しかし、だからこそ災害の発生する前に行われなければならない。そしてこうした試みは短期的なミティゲーションだけでなく、長期的な経済発展に確実に貢献すると思われる所以である。

参考文献

- Albala-Bertrand, J. M. (1993) *Political Economy of Large Natural Disasters: with Special Reference to Developing Countries*, Clarendon Press.
- Alexander, David (1997). The Study of Natural Disasters, 1977-1997: Some Reflections on a Changing Field of Knowledge, *Disasters*, 21(4), 284-304.
- Anderson, Mary (1991). Which Costs More: Prevention or Recovery? in A. Kreimer and M. Munasinghe eds., *Managing Natural Disasters and the Environment*, The World Bank, pp17-27.
- Benson, Charlotte (1997). Book Review: Political Economy of Large National Disasters with Special Reference to Developing Countries, by J. M. Albara Bertrand., *Disasters*, 18(4), 383-386.
- Benson, Charlotte (1997a). *The Economic Impact of Natural Disasters in Fiji*, Working Paper 97, Overseas Development Institute.
- Benson, Charlotte (1997b). *The Economic Impact of Natural Disasters in Viet Nam*, Working Paper 98, Overseas Development Institute.
- Benson, Charlotte and Edward Clay (1998) The Impact of Drought on Sub-Saharan African Economies: A Preliminary Examination, World Bank Technical Paper No. 401.
- 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.
- Cannon, Terry (1994) Vulnerability Analysis and the Explanation of 'Natural' Disasters, in Ann Varley ed. *Disasters, Development and Environment*, John Wiley & Sons, 13-30.
- CRED (1997). *Assessment of the Economic Impact of Natural and Man-Made Disasters*, Expert Consultation on Methodologies, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, Brussels.
- Cuny, Frederic (1983). *Disasters and Development*, Oxford University Press.
- ECLAC (1991) *Manuals for Estimating the Socio-Economic Effects of Natural Disaster*, United Nations, Economic Commission for Latin America and Caribbean.
- Greenaway, D., W. Morgan and P. Wright (2002) Trade Liberalization and Growth in Developing Countries, *Journal of Development Economics*, 67, 229-244.
- Horwich, George (1990) Disasters and Market Response, *Cato Journal*, 1990, 9(3), 531-555.

- IFRCRCS (2001) World Disaster Report: Focus on recovery, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies.
- Kunreuther, H. and A. E. Kleffner (1992) Should Earthquake Mitigation Measures Be Voluntary or Required? *Journal of Regulatory Economics*, 4, 321-333.
- Kunreuther, H. (1998) 'Insurability Conditions and the Supply of Coverage' in Kunreuther, H. and Richard J. Roth, Sir. Eds. *Paying the Price: The Status and Role of Insurance against Natural Disasters in the United States*, Joseph Henry Press.
- Levine, Ross and David Renelt (1992) A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions, *American Economic Review*, 82(4), 942-963.
- Mistry, R., Dong, W. and Shah, H. eds. (2001) *Interdisciplinary Observations on The January 2001 Bhuj, Gujarat Earthquake*, A report sponsored by World Seismic Safety Initiative (WSSI) and Earthquakes and Megacities Initiative (EMI).
- Nagamatsu, Shingo (2002) How Economic Development Affects Consequences of Disasters? : A Few Remarks, *mimeograph*.
- 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.
- World Bank and Asian Development Bank (2001) *Gujarat Earthquake Recovery Program: Assessment Report*.
- Zupka, Dusan (1988) Economic Impact of Disasters, *UNDRO News* (January/February).

参考資料：災害変数の国別基本統計量

ARG	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	1.66E-07	0.003362	1.17E-07	1.31E-05	1.98E-08	1.11E-05	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	1.35E-06	0.04252	2.61E-06	0.000313	4.43E-07	0.000208	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	3.93E-07	0.010086	5.32E-07	6.39E-05	9.04E-08	4.36E-05	0	0
Skewness	2.211295	3.146402	4.546088	4.587226	4.549898	4.120646	NA	NA
Kurtosis	6.398906	11.69565	21.79046	22.04294	21.81437	18.86002	NA	NA
Jarque-Bera	31.11186	115.2136	435.7491	446.8043	436.7867	319.4592	NA	NA
Probability	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Sum	3.98E-06	0.080686	2.80E-06	0.000314	4.75E-07	0.000267	0	0
Sum Sq. Dev.	3.55E-12	0.00234	6.50E-12	9.38E-08	1.88E-13	4.37E-08	0	0
Observations	24	24	24	24	24	24	24	24
ARM	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	2.64E-08	0.000214	0	0	0	0	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	1.06E-06	0.002136	0	0	0	0	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	1.67E-07	0.000675	0	0	0	0	0	0
Skewness	6.08487	2.666667	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Kurtosis	38.02564	8.111111	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Jarque-Bera	2291.497	22.73663	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Probability	0	0.000012	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Sum	1.06E-06	0.002136	0	0	0	0	0	0
Sum Sq. Dev.	1.09E-12	4.11E-06	0	0	0	0	0	0
Observations	40	10	40	10	40	10	40	10
ATG	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	0	0	0	0	1.55E-06	0.009456	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	0	0	0	0	3.14E-05	0.216474	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	0	0	0	0	6.86E-06	0.045129	0	0
Skewness	NA	NA	NA	NA	4.130559	4.477055	NA	NA
Kurtosis	NA	NA	NA	NA	18.06481	21.04454	NA	NA
Jarque-Bera	NA	NA	NA	NA	491.9911	388.8739	NA	NA
Probability	NA	NA	NA	NA	0	0	NA	NA
Sum	0	0	0	0	6.21E-05	0.217487	0	0
Sum Sq. Dev.	0	0	0	0	1.83E-09	0.044806	0	0
Observations	40	23	40	23	40	23	40	23

BGD	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	1.14E-05	0.526606	0	0	0.00017	0.00396	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	0.000385	6.445	0	0	0.00448	0.061633	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	6.09E-05	1.363402	0	0	0.000732	0.010889	0	0
Skewness	6.001735	2.936536	NA	NA	5.372416	4.063488	NA	NA
Kurtosis	37.34327	11.24992	NA	NA	31.70958	21.04272	NA	NA
Jarque-Bera	2205.906	170.9235	NA	NA	1566.152	652.6455	NA	NA
Probability	0	0	NA	NA	0	0	NA	NA
Sum	0.000455	21.06425	0	0	0.006802	0.158391	0	0
Sum Sq. Dev.	1.45E-07	72.49573	0	0	2.09E-05	0.004624	0	0
Observations	40	40	40	40	40	40	40	40

BHS	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	0	0	0	0	1.24E-06	0.003227	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	0	0	0	0	3.45E-05	0.082001	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	0	0	0	0	5.90E-06	0.014238	0	0
Skewness	NA	NA	NA	NA	4.970565	4.818186	NA	NA
Kurtosis	NA	NA	NA	NA	27.25306	25.75891	NA	NA
Jarque-Bera	NA	NA	NA	NA	1145.061	1018.046	NA	NA
Probability	NA	NA	NA	NA	0	0	NA	NA
Sum	0	0	0	0	4.97E-05	0.129076	0	0
Sum Sq. Dev.	0	0	0	0	1.36E-09	0.007906	0	0
Observations	40	40	40	40	40	40	40	40

BLR	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	0	0	0	0	0	0	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	0	0	0	0	0	0	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	0	0	0	0	0	0	0	0
Skewness	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Kurtosis	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Jarque-Bera	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Probability	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Sum	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum Sq. Dev.	0	0	0	0	0	0	0	0
Observations	40	13	40	13	40	13	40	13

CAN	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	2.52E-08	1.01E-06	0	0	5.75E-08	9.63E-05	0	0.00046
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	6.07E-07	1.33E-05	0	0	9.79E-07	0.001137	0	0.00589
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	1.05E-07	3.38E-06	0	0	2.14E-07	0.000267	0	0.00142
Skewness	4.764739	3.053851	NA	NA	3.619579	2.828056	NA	3.03151
Kurtosis	25.46931	10.51905	NA	NA	14.69153	9.916375	NA	10.9054
Jarque-Bera	992.8011	136.8502	NA	NA	315.1622	116.4156	NA	144.748
Probability	0	0	NA	NA	0	0	NA	
Sum	1.01E-06	3.54E-05	0	0	2.30E-06	0.003372	0	0.01642
Sum Sq. Dev.	4.32E-13	3.89E-10	0	0	1.78E-12	2.42E-06	0	6.90E-0
Observations	40	35	40	35	40	35	40	3

COM	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / G D P	死者数 / 総人口	推計被害額 / G D P	死者数 / 総人口	推計被害額 / G D P	死者数 / 総人口	推計被害額 / G D P
Mean	0	0	0	0	7.85E-06	0.014401	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	0	0	0	0	9.16E-05	0.169496	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	0	0	0	0	2.38E-05	0.039455	0	0
Skewness	NA	NA	NA	NA	2.876808	3.301893	NA	NA
Kurtosis	NA	NA	NA	NA	9.726968	13.30353	NA	NA
Jarque-Bera	NA	NA	NA	NA	65.29684	124.8105	NA	NA
Probability	NA	NA	NA	NA	0	0	NA	NA
Sum	0	0	0	0	0.000157	0.28801	0	0
Sum Sq. Dev.	0	0	0	0	1.08E-08	0.029577	0	0
Observations	20	20	20	20	20	20	20	20

CRI	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / G D P	死者数 / 総人口	推計被害額 / G D P	死者数 / 総人口	推計被害額 / G D P	死者数 / 総人口	推計被害額 / G D P
Mean	5.70E-07	0.000522	6.92E-07	0.000173	2.45E-07	0.000224	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	1.38E-05	0.012745	1.53E-05	0.002162	9.81E-06	0.00897	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	2.29E-06	0.002129	2.96E-06	0.000535	1.55E-06	0.001418	0	0
Skewness	5.122677	5.05939	4.283664	2.854012	6.08487	6.08487	NA	NA
Kurtosis	29.56114	28.83524	19.86614	9.50062	38.02564	38.02564	NA	NA
Jarque-Bera	1350.769	1283.082	596.4429	124.7327	2291.497	2291.497	NA	NA
Probability	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Sum	2.28E-05	0.020884	2.77E-05	0.006901	9.81E-06	0.00897	0	0
Sum Sq. Dev.	2.05E-10	0.000177	3.43E-10	1.12E-05	9.38E-11	7.84E-05	0	0
Observations	40	40	40	40	40	40	40	40

CYP	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / G D P	死者数 / 総人口	推計被害額 / G D P	死者数 / 総人口	推計被害額 / G D P	死者数 / 総人口	推計被害額 / G D P
Mean	0	0	6.82E-08	1.41E-05	1.23E-07	0	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	0	0	2.73E-06	0.000353	4.93E-06	0	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	0	0	4.31E-07	7.06E-05	7.80E-07	0	0	0
Skewness	NA	NA	6.08487	4.694855	6.08487	NA	NA	NA
Kurtosis	NA	NA	38.02564	23.04167	38.02564	NA	NA	NA
Jarque-Bera	NA	NA	2291.497	510.2449	2291.497	NA	NA	NA
Probability	NA	NA	0	0	0	NA	NA	NA
Sum	0	0	2.73E-06	0.000353	4.93E-06	0	0	0
Sum Sq. Dev.	0	0	7.26E-12	1.20E-07	2.37E-11	0	0	0
Observations	40	25	40	25	40	25	40	25

CZE	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	7.04E-08	0.000182	0	0	0	0	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	2.81E-06	0.001822	0	0	0	0	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	4.45E-07	0.000576	0	0	0	0	0	0
Skewness	6.08487	2.666667	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Kurtosis	38.02564	8.111111	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Jarque-Bera	2291.497	22.73663	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Probability	0	0.000012	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Sum	2.81E-06	0.001822	0	0	0	0	0	0
Sum Sq. Dev.	7.72E-12	2.99E-06	0	0	0	0	0	0
Observations	40	10	40	10	40	10	40	10

DEU	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	6.40E-10	0	0	0	1.62E-07	0	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	2.56E-08	0	0	0	4.69E-06	0	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	4.05E-09	0	0	0	7.60E-07	0	0	0
Skewness	6.08487	NA	NA	NA	5.537036	NA	NA	NA
Kurtosis	38.02564	NA	NA	NA	33.23212	NA	NA	NA
Jarque-Bera	2291.497	NA	NA	NA	1727.694	NA	NA	NA
Probability	0	NA	NA	NA	0	NA	NA	NA
Sum	2.56E-08	0	0	0	6.49E-06	0	0	0
Sum Sq. Dev.	6.40E-16	0	0	0	2.25E-11	0	0	0
Observations	40	9	40	9	40	9	40	9

DMA	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	0	0	0	0	1.48E-05	0.040352	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	0	0	0	0	0.00055	0.775589	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	0	0	0	0	8.69E-05	0.16222	0	0
Skewness	NA	NA	NA	NA	6.057009	4.318657	NA	NA
Kurtosis	NA	NA	NA	NA	37.7993	20.05904	NA	NA
Jarque-Bera	NA	NA	NA	NA	2262.901	350.3803	NA	NA
Probability	NA	NA	NA	NA	0	0	NA	NA
Sum	0	0	0	0	0.000591	0.928099	0	0
Sum Sq. Dev.	0	0	0	0	2.95E-07	0.578936	0	0
Observations	40	23	40	23	40	23	40	23

ECU	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	1.59E-06	0.006602	1.02E-06	0.001831	0	0	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	3.65E-05	0.097864	3.14E-05	0.057258	0	0	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	6.39E-06	0.021013	5.00E-06	0.009273	0	0	0	0
Skewness	4.684193	3.441728	5.821221	5.602417	NA	NA	NA	NA
Kurtosis	24.66195	13.77465	35.78615	33.6595	NA	NA	NA	NA
Jarque-Bera	928.3448	272.4584	2017.464	1775.922	NA	NA	NA	NA
Probability	0	0	0	0	NA	NA	NA	NA
Sum	6.37E-05	0.264099	4.07E-05	0.073251	0	0	0	0
Sum Sq. Dev.	1.59E-09	0.01722	9.74E-10	0.003353	0	0	0	0
Observations	40	40	40	40	40	40	40	40

EGY	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	2.94E-07	0.000185	2.56E-07	1.74E-05	7.45E-09	3.61E-07	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	1.05E-05	0.004561	1.02E-05	0.000695	2.98E-07	1.45E-05	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	1.67E-06	0.000841	1.62E-06	0.00011	4.71E-08	2.29E-06	0	0
Skewness	5.959977	4.477691	6.08487	6.08487	6.08487	6.08487	NA	NA
Kurtosis	36.96317	21.94198	38.02564	38.02564	38.02564	38.02564	NA	NA
Jarque-Bera	2159.304	731.6627	2291.497	2291.497	2291.497	2291.497	NA	NA
Probability	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Sum	1.18E-05	0.007418	1.02E-05	0.000695	2.98E-07	1.45E-05	0	0
Sum Sq. Dev.	1.09E-10	2.76E-05	1.02E-10	4.70E-07	8.66E-14	2.04E-10	0	0
Observations	40	40	40	40	40	40	40	40

ERI	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	0	0	0	0	3.54E-08	0.001327	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	0	0	0	0	8.84E-07	0.010616	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	0	0	0	0	1.77E-07	0.003753	0	0
Skewness	NA	NA	NA	NA	4.694855	2.267787	NA	NA
Kurtosis	NA	NA	NA	NA	23.04167	6.142857	NA	NA
Jarque-Bera	NA	NA	NA	NA	510.2449	10.14966	NA	NA
Probability	NA	NA	NA	NA	0	0.006252	NA	NA
Sum	0	0	0	0	8.84E-07	0.010616	0	0
Sum Sq. Dev.	0	0	0	0	7.50E-13	9.86E-05	0	0
Observations	25	8	25	8	25	8	25	8

GEO	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	0	0	1.24E-06	0	0	0	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	0	0	4.94E-05	0	0	0	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	0	0	7.81E-06	0	0	0	0	0
Skewness	NA	NA	6.08487	NA	NA	NA	NA	NA
Kurtosis	NA	NA	38.02564	NA	NA	NA	NA	NA
Jarque-Bera	NA	NA	2291.497	NA	NA	NA	NA	NA
Probability	NA	NA	0	NA	NA	NA	NA	NA
Sum	0	0	4.94E-05	0	0	0	0	0
Sum Sq. Dev.	0	0	2.38E-09	0	0	0	0	0
Observations	40	5	40	5	40	5	40	5

GIN	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	0	0	1.45E-06	0	0	0	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	0	0	5.79E-05	0	0	0	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	0	0	9.16E-06	0	0	0	0	0
Skewness	NA	NA	6.08487	NA	NA	NA	NA	NA
Kurtosis	NA	NA	38.02564	NA	NA	NA	NA	NA
Jarque-Bera	NA	NA	2291.497	NA	NA	NA	NA	NA
Probability	NA	NA	0	NA	NA	NA	NA	NA
Sum	0	0	5.79E-05	0	0	0	0	0
Sum Sq. Dev.	0	0	3.27E-09	0	0	0	0	0
Observations	40	14	40	14	40	14	40	1

IRN	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	6.69E-07	0.00058	6.27E-05	0.000544	3.75E-09	1.26E-05	0	0.00090
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	1.41E-05	0.006158	0.000735	0.010113	1.50E-07	0.000186	0	0.02346
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	2.48E-06	0.001392	0.000171	0.002	2.37E-08	4.49E-05	0	0.00460
Skewness	4.615552	2.961933	2.808692	4.456303	6.08487	3.284357	NA	4
Kurtosis	24.10625	11.4245	9.709811	21.79413	38.02564	12.04294	NA	24.0
Jarque-Bera	884.4784	114.9031	127.6276	468.7084	2291.497	135.3331	NA	579.411
Probability	0	0	0	0	0	0	NA	
Sum	2.68E-05	0.015088	0.002509	0.014155	1.50E-07	0.000327	0	0.02346
Sum Sq. Dev.	2.39E-10	4.84E-05	1.14E-06	0.0001	2.20E-14	5.05E-08	0	0.00052
Observations	40	26	40	26	40	26	40	2

JOR	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	5.57E-06	0	0	0	0	0	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	0.000216	0	0	0	0	0	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	3.41E-05	0	0	0	0	0	0	0
Skewness	6.074706	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Kurtosis	37.94357	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Jarque-Bera	2281.102	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Probability	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Sum	0.000223	0	0	0	0	0	0	0
Sum Sq. Dev.	4.54E-08	0	0	0	0	0	0	0
Observations	40	25	40	25	40	25	40	2

KAZ	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	1.55E-08	9.70E-05	0	0	1.77E-07	1.16E-05	0	
Median	0	0	0	0	0	0	0	
Maximum	6.22E-07	0.001261	0	0	7.10E-06	0.000151	0	
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	
Std. Dev.	9.83E-08	0.00035	0	0	1.12E-06	4.18E-05	0	
Skewness	6.08487	3.175426	NA	NA	6.08487	3.175426	NA	NA
Kurtosis	38.02564	11.08333	NA	NA	38.02564	11.08333	NA	NA
Jarque-Bera	2291.497	57.23987	NA	NA	2291.497	57.23987	NA	NA
Probability	0	0	NA	NA	0	0	NA	NA
Sum	6.22E-07	0.001261	0	0	7.10E-06	0.000151	0	
Sum Sq. Dev.	3.77E-13	1.47E-06	0	0	4.91E-11	2.09E-08	0	
Observations	40	13	40	13	40	13	40	1

KGZ	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	0	0	3.23E-07	0.002889	0	0	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	0	0	1.29E-05	0.040445	0	0	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	0	0	2.04E-06	0.010809	0	0	0	0
Skewness	NA	NA	6.08487	3.328201	NA	NA	NA	NA
Kurtosis	NA	NA	38.02564	12.07692	NA	NA	NA	NA
Jarque-Bera	NA	NA	2291.497	73.9073	NA	NA	NA	NA
Probability	NA	NA	0	0	NA	NA	NA	NA
Sum	0	0	1.29E-05	0.040445	0	0	0	0
Sum Sq. Dev.	0	0	1.62E-10	0.001519	0	0	0	0
Observations	40	14	40	14	40	14	40	1

LAO	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	3.22E-06	6.97E-06	0	0	1.75E-07	0.013115	0	5.08E-05
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	0.000121	0.000111	0	0	5.18E-06	0.207006	0	0.000814
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	1.91E-05	2.79E-05	0	0	8.61E-07	0.051709	0	0.000203
Skewness	6.065151	3.614784	NA	NA	5.26256	3.613736	NA	3.614784
Kurtosis	37.86615	14.06667	NA	NA	30.27427	14.06193	NA	14.06667
Jarque-Bera	2271.321	116.4919	NA	NA	1424.44	116.4018	NA	116.4919
Probability	0	0	NA	NA	0	0	NA	0
Sum	0.000129	0.000111	0	0	7.01E-06	0.20984	0	0.000814
Sum Sq. Dev.	1.42E-08	1.16E-08	0	0	2.89E-11	0.040107	0	6.20E-07
Observations	40	16	40	16	40	16	40	16

LBN	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	0	0	0	0	1.65E-07	0.001667	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	0	0	0	0	6.61E-06	0.018338	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	0	0	0	0	1.05E-06	0.005529	0	0
Skewness	NA	NA	NA	NA	6.08487	2.84605	NA	NA
Kurtosis	NA	NA	NA	NA	38.02564	9.1	NA	NA
Jarque-Bera	NA	NA	NA	NA	2291.497	31.90458	NA	NA
Probability	NA	NA	NA	NA	0	0	NA	NA
Sum	0	0	0	0	6.61E-06	0.018338	0	0
Sum Sq. Dev.	0	0	0	0	4.26E-11	0.000306	0	0
Observations	40	11	40	11	40	11	40	11

LCA	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	0	0	0	0	1.33E-05	0.205565	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	0	0	0	0	0.000345	3.471954	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	0	0	0	0	5.78E-05	0.781632	0	0
Skewness	NA	NA	NA	NA	5.060908	3.931927	NA	NA
Kurtosis	NA	NA	NA	NA	28.81982	16.90563	NA	NA
Jarque-Bera	NA	NA	NA	NA	1281.857	212.6724	NA	NA
Probability	NA	NA	NA	NA	0	0	NA	NA
Sum	0	0	0	0	0.000533	4.111309	0	0
Sum Sq. Dev.	0	0	0	0	1.30E-07	11.60803	0	0
Observations	40	20	40	20	40	20	40	20

LTU	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	0	0	0	0	4.02E-08	5.34E-05	0	0.00052
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	0	0	0	0	1.61E-06	0.000694	0	0.0068
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	0	0	0	0	2.54E-07	0.000193	0	0.001
Skewness	NA	NA	NA	NA	6.08487	3.175426	NA	3.17542
Kurtosis	NA	NA	NA	NA	38.02564	11.08333	NA	11.0833
Jarque-Bera	NA	NA	NA	NA	2291.497	57.23987	NA	57.2398
Probability	NA	NA	NA	NA	0	0	NA	
Sum	0	0	0	0	1.61E-06	0.000694	0	0.0068
Sum Sq. Dev.	0	0	0	0	2.52E-12	4.45E-07	0	4.33E-0
Observations	40	13	40	13	40	13	40	1

MDA	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	3.22E-07	0.000862	0	0	0	0	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	1.08E-05	0.008146	0	0	0	0	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	1.73E-06	0.002431	0	0	0	0	0	0
Skewness	5.781756	2.784481	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Kurtosis	35.3465	8.883231	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Jarque-Bera	1966.684	30.07846	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Probability	0	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Sum	1.29E-05	0.009485	0	0	0	0	0	0
Sum Sq. Dev.	1.17E-10	5.91E-05	0	0	0	0	0	0
Observations	40	11	40	11	40	11	40	1

POL	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	3.56E-08	0.000173	0	0	0	0	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	1.42E-06	0.001726	0	0	0	0	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	2.25E-07	0.000546	0	0	0	0	0	0
Skewness	6.08487	2.666667	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Kurtosis	38.02564	8.111111	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Jarque-Bera	2291.497	22.73663	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Probability	0	0.000012	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Sum	1.42E-06	0.001726	0	0	0	0	0	0
Sum Sq. Dev.	1.97E-12	2.68E-06	0	0	0	0	0	0
Observations	40	10	40	10	40	10	40	10

PYF	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	0	0	0	0	1.07E-06	0.000565	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	0	0	0	0	4.30E-05	0.019766	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	0	0	0	0	6.79E-06	0.003341	0	0
Skewness	NA	NA	NA	NA	6.08487	5.659453	NA	NA
Kurtosis	NA	NA	NA	NA	38.02564	33.02941	NA	NA
Jarque-Bera	NA	NA	NA	NA	2291.497	1501.913	NA	NA
Probability	NA	NA	NA	NA	0	0	NA	NA
Sum	0	0	0	0	4.30E-05	0.019766	0	0
Sum Sq. Dev.	0	0	0	0	1.80E-09	0.00038	0	0
Observations	40	35	40	35	40	35	40	35
ROM	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	5.00E-07	0.00416	1.91E-06	0.001105	0	0	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	1.06E-05	0.099106	7.58E-05	0.027614	0	0	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	1.85E-06	0.019795	1.20E-05	0.005523	0	0	0	0
Skewness	4.537735	4.68375	6.084609	4.69485	NA	NA	NA	NA
Kurtosis	23.99116	22.97351	38.02357	23.04164	NA	NA	NA	NA
Jarque-Bera	871.6547	506.9699	2291.234	510.2434	NA	NA	NA	NA
Probability	0	0	0	0	NA	NA	NA	NA
Sum	2.00E-05	0.104011	7.62E-05	0.027637	0	0	0	0
Sum Sq. Dev.	1.34E-10	0.009404	5.59E-09	0.000732	0	0	0	0
Observations	40	25	40	25	40	25	40	25
RUS	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	2.41E-08	6.48E-05	3.36E-07	5.81E-07	1.60E-08	4.20E-06	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	8.42E-07	0.002248	1.34E-05	1.81E-05	5.60E-07	0.00013	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	1.34E-07	0.00038	2.12E-06	3.07E-06	8.92E-08	2.21E-05	0	0
Skewness	5.906824	5.658879	6.08487	5.536075	5.906339	5.52341	NA	NA
Kurtosis	36.49036	33.02519	38.02564	32.05511	36.48601	31.95121	NA	NA
Jarque-Bera	2101.944	1501.505	2291.497	1409.905	2101.42	1400.299	NA	NA
Probability	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Sum	9.63E-07	0.002266	1.34E-05	2.03E-05	6.41E-07	0.000147	0	0
Sum Sq. Dev.	7.00E-13	4.91E-06	1.76E-10	3.21E-10	3.10E-13	1.66E-08	0	0
Observations	40	35	40	35	40	35	40	35

SLB	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	0	0	0	0	9.03E-06	0.003667	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	0	0	0	0	0.000361	0.121026	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	0	0	0	0	5.71E-05	0.021068	0	0
Skewness	NA	NA	NA	NA	6.08487	5.480078	NA	NA
Kurtosis	NA	NA	NA	NA	38.02564	31.03125	NA	NA
Jarque-Bera	NA	NA	NA	NA	2291.497	1245.579	NA	NA
Probability	NA	NA	NA	NA	0	0	NA	NA
Sum	0	0	0	0	0.000361	0.121026	0	0
Sum Sq. Dev.	0	0	0	0	1.27E-07	0.014204	0	0
Observations	40	33	40	33	40	33	40	33

SVK	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	2.60E-07	0.000129	0	0	0	0	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	1.00E-05	0.001542	0	0	0	0	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	1.58E-06	0.000398	0	0	0	0	0	0
Skewness	6.072029	3.109584	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Kurtosis	37.92168	11.36155	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Jarque-Bera	2278.336	72.39568	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Probability	0	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Sum	1.04E-05	0.002057	0	0	0	0	0	0
Sum Sq. Dev.	9.78E-11	2.38E-06	0	0	0	0	0	0
Observations	40	16	40	16	40	16	40	16

THA	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	8.60E-07	0.010863	0	0	9.61E-07	0.000333	0	3.69E-07
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	1.24E-05	0.20682	0	0	2.75E-05	0.00609	0	1.47E-05
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	2.39E-06	0.034806	0	0	4.51E-06	0.001264	0	2.33E-06
Skewness	3.637446	4.765254	NA	NA	5.412908	4.036146	NA	6.08487
Kurtosis	16.17529	26.67464	NA	NA	31.84195	17.70047	NA	38.02564
Jarque-Bera	377.5205	1085.532	NA	NA	1581.761	468.7761	NA	2291.497
Probability	0	0	NA	NA	0	0	NA	0
Sum	3.44E-05	0.434529	0	0	3.84E-05	0.013337	0	1.47E-05
Sum Sq. Dev.	2.22E-10	0.047246	0	0	7.92E-10	6.23E-05	0	2.12E-10
Observations	40	40	40	40	40	40	40	40

TUN	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	4.14E-06	0.006074	0	9.22E-08	0	0	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	0.000107	0.197714	0	3.59E-06	0	0	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	1.73E-05	0.031663	0	5.76E-07	0	0	0	0
Skewness	5.551466	5.906412	NA	6.002193	NA	NA	NA	NA
Kurtosis	33.54212	36.24732	NA	37.02632	NA	NA	NA	NA
Jarque-Bera	1760.16	2023.006	NA	2115.58	NA	NA	NA	NA
Probability	0	0	NA	0	NA	NA	NA	NA
Sum	0.000166	0.236875	0	3.59E-06	0	0	0	0
Sum Sq. Dev.	1.16E-08	0.038096	0	1.26E-11	0	0	0	0
Observations	40	39	40	39	40	39	40	39

TUR	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	7.74E-08	3.98E-05	1.50E-05	0.000894	0	0	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	1.69E-06	0.001185	0.000279	0.007707	0	0	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	3.20E-07	0.000209	4.78E-05	0.002002	0	0	0	0
Skewness	4.267527	5.341382	4.547056	2.258649	NA	NA	NA	NA
Kurtosis	20.08676	29.69108	24.81222	6.849375	NA	NA	NA	NA
Jarque-Bera	608.0074	1102.047	930.7927	46.9649	NA	NA	NA	NA
Probability	0	0	0	0	NA	NA	NA	NA
Sum	3.10E-06	0.001275	0.000601	0.028598	0	0	0	0
Sum Sq. Dev.	4.01E-12	1.36E-06	8.90E-08	0.000124	0	0	0	0
Observations	40	32	40	32	40	32	40	3

VEN	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	3.16E-05	0.000206	7.33E-07	0.000212	1.16E-07	1.54E-06	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	0.001264	0.005953	2.47E-05	0.008126	4.64E-06	6.16E-05	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	0.0002	0.001	3.93E-06	0.001285	7.33E-07	9.74E-06	0	0
Skewness	6.084861	5.157118	5.89987	6.068849	6.08487	6.08487	NA	NA
Kurtosis	38.02557	29.19528	36.44223	37.89558	38.02564	38.02564	NA	NA
Jarque-Bera	2291.488	1320.96	2096.027	2275.042	2291.497	2291.497	NA	NA
Probability	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Sum	0.001265	0.008245	2.93E-05	0.008481	4.64E-06	6.16E-05	0	0
Sum Sq. Dev.	1.56E-06	3.90E-05	6.03E-10	6.44E-05	2.10E-11	3.70E-09	0	0
Observations	40	40	40	40	40	40	40	40

VNM	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	6.55E-07	0.027383	0	0	6.60E-06	0.002628	0	0.001049
Median	0	0	0	0	0	0.000399	0	0
Maximum	1.02E-05	0.204817	0	0	0.000186	0.022204	0	0.01642
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	1.85E-06	0.062707	0	0	3.02E-05	0.005661	0	0.0041
Skewness	3.884203	2.251522	NA	NA	5.528133	2.856793	NA	3.611715
Kurtosis	19.23198	6.309534	NA	NA	33.03002	10.26878	NA	14.05271
Jarque-Bera	539.7088	20.82028	NA	NA	1706.739	56.98686	NA	116.2269
Probability	0	0.00003	NA	NA	0	0	NA	0
Sum	2.62E-05	0.438124	0	0	0.000264	0.042053	0	0.016788
Sum Sq. Dev.	1.33E-10	0.058983	0	0	3.56E-08	0.000481	0	0.000252
Observations	40	16	40	16	40	16	40	16

VUT	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	0	0	0	0	1.12E-05	0.059683	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	0	0	0	0	0.000353	1.067373	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	0	0	0	0	5.66E-05	0.233187	0	0
Skewness	NA	NA	NA	NA	5.730451	4.122195	NA	NA
Kurtosis	NA	NA	NA	NA	34.92526	18.31337	NA	NA
Jarque-Bera	NA	NA	NA	NA	1917.624	264.6606	NA	NA
Probability	NA	NA	NA	NA	0	0	NA	NA
Sum	0	0	0	0	0.000448	1.253345	0	0
Sum Sq. Dev.	0	0	0	0	1.25E-07	1.087527	0	0
Observations	40	21	40	21	40	21	40	21

YEM	洪水		地震		暴風		旱魃	
	死者数 / 総人口	推計被害額 / GDP						
Mean	5.93E-07	0.006234	0	0	0	0	0	0
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	2.15E-05	0.056527	0	0	0	0	0	0
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Dev.	3.41E-06	0.017765	0	0	0	0	0	0
Skewness	5.994636	2.616756	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Kurtosis	37.26615	7.944427	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Jarque-Bera	2196.519	21.59876	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Probability	0	0.00002	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Sum	2.37E-05	0.062342	0	0	0	0	0	0
Sum Sq. Dev.	4.55E-10	0.00284	0	0	0	0	0	0
Observations	40	10	40	10	40	10	40	10

