

# 自然災害被害に対して借り入れは有効に作用するか？

——南インドにおける津波被災者データの分析から\*——

澤田康幸・庄司匡宏・サンガ・サラス

本論文では、2004年12月末に発生したインド洋津波によってタミル・ナドゥ州の被災者がこうむった厚生水準低下の実態を、独自に収集したマイクロデータを用いて分析する。インド洋津波の被災者にとって津波は全く予期せざる災害であった一方、海岸への近接度が津波被害を決定づけたため、津波被害の操作変数として、海岸からの距離を用い、消費オイラー方程式を推計した。推計結果によると、流動性制約に直面しないグループにおける所得変化が消費成長率に影響を与えない一方、漁船の損失と家計メンバーの死亡が消費成長率を有意に低下させた。このことは、ライフサイクル・恒常所得仮説から導出される理論的予想と整合的である。さらにこれらの推計結果は、自然災害に対する資産被害に対しては、信用へのアクセスの改善が必ずしも保険機能として有効に働かえない一方、被害の程度に合わせて利子補助を行うなどの政策が有効である可能性を示唆している。

JEL Classification Codes: D12, D91, O1

## 1. はじめに

先進国でも途上国でも、人々は暮らしを脅かすさまざまなリスクにさらされている。農業生産活動は天候に左右される収量や市場に左右される価格などさまざまなリスクを伴う。そういったリスクは特に、途上国の半乾燥熱帯地域に暮らす、貧しい小農にとっては深刻である。非農業部門においても、人々の所得や生活水準は時によって上下する。この不安定性は売り上げの変動や様々な経済取引における契約上のリスクのためでもある。また、マクロ経済の不安定化や不況も、時に激しいインフレ・デフレや失業を生み、家計の所得・資産の実質的価値を大幅に悪化させる。1980年代以降の開発経済学において、こうしたリスクと貧困の問題に関するマイクロ計量経済学的研究が急速に進展した(Dercon ed., 2005; Fafchamps, 2003 黒崎, 2009)。

だが、最も深刻な結果をもたらしているのは自然災害であろう。近年、多くの災害が先進国・途上国の双方に被害をもたらした。東北地方・ハイチやチリ・四川省の大地震、急性インフルエンザ、インド洋津波、パキスタン地震、阪神・淡路大震災、ハリケーン・カトリーナで多くの人命が失われたことは記憶に新しい。以上のような様々な自然災害について、既存の学術研究は少

なくない。地理学や社会心理学での災害研究は長い歴史を持っており(Kunreuther and Rose, 2004)、防災学と呼ばれる学際分野でも様々な災害研究が行われている(京都大学防災研究所編, 2001, 林, 2003, 永松, 2008)。自然災害に関する本格的な経済学研究はHirshleifer(1966)の研究から始まり(Kunreuther and Rose, eds. 2004)、ペンシルバニア大学のHoward Kunreutherら(1978)による先駆的なマイクロ実証研究、災害リスクを事前に分散するための金融・保険メカニズムに関する理論・実証研究(Froot, ed., 1999; 多々納・高木編, 2005; 齊藤, 2005)、行動経済学的研究などが行われてきた(Camerer and Kunreuther, 1989)。また、自然災害に関する長期のクロスカントリーパネルデータとして、Centre for Research on the Epidemiology of Disasters(CRED)が構築・公開しているEmergency Events Database(EM-DAT)という、優れたデータが存在しているが、このデータを用いた、マクロ経済学的な実証研究も数多く行われてきている(Skidmore and Toya, 2002; Toya and Skidmore, 2007; Khan, 2005; Strömberg, 2007; Sawada, et al., 2011)。

しかしながら、自然災害に関して、個人や家計への影響を分析した本格的なマイクロ計量経済

学的な既存研究は、Kohara, Ohtake, and Saito (2006), Carter *et al.* (2007), Gitter and Barham (2007), Sawada and Shimizutani (2007, 2008), Shoji (2010), Takasaki *et al.* (2004)などに限られ、とりわけ発展途上国についての既存研究は数少ない。これは、そもそも災害が予期されないものであり、災害を予想してベースラインデータを収集することがほぼ不可能であることに加え、事後的にも被災者・被災企業を対象とした調査が困難であるという事情によるところが大きい<sup>1)</sup>。

こうした現状を踏まえつつ、本論文では、2004年12月末に発生したスマトラ島沖地震が生み出したインド洋津波による、津波被害の実態を個人ないしは家計の視点から分析し、津波に対する脆弱性について数量的な分析を行う。より具体的には、インド・タミル・ナドゥ (Tamil Nadu) 州の被災者に対して独自に実施した世帯調査に基づくマイクロデータを用いる。タミル・ナドゥ州の被災地域は海岸から500m以内の地域に集中しているが、これは津波という災害の特性によるものであり、津波被害は海岸からの距離に依存して決まっている。そして、被災者の多くは漁民ないしは漁業労働者であった。津波によって被災者は、漁船・漁網やエンジンなどの物的資本を失い、家屋・家財などの被害に直面するとともに、地域全体として多くの人命が失われた。

理論上、津波の特性により、津波の被害程度は、海岸からの位置によって決まっている。確かに、Rodriguez, Balasubramanian, Shiny, Duraiswamy and Jaiprakash (2008) や Aldrich (2011) は、インド・タミル・ナドゥ州の津波被害が、被災村の海岸からの距離に依存していることを確認している。他方、家屋などの被害の程度は、家屋の強度などにも依存しているため、津波被害と世帯の富裕度などの属性とは必ずしも独立の関係にあるとはいえない可能性がある。とはいえ、インド洋津波の被災者にとって津波は全く予期せざる災害であったといっていよい。したがって、津波被害を避けるために海岸からの距離を考慮して住居の位置を決定していた世帯は皆無であったといっていよい。以上の議論から、津波被害の操作変数として、海岸からの距

離を用いることが正当化できると考えられる。本論文は、自然災害としての津波の特性に注目し、「意図せざる (serendipitous) 結果」として世帯が津波被害の処置群 (treatment group) と対照群 (control group) に外生的に分けられているという、DiNardo (2008) の意味での自然実験 (natural experiment) の状況から津波被害の影響を明らかにし、こうした悲惨な経験が将来の防災に生かされるよう、政策形成に資するエビデンスを蓄積しようとするものである。

本論文の構成は以下のとおりである。まず、インド全体と調査対象となるタミル・ナドゥ州のナガパティナム県 (Nagapattinam District) における津波被害の概要と調査データの概観を行い (第2節)、第3節では、津波被害分析の基準となる理論モデルを提示する。第4節では、独自に収集したマイクロデータを用いた計量分析の結果を示したうえで、最終節では、政策的な示唆について議論する。

## 2. 分析対象地域

本論文の対象地域である、南部インドにおいては、2004年12月26日午前9時から11時の間に2~3回に渡って大津波が発生した。特に2回目の津波による被害は大規模であり、タミル・ナドゥ州のナガパティナム県を中心に様々な被害が報告された。津波による被害額、損失額の合計はタミル・ナドゥ州の815.0 million USDを筆頭に、ケララ州の100.8 million USD、ボンディシェリ連邦直轄地域の51.8 million USD、アンドラ・プラデシュ州の44.7 million USDであり、各州の沿岸部において大きな被害を与えた。表1によると、各州で特に被害額が大きかった部門は漁業であり、被災者の多くは漁業関係者に集中しており (被災者の38%が漁業関係者)、次いで小企業経営者 (18%)、農業 (5%) であった。被害の形態としては、家屋や漁船への被害が顕著であった。また、人的被害について、津波による死者はタミル・ナドゥでは約8,000人であり、インドの州別では最も被害が大きく、対照的に隣州のアンドラ・プラデシュでは比較的人的被害は小さかった。津波による死者の内訳で見ると、逃げ遅れた女性や子供が多く含まれていたとされている。

表 1. 津波によるインド各州の被害概要

	アンドラ プラデシュ	ケララ	ボンディ シェリー	タミル ナドゥ	合計
被災県数*	7	7	2	13	29
被災村落数*	301	187	33	376	935
死亡者数*	106	170	428	7,921	10,380
負傷者数*	不明	1616	N. K.	3,324	5,602
行方不明者数*	7	2	81	不明	12,098
避難者数*	不明	157,417	30,000	433,048	631,994
漁業資産への被害 (1,000 万 Rs.)**	51.8	50.8	94.7	801.3	998.6
漁業所得への被害 (1,000 万 Rs.)**	88.6	117.8	107.3	2,105.3	2,469.8
農業・家畜資産への 被害(1,000 万 Rs.)**	1.99	19.59	3.70	40.53	65.81
農業・家畜所得への 被害(1,000 万 Rs.)**	1.80	8.70	4.59	82.27	97.36
全壊・半壊家屋数**	481	13,042	10,061	130,000	153,585

注) \* 2005 年 1 月 5 日, UNICEF "Tsunami Relief Operation: Tamil Nadu" (内部資料).

\*\* Asian Development Bank, United Nations, and World Bank (2005) "India Post Tsunami Recovery Program Preliminary Damage and Needs Assessment."

表 2. タミル・ナドゥ州における津波被害の概要

被災県	被災者数	全壊・半壊 家屋数	死亡者数	負傷者数
Chennai	73,000	17,805	206	55
Cuddalore	99,704	15,200	617	198
Kancheepuram	100,000	7,043	129	14
Kanyakumari	187,650	31,175	828	727
<b>Nagapattinam</b>	<b>196,184</b>	<b>39,941</b>	<b>6,065</b>	<b>1,922</b>
Pudukkottai	66,350	1	15	0
Ramanathapuram	0	6	6	0
Thanjavur	29,278	3	33	482
Thiruvallur	15,600	4,143	29	0
Thiruvarur	0	0	28	0
Tirunelveli	27,948	630	4	4
Tuticorin	110,610	735	3	0
Villupuram	78,240	9,500	47	30
合計	984,564	126,182	8,010	3,432

出所) タミル・ナドゥ州政府ウェブサイト ([www.tn.gov.in/tsunami](http://www.tn.gov.in/tsunami)).

本研究では、タミル・ナドゥ州のナガパティナム県を対象とした調査のデータを用いる。タミル・ナドゥ州には 30 の県 (District) があるが、ベンガル湾に接していた 13 の県の 376 の村が津波の被害を受けた。これら村落のうち 373 が漁村であり、残りの 3 村は農村であった。その結果、タミル・ナドゥ州における漁船や魚網といった資産の被害は大規模となった。タミル・ナドゥ州全体における被害規模については、被災者人口 984,564 人、死亡者 8,010 人、負傷者 3,432 人である。また、家屋への被害は 126,182 棟にのぼっている (表 2)。表 2 に示されているように、これらの各指標でタミル・ナドゥ州の

県を比較した場合、ナガパティナム県における人的被害・家屋被害が最も深刻であり、6,000 人以上が犠牲となった。

### 対象家計の選択

本論文では、2006 年に東京大学大学院経済学研究科 21 世紀 COE プロジェクト「市場経済と非市場機構との関連研究拠点」がタミル・ナドゥ農業大学との共同調査によって収集した津波被災者の調査データを用いる。このデータの調査

対象世帯は、次の手続きによって選ばれている。

まず、ナガパティナム県における津波被災全村落 67 村について、津波復興支援の中心であった NGO Coordination and Resource Centre (NCRC) と、ナガパティナム県が保有しているデータをもとに、全人口、被災者・被災世帯数、漁船被害、家屋被害、農地被害のデータベースを構築した。その上で、被害の程度によって各村をランク付け、(1) 漁業被害のみ、(2) 漁業と農業被害、(3) 農業被害のみ、という三つの被害種別に、被害が大きかったグループと小さかったグループとに分類し、計 6

つの階層を設定した (表 3)。その上で、各階層から代表的な 1 村ないしは 2 村を選抜した。表 3 に調査対象となった 8 つの村落 (括弧内はその属する郡、すなわち Taluk の名称) を示す。各村から 50 ずつの調査対象世帯を無作為に抽出した。従って、総調査対象世帯は 400 世帯である。

### データ

我々は、表 3 にまとめられている調査対象村の計 400 の世帯に対して、2006 年 1 月から 4 月にかけて、構造化された多目的の質問票を用いた調査を行った。質問票は、世帯主の属性や

表3. ナガバティナム県における調査対象村落

被害の 카테고리	被害大	被害小
漁業のみ	Sathangudi(Tharangambadi) Poompugar(Sirkali)	Kameswaram(Kilvelur)
漁業と農業	Vellapallam(vedaranyam), Vilunthamavadi(Kilvelur)	Vanagiri(Sirkali)
農業のみ	Southpoigainallur(Nagai)	Palpannaicheri(Nagai)

津波被害と対処・住居の変遷, メンバー別の情報についての「A. 基礎モジュール」, 職業と所得についての「B. 職業・所得モジュール」, 非公式に受け取った援助についての「C. ギフトモジュール」, 政府などからの公式の援助についての「D. 支援援助モジュール」に加え, 世帯の経済状態についての基礎情報を得るため, 「E. 世帯資産・穀物備蓄モジュール」, 「F. 信用・負債モジュール」, 「G. 食糧消費モジュール」, 「H. 非食糧消費モジュール」, 「I. 結婚式・葬式出席モジュール」の9つのモジュールからなっている。多くのモジュールにおいては, 津波前後の変化を把握するために, 津波発生以前から発生後一年間を四分割し, 「2004年10月～津波直前(津波前)」, 「津波直後～2005年4月(緊急支援期)」, 「2005年5月～2005年6月(過渡期)」, 「2005年7月以降(復興期)」という, 4時期に区分して回顧的な調査を行った。回顧調査によって得られたデータには, 観測誤差の問題が懸念される。この問題については, Nakata, Sawada, and Tanaka(2010)の議論にしたがって, 所得・資産データと世帯サイズを制御変数として用いることで, 観測誤差によるバイアスの軽減を試みた。

また, 本稿では, Scott(2000)に基づいて家計の流動性制約の指標を作成した。これは, 我々のデータに含まれる以下の一連の質問から作成されるものである。第一に, 家計が2004年10月以降インタビュー時期までに受け取った, 融資の金額を全て質問した。そして第二に, 何らかの融資を受け取った家計に対しては, 融資金額が充分であったかを質問した。ここで, 十分に借りられた家計は流動性制約に直面していないとし, 不十分と回答した家計は流動性制約に直面しているとした。さらに, この期間に一度も融資を受け取らなかった家計に対しては, その理由を質問した。「借入れの必要がなかった」という回答の場合には流動性制約に直面

していないとし, 一方で, 「融資を断られた」, 「融資を断られるのを予想して諦めた」と回答した家計は流動性制約に直面しているとした。これらのデータを収集した結果, 400家計のうち, 241家計が流動性制約

なし, 144家計が流動性制約に直面, そして15家計は, 融資を受けなかった理由を回答していないため, 流動性制約が識別不可能となった。

表4は, 主な変数を期間別にまとめた記述統計を示している。この表から, いくつかの点が明らかとなる。第一に, 津波発生直後, 家計の消費水準は以前と比較して53%低下しており, 消費が大きな負の影響を受けたことがわかる<sup>2)</sup>。その後, 消費水準は緩やかな増加傾向にあり, 津波発生から半年後に, ようやくもとの消費水準を達成している。第二に, 津波発生後, 政府やNGOからの援助が急増している。しかし, 被災から半年後, 多くの援助物資は打ち切れ, それに従って被災者の援助受給額も激減した。第三に労働所得に関して, その水準が消費水準と比較して低いことが分かる。第四に, 津波は, 家屋・家財への被害, 漁船被害・農地被害など, 家計に対して様々な被害をもたらした。サンプルとなった400家計のうち, 21%の家計が家屋に被害を受け, 5%の家計が家族を失っている。また, 生産的資産である漁船や農地への被害額は家計の津波前の全資産保有のうち, 約3分の1に及んだ。

### 3. モデル

ここでは, 津波が被災者に対してもたらした影響について分析するための理論的な枠組みを提示する。基本的にはZeldes(1989)のモデルに,  $t$ 期から $t+1$ 期にかけて津波によって生み出された資産の被害を示す確率変数 $\delta_t$ を導入することで拡張する。まず, 家計の瞬時的効用関数は, 家計消費 $c_t$ の凹関数である $u(\cdot)$ で表されるとしよう。主観的割引要因を $\beta$ とし,  $A$ が期末における家計資産の総額を示しているとして, 流動性制約 $A \geq 0$ の元で代表的な家計が直面する異時点間の効用最大化問題は以下のように表すことが出来る;

表 4. 記述統計

	2004年10月～ 津波前	津波後～ 2005年4月	2005年5月～ 2005年6月	2005年7月以降
一日あたり消費(Rs. 成人男性一人当たり)	71.95 (34.07)	33.62 (24.99)	56.39 (25.67)	71.05 (34.64)
一日あたり援助額(Rs. 家計当たり)	0.73 (1.93)	157.04 (434.05)	171.32 (773.20)	49.65 (188.04)
一日あたり労働所得(Rs. 家計当たり)	20.89 (52.14)	11.18 (57.44)	18.25 (55.57)	22.87 (60.19)
家屋損失ダミー	0.00 (0.00)	0.21 (0.41)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)
家計メンバー死亡ダミー	0.00 (0.00)	0.05 (0.22)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)
漁船損失額(1000 Rs)	0.00 (0.00)	13.66 (43.58)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)
農地被害額(1000 Rs)	0.11 (2.25)	59.74 (411.34)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)
資産保有(1000 Rs.)	211.66 (484.53)	123.36 (127.03)	122.39 (127.26)	122.36 (127.29)
家計サイズ(Adult equivalent scale)	3.48 (1.20)	3.44 (1.18)	3.44 (1.18)	3.44 (1.18)
漁業ダミー	0.29 (0.45)			
流動性制約ダミー	0.37 (0.48)			
海岸と津波前居住地との距離(km)	0.95 (0.48)			

注) 成人男性換算の世帯サイズの算出に当たっては、Townsend(1994)が用いた人員ウェイトを使用した。

$$\begin{aligned}
 & \text{Max}_{(C_t)} E_t \sum_{k=0}^{T-t} \beta^k u(C_{t+k}) \\
 \text{s.t. } & A_t = A_{t-1}(1+r_{t-1}-\delta_{t-1}) + y_t - c_t \\
 & A_t \geq 0, \\
 & A_0 \text{ given} \\
 & A_T \geq 0,
 \end{aligned} \tag{1}$$

ここで、 $r_t$ は $t$ 期から $t+1$ 期にかけての(事後的な)実質平均利子率を示し、 $y_t$ は $t$ 期の確率変数で表されている家計所得であり、 $E_t$ は $t$ 期期首における情報集合に条件づけられた条件付き期待値を示している。ここで、 $\lambda$ が流動性制約 $A \geq 0$ についてのラグランジュ乗数を示しているものとしよう。そうすれば、Zeldes(1989)に従って、(1)式で表される家計の効用最大化問題における一階の必要条件から以下のような方程式を得ることが出来る：

$$u'(c_t) = \beta E_t [u'(c_{t+1})(1+r_t-\delta_t)] + \lambda_t \tag{2}$$

相対的リスク回避度 $\alpha$ 一定(CRRA)の効用関数を仮定すれば、合理的期待にかかわるエラーを $e$ として、推計に用いられる消費オイラー方程式は、以下のように与えられる。

$$\begin{aligned}
 & \log c_{u+1} - \log c_u \\
 & = \frac{1}{\alpha} [\log(1+\lambda'_u) - \log(1+e_u)] \\
 & + \frac{1}{\alpha} [\log(1+r_u-\delta_u) - \log \beta_u] \tag{3}
 \end{aligned}$$

ここで、Zeldes(1989)に習い、 $\lambda'$ は $\lambda$ を基準化した変数であり、流動性制約が制約となっている場合に限り、所得変動によって影響を受ける変数である。一方、津波によって生み出された資産の被害を示す $\delta$ は、流動性制約が制約となっていない場合においても消費の成長率に影響を及ぼす。従って、データによって検証可能な理論的示唆は、第一に、流動性制約の如何にかかわらず、津波による資産被害は消費成長率に影響を与え、とりわけ、流動性制約が制約となっていないケースにおいても、資産被害は消費成長率を低下させようこと、第二には、流動性制約が制約になっている場合にのみ、所得の変動が消費成長率に影響をもたらすということである。

このモデルから導き出された理論的結果は、重要な政策的含意を持っている。Eswaran and Kotwal(1989), Morduch(1994), Besley(1995), Fafchamps(2003), Dercon ed.(2005), Lee and Sawada(2010)らの一連の研究では、信用市場へのアクセスが所得の保険機能として有効に働きうるということが理論的・実証的に示されている。他方、(2)式ないしは(3)式で示されていることは、自然災害に対する資産被害に対しては、被災者に追加的な信用を供与するような政策は、なんら効果を持たないということである。

図 1. 海岸までの距離(横軸)と津波以前の資産保有・労働所得(Lowess 推定)

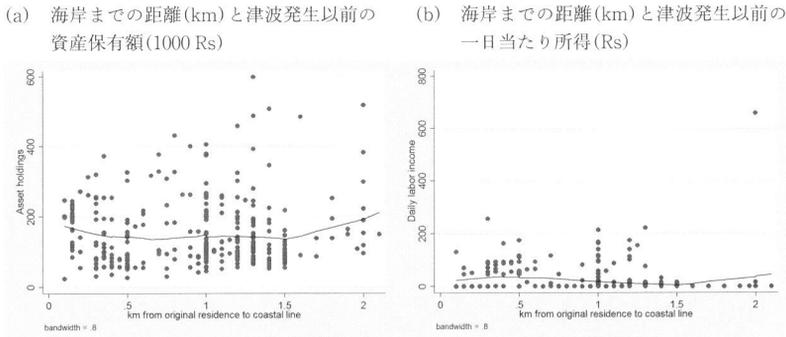
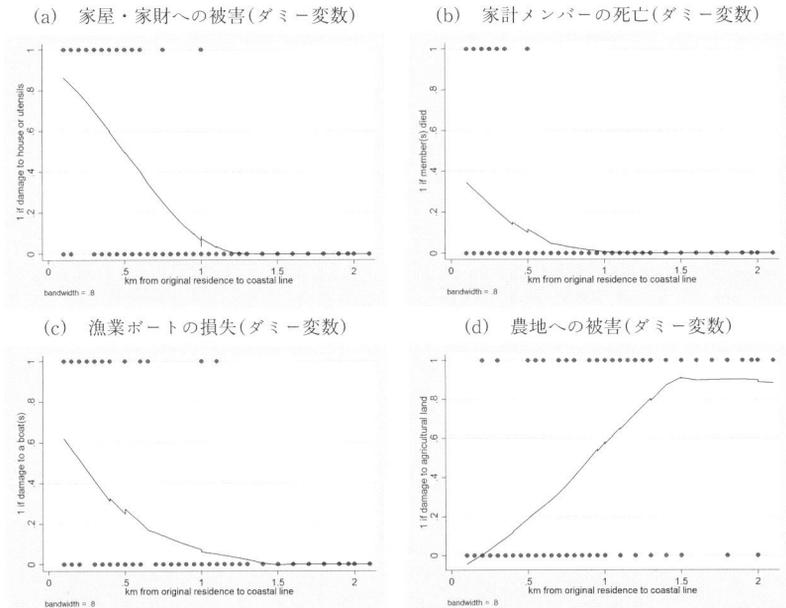
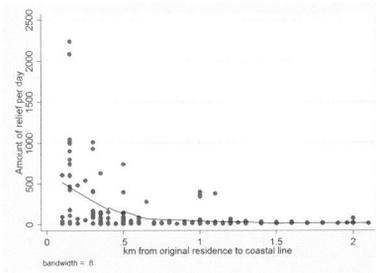


図 2. 海岸までの距離(横軸)と津波被害(Lowess 推定)



(e) 政府・NGOからの援助受取り額(一日あたり平均額 Rs)



他方、被災の程度に応じて利子補助を行う政策は効果を持ちうる。こうしたモデルの結論が現実に正しいとすれば、必要な対策としては、資産被害に応じて消費平準化を助けるための直接・間接の利子補助的な政策であろう。一方で、利率を不変とした信用の追加的供与は災害に

よる資産被害への対策としては必ずしも有効とされない可能性がある。

4. 実証分析結果

(3)式に基づいて、津波被害が生み出した消費変化を分析する際に問題になりうるのは、家屋などの津波被害は、他の条件を一定にして、より豊かな世帯であれば被害が小さい可能性があることである。この可能性は、統計的に有意ではないものの、データからも示される。津波発生以前の資産保有総額を比較すると、家屋への被害を受けた家計では約 189,000 Rs であるのに対し、被害を受けていない家計の資産保有は約 218,000 Rs であった。これは、(3)式を回帰分析に用いる際に内生バイアスの問題を生み出しうる。我々は、以下に説明する理由から、津波前の海岸線と住居家屋との距離を有効な操作変数として用いる。

識別の方針

まず、津波は全く予期せざる災害であったと見てよい。したがって、津波という災害を避けるために海岸からの距離を

考慮して住居の位置を決定していた世帯は皆無であったといえる。このことは、人々の富裕度と海岸からの距離には相関関係がみられないという可能性を示している。図 1 は、海岸からの距離で把握される津波前の住居の位置と、資産保有・労働所得との関係を示したものである。

表 5. 援助の受取り, 消費水準の変化の決定要因  
(世帯レベルの固定効果推計)

被説明変数	(1) 労働所得	(2) 援助受取額	(3) 総所得	(4) 一人当たり消費 (対数値)
説明変数				
第 2 期ダミー	-30.0567*** (5.299)	457.7467*** (93.233)	427.6900*** (94.015)	-1.8224*** (0.100)
第 3 期ダミー	-3.4447 (6.353)	666.5781*** (144.552)	663.1334*** (146.950)	-0.4513*** (0.060)
第 4 期ダミー	2.5189 (5.419)	52.2885 (70.710)	54.8073 (72.888)	-0.0011 (0.064)
海岸と津波前居住地との距離 ×第 2 期ダミー	21.4616*** (4.484)	-317.8788*** (73.818)	-296.4172*** (74.377)	0.8964*** (0.079)
海岸と津波前居住地との距離 ×第 3 期ダミー	0.8457 (5.110)	-523.0359*** (117.138)	-522.1902*** (119.043)	0.2357*** (0.048)
海岸と津波前居住地との距離 ×第 4 期ダミー	-0.5730 (4.289)	-3.5526 (57.486)	-4.1256 (59.134)	-0.0170 (0.052)
定数項	20.8895*** (1.298)	0.7267 (12.337)	21.6163* (12.760)	4.1695*** (0.017)
観測値数	1,600	1,600	1,600	1,600
決定係数	0.046	0.106	0.099	0.544
家計数	400	400	400	400

注) Robust standard errors in parentheses. \*\*\* $p < 0.01$ , \*\* $p < 0.05$ , \* $p < 0.1$ .

それぞれ両者の間には、一定の傾向はみられない。他方、図 2 は、家計が直面した様々な被害の有無についての二値変数と海岸から家屋までの距離との関係を示したノンパラメトリックな回帰線である。これによると、家屋・資産への被害や、家計メンバーの死亡、漁船の損失被害が海岸線から約 500 メートルまでの地帯に特に集中していることがわかる。こうした被害の局地性を反映して、政府や NGO からの援助も海岸付近の家計を主要対象として行われている。海岸付近の家計は、津波発生後約一年間において、一日当たり平均 500 ルピーの援助を受け取っている(図 2(e))。対照的に、農地への被害、特に農地の塩害は海岸からより離れた地域で発生していることがわかる(図 2(d))。これは、海岸付近の多くは漁村であり、農地が存在しないことの表れでもある。他方、津波は河川を逆流したため、水路などを通じて海岸から 1 キロ以上離れた農村へも大きな汚水被害・塩害をもたらした。このように、家計が直面した津波被害のタイプは、海岸からの距離によって大きく異なっていた。いずれにしても図 1・図 2 は、海岸からの住居の距離を被害の操作変数として用いることの妥当性を示すものである。

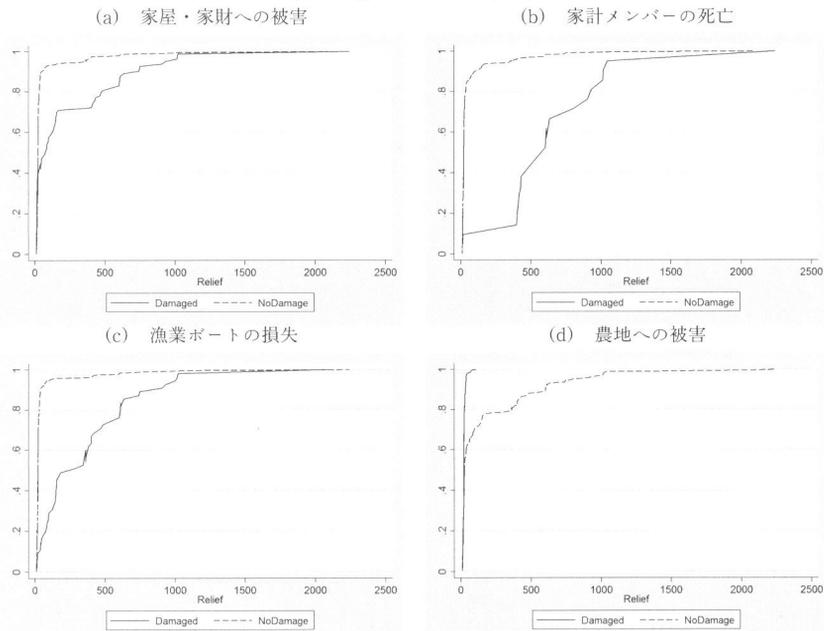
距離と労働所得・援助・消費

表 5 は、家計の所得水準、援助受取額、一人

あたりの消費水準といった変数が津波前後でどのように変化したか、さらに津波前後の変化のパターンが津波前居住地の要因によってどのように異なったかを回帰分析によって示したものである。推計モデルには家計レベルの固定効果モデルを用いた。表 5 に示されているように、第一に、津波が発生した第 2 期から第 3 期にかけて、労働所得の低下、援助の増加、そして消費水準の低下がみられる。興味深いことに、労働所得と援助受取額を合計した総所得は第 2 期に増加しているにもかかわらず、消費水準は減少している。

第二に表 5 からみられることは、津波前において海岸付近に居住していた家計では、労働所得が著しく減少しており、政府・NGO からの援助も集約的に行われている。その結果、海岸付近に居住していた家計の総所得は、より増加する傾向があった。このことを見るため、図 3 では津波被害の有無、及び被害のタイプ別に津波後の援助受け取り一日当たり平均額の分布を比較している。明らかに、漁船・家屋の損失と人的被害について被災者の方が被害を受けなかった家計よりも有意に援助額が多いという傾向が、1 次の確率優位(First order stochastic dominance)の傾向からみられる<sup>3)</sup>。とはいえ、表 5 からみられるように、より多くの援助所得を受け取った海岸沿いの家計の一人あたり消費

図3. 被害タイプ別に見た援助受け取り額(一日当たり平均額)の累積分布関数  
(Kolmogorov-Smirnov 検定)



水準は、より内陸の農村部家計よりも低い。こうした、一見するとパラドキシカルな傾向がみられることについては、少なくとも二つの可能性が考えられる。第一に、海岸付近の家計が被った津波の被害規模と比較して、援助額が十分でなかった可能性がある。第二には、所得稼得能力を失った家計は、恒常的に所得水準が下がったと認知し、消費を削減する行動をとった可能性がある。所得稼得能力の喪失は、これに加えて、所得の分散を恒常的に上昇させて、予備的貯蓄増加を通じて消費を削減させた可能性も考えられる。

### 消費オイラー方程式の推計

表6は、(3)式に基づいた、消費オイラー方程式の推計結果を示したものである。ここでは、総所得成長率、労働所得成長率、援助額成長率、家屋損失ダミー、ボート損失額、農地被害額、家計メンバー死亡ダミーを内生変数として、操作変数には、海岸からの距離を200メートルごとに10段階に区切ったダミー変数と、その変数と期間ダミーとの交差項を用いた。表5から明らかなように、労働所得、援助受助額、総所得は海岸からの距離と密接な関係がある。さら

に、図2から、家屋損失ダミー、ボート損失額、農地被害額、家計メンバー死亡ダミーの4変数に対する操作変数として海岸からの距離を用いることが妥当である点を確認できる。

表6の結果によると、漁船の損失と家計メンバーの死亡は消費成長率を有意に低下させており、(3)式の理論枠組みと整合的な結果が得られている。また表6の定式化(VII)(VIII)(IX)は、流動性制約が制約となっていないサンプルについて(3)式のオイラー方程式を示したものである。この分析では、データから直接判別できる流動性制約の情報を用い、さらに流動性制約が内生的に決定されることによるサンプルセレクションのバイアスを、標準正規分布を仮定しないLee(1982)の手法を用いることで修正している。表6の定式化(VII)(VIII)(IX)の結果は、所得変化が消費成長率に影響を与えない一方、漁船の損失と家計メンバーの死亡が消費成長率を有意に低下させるということを示しており、消費オイラー方程式の理論と整合的である。

他方、家屋の損失ダミー変数は、操作変数法法の推計では一貫して正の係数を示し、多くは統計的に有意であり、消費オイラー方程式の推計とは整合的となっていない。こうした結果が得

表 6. 消費オイラー方程式の推計

被説明変数：消費成長率 説明変数群	全サンプル		全サンプル		全サンプル		全サンプル		流動性制約なし		流動性制約なし	
	OLS (I)	OLS (II)	OLS (III)	IV (IV)	IV (V)	IV (VI)	IV (VII)	IV (VIII)	IV (IX)	IV (X)	IV (XI)	IV (XII)
総所得成長率+	-0.0055 (0.019)			0.0056 (0.050)			0.0003 (0.034)					
労働所得成長率+		-0.0125 (0.041)	-0.0121 (0.041)		0.0415 (0.079)	0.0396 (0.094)		0.0321 (0.045)				0.0503 (0.058)
援助額成長率+			-0.0085 (0.031)			0.0139 (0.079)						-0.0262 (0.057)
労働所得デタ次落のダミー	-0.1805 (0.296)	-0.1365 (0.153)	-0.1524 (0.134)	-0.1890 (0.278)	-0.3581 (0.251)	-0.3260 (0.387)	-0.0461 (0.199)	-0.1725 (0.141)				-0.2632 (0.141)
家屋損失ダミー+	-0.4514 (0.615)	-0.4816 (0.534)	-0.4622 (0.487)	1.5503* (0.766)	1.9804* (0.849)	1.8887 (1.109)	2.8868** (0.875)	3.3687** (1.371)				3.9253 (2.133)
ボート損失額(1000 Rs)+	-0.0114*** (0.002)	-0.0114*** (0.002)	-0.0113*** (0.002)	-0.0412** (0.015)	-0.0416** (0.016)	-0.0415** (0.015)	-0.0550** (0.016)	-0.0571** (0.016)				-0.0615** (0.021)
農地被害額(1000 Rs)+	0.0005* (0.000)	0.0005* (0.000)	0.0005* (0.000)	0.0012 (0.002)	0.0013 (0.002)	0.0010 (0.002)	0.0067 (0.004)	0.0067 (0.005)				0.0075 (0.004)
家計メンバー死亡ダミー+	-0.4454* (0.198)	-0.4289*** (0.123)	-0.4161** (0.131)	-7.5477*** (2.083)	-8.8051** (3.138)	-8.7151** (3.453)	-9.8879* (4.559)	-11.0959 (6.209)				-12.0975 (7.655)
家屋資産保有(1000 Rs)	0.0001 (0.000)	0.0001 (0.000)	0.0001 (0.000)	0.0003 (0.001)	0.0002 (0.001)	0.0001 (0.001)	-0.0021** (0.001)	-0.0022** (0.001)				-0.0022** (0.001)
ボート保有(1000 Rs)	0.0008 (0.001)	0.0008 (0.001)	0.0008 (0.001)	0.0173** (0.006)	0.0175** (0.006)	0.0174** (0.006)	0.0408** (0.014)	0.0421** (0.015)				0.0450* (0.019)
農地資産保有(1000 Rs)	-0.0003 (0.000)	-0.0003 (0.000)	-0.0003 (0.000)	-0.0009 (0.002)	-0.0011 (0.001)	-0.0007 (0.003)	-0.0065 (0.004)	-0.0065 (0.005)				-0.0072 (0.004)
漁業ダミー	0.2107 (0.191)	0.2228 (0.176)	0.2079 (0.152)	0.0470 (0.217)	-0.0107 (0.218)	0.0260 (0.292)	-0.0305 (0.253)	-0.0909 (0.298)				-0.2106 (0.421)
家計サイズ	0.0161 (0.010)	0.0164 (0.009)	0.0164 (0.009)	0.1153* (0.052)	0.1267* (0.059)	0.1252* (0.063)	0.1879 (0.105)	0.2050* (0.105)				0.2264 (0.136)
第2期ダミー	1.5145** (0.604)	1.5672** (0.604)	1.4854* (0.690)	1.4623* (0.723)	1.3936** (0.584)	1.5229 (1.057)	1.2446* (0.484)	1.2292** (0.409)				0.9891 (0.759)
第3期ダミー	0.9939* (0.466)	1.0652* (0.547)	1.0061 (0.672)	0.8992 (0.549)	0.7196 (0.665)	0.8160 (1.124)	0.8032* (0.403)	0.6790 (0.455)				0.4301 (0.823)
第4期ダミー	0.0000 (0.000)	0.0000 (0.000)	0.0000 (0.000)	0.0000 (0.000)	0.0000 (0.000)	0.0000 (0.000)	0.0000 (0.000)	0.0000 (0.000)				0.0000 (0.000)
定数項	-0.7550** (0.278)	-0.8301** (0.313)	-0.7588* (0.394)	-1.0387*** (0.281)	-0.8752 (0.466)	-0.9932 (0.895)	-0.8069 (0.962)	-0.7880 (1.017)				-0.8602 (1.064)
観測値数	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	723	723				723
決定係数	0.547	0.548	0.549									

注) Robust standard errors in parentheses. \*\*\* $p < 0.01$ , \*\* $p < 0.05$ , \* $p < 0.1$ .  
+は内生変数を示す。操作変数としては、海岸からの距離を200メートルごとに区切ったダミー変数と、その変数と期間ダミーとの交差項を用いた。

られた理由としては、被害に対してその直接的な被害額を上回る支援がなされており、そうした支援の効果が消費をむしろ増加させている可能性がある。事実、住宅を失った世帯に対して

は、政府やNGOが迅速に仮設住宅を提供しており、フローとしての住宅損失のコストが大きくなかった可能性が高い。他方、人的被害・漁船被害は世帯の資産を恒常的に低下させるもの

表7. 被害別援助受取額の回帰分析  
(手法: OLS)

	援助受取額
家屋損失ダミー*第2期ダミー	139.4090** (55.931)
家屋損失ダミー*第3期ダミー	-68.0066 (158.022)
家屋損失ダミー*第4期ダミー	-147.5235*** (39.556)
家計メンバー死亡ダミー*第2期ダミー	952.6337*** (257.110)
家計メンバー死亡ダミー*第3期ダミー	1,027.0911** (481.339)
家計メンバー死亡ダミー*第4期ダミー	28.6903 (73.767)
漁船損失ダミー*第2期ダミー	244.3629** (96.495)
漁船損失ダミー*第3期ダミー	330.4664 (256.702)
漁船損失ダミー*第4期ダミー	271.5623*** (66.814)
農地被害ダミー*第2期ダミー	4.8020 (23.956)
農地被害ダミー*第3期ダミー	-149.8482*** (54.257)
農地被害ダミー*第4期ダミー	-35.7180** (15.071)
第2期ダミー	41.2726* (24.032)
第3期ダミー	163.2672*** (55.055)
第4期ダミー	59.2580*** (15.151)
定数項	0.7267*** (0.097)
観測数	1,600
決定係数	0.235

注) Robust standard errors in parentheses. \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ .

であり、その実質的な損失がより大きかったかもしれない。

さらに、金銭的な支援が住宅の滅失に関連づけられている可能性を見るため、援助額を住宅被害、漁船被害、人的被害に回帰した結果を示すのが表7である。この表において示されたOLSの係数は、各被害が援助受け取り額に及ぼす因果関係ではなく、各被害に対して各期においてなされた援助額の平均値を示していると解釈できる。第2期期首における住宅被害への平均的支援額は、人的被害・漁船被害に対する支援額には及ばないものの正の値をとっており、統計的にも有意である。

## 5. おわりに

本論文では、2004年12月末に発生したインド洋津波による、タミル・ナドゥ州の被災者に

関して、独自に収集したマイクロデータを用い、津波被害が厚生水準に与えた影響を、消費変動を基準として分析した。こうした分析は、自然災害としての津波の特性に注目し、自然実験的な状況から津波被害の影響を明らかにするというものである。

データから、家屋・資産への被害や、家計メンバーの死亡、漁船の損失被害が海岸線から約500メートルまでの地帯に特に集中していることがわかるが、政府やNGOからの援助も海岸付近の家計を対象として集中的に行われた。インド洋津波の被災者にとって津波は全く予期せざる災害であり、津波という災害への防災のため海岸からの距離を考慮して住居の位置を決めていた世帯は皆無であったといえる。そのため、津波による被害の操作変数として、海岸からの距離を用いることが正当化される。こうした識別の戦略を基に、消費オイラー方程式を推計した。推計結果は、流動性制約の直面しないグループにおける所得変化が消費成長率に影響を与えない一方、漁船の損失と家計メンバーの死亡が消費成長率を有意に低下させるということを示しており、消費オイラー方程式の理論と整合的である。他方、家屋の損失ダミー変数は、消費成長率に対して一貫して正で統計的に有意な係数を示している。この理由としては、被害に対してその直接的な被害額を上回る支援がなされており、そうした支援の効果が消費をむしろ増加させている可能性がある。

本論文の理論的実証的結果は、自然災害に対する資産被害に対しては、信用への追加的なアクセスが保険機能として有効に働かえないことを示している。したがって、政策介入としては、資産被害に対する直接・間接の補助政策を通じて、いわば実効的に利子率を下げるような政策が必要とされるであろう。とはいえ、自然災害の発生に際し事後的な公的支援制度を整備しておく、人々の事前の防災インセンティブを減らし、被害発生リスクを増加させるというモラルハザードの問題がある(Horwich, 2000)。モラルハザードの抑止のためには、支援の受給に際して被災者に何らかのコストを負担させるのが望ましいため、モラルハザードを誘発する恐れのある直接補助金を給付するよりも、例え

ば利子補助のある緊急融資プログラムを被害者に提供する方が望ましいといえるかもしれない。こうした側面からみると、信用の供与という政策自体が必ずしも無効ということでもない可能性がある。

我々の調査対象地域を中長期的に見た場合、所得の回復には労働収入、すなわち労働市場の役割が大きかったという結果もある(Umetsu, et. al, 2010)。こうした分析結果と比較すると、災害後の時期によって望ましい政策の重心は変わりうるものと考えられる。いずれにしても、災害にかかわるこうした政策設計の課題を今後研究してゆくためには、その前提となる精緻なマイクロデータの収集と分析が不可欠であろう。

(東京大学大学院経済学研究科・成城大学経済学部・カリフォルニア大学パークレー校)

## 注

\* 本研究は、2006年に東京大学大学院経済学研究科21世紀COEプロジェクト「市場経済と非市場機構との関連研究拠点(CEMANO)」がタミル・ナドゥ農業大学との共同調査によって収集した津波被災者調査の成果に基づいている。本データの収集にあたって資金援助をしてくださった、CEMANOプロジェクト(当時)の吉川洋リーダー、岩井克人サプリーダーに深く感謝したい。また、現地調査において共同研究者として現地調査の実施を取り纏めたタミル・ナドゥ農業大学のK. Palanisamiタミル・ナドゥ農業大学教授(当時)にも深く感謝する。また、梅津千恵子氏、黒崎卓氏をはじめ、「家計の脆弱性と復元力」研究会(2010年12月22日於一橋大学経済研究所)の参加者から有益なコメントをいただいた。いうまでもなく、あり得べき誤りは筆者の責任である。

1) 災害の社会的インパクトに関する概要は、Skoufias(2003)やSawada(2007)、澤田(2004, 2006, 2010)にまとめられている。

2) この消費には、食糧消費・非食糧消費が共に含まれており、Deaton(1997)のmoney metric utility(貨幣単位の効用)の概念に従って総消費価値を算出したものである。

3) Two sample Kolmogorov-Smirnov 検定の結果からも、漁船の損失、家計メンバーの死亡被害に関して、一次確率優位の傾向が統計的に確認される。他方、農地被害に関しては、被災者が受け取った援助額の方が有意に少ないことも明らかとなった(図3(d))。これは政府やNGOの援助が海岸付近の漁村に集中していたことと整合的である。

## 参考文献

林春男(2003)『いのちを守る地震防災学』岩波書店。  
黒崎卓(2009)『貧困と脆弱性の経済分析』勁草書房。  
京都大学防災研究所編(2001)『防災学ハンドブック』

朝倉書店。

永松伸吾(2008)『減災政策入門—巨大災害リスクのガバナンスと市場経済』弘文堂。

齊藤誠(2005)「リスクファイナンスの役割：災害リスクマネジメントにおける市場システムと防災政策」

多々納裕一・高木朗義編(2005)『防災の経済分析—リスクマネジメントの施策と評価』勁草書房。

澤田康幸(2004)「生活復興から見た支援のあり方」神戸大学阪神・淡路大震災メモリアル学術シンポジウム、2004年11月5日。

澤田康幸(2006)「人間の安全保障と開発経済学」『アジア研ワールドトレンド』No.124、2006年1月号、pp.4-7。

澤田康幸(2010)「自然災害・人的災害と家計行動」池田新介・大垣昌夫・柴田章久・田淵隆俊・前多康男編・宮尾龍蔵編『現代経済学の潮流2010』東洋経済新報社。

多々納裕一・高木朗義編(2005)『防災の経済分析—リスクマネジメントの施策と評価』勁草書房。

Aldrich, Daniel P. (2011) "The Externalities of Strong Social Capital: Post-Tsunami Recovery in Southeast India," forthcoming, *Journal of Civil Society*.

Besley, Timothy (1995) "Savings, Credit and Insurance," in Jere Behrman and T. N. Srinivasan, eds., *Handbook of Development Economics*, Volume 3A, North-Holland, Sections 4.5, 4.6, and 4.7.

Camerer, Colin F. and Howard Kunreuther (1989) "Decision Process for Low Probability Events: Policy Implications," *Journal of Policy Analysis and Management*, Vol. 8, No. 4, pp. 565-592.

Carter, Michael R., Peter D. Little, Tewodaj Mogues and Workneh Negatu (2007) "Poverty Traps and Natural Disasters in Ethiopia and Honduras," *World Development*, Vol. 35, No. 5, pp. 835-856.

Deaton, Angus (1997) *The Analysis of Household Surveys: A Microeconomic Approach to Development Policy*, Oxford University Press.

Dercon, Stefan ed. (2005) *Insurance against Poverty*, Oxford University Press.

DiNardo, John (2008) "Natural Experiments and Quasi-natural Experiments," Steven N. Durlauf and Lawrence E. Blume, eds., *the New Palgrave Dictionary of Economics*, Second Edition, Palgrave Macmillan.

Eswaran, M. and A. Kotwal (1989) "Credit as Insurance in Agrarian Economies," *Journal of Development Economics*, Vol. 31, No. 1, pp. 37-53.

Fafchamps, Marcel (2003) *Rural Poverty, Risk and Development*, Edward Elgar.

Froot, Kenneth A., ed. (1999) *The Financing of Catastrophe Risk*, National Bureau of Economic Research Project Report, University of Chicago Press.

Gitter, Seth and Bradford Barham (2007) "Credit, Natural Disasters, Coffee and Educational Attainment in Rural Honduras," *World Development*, Vol.

- 35, No. 3, pp. 498-511.
- Hirshleifer, Jack (1966) "Disaster and Recovery: The Black Death in Western Europe," RAND Corporation Memorandum, RM-4700-TAB, Feb, 1-31.
- Horwich, George (2000) "Economic Lessons from Kobe Earthquake," *Economic Development and Cultural Change*, Vol. 48, No. 3, pp. 521-542.
- Khan, Matthew E. (2005) "The Death Toll from Natural Disasters: The Role of Income, Geography, and Institutions," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 87, No. 2, pp. 271-284.
- Kohara, Miki, Fumio Ohtake, and Makoto Saito, (2006) "On Effects of the Hyogo Earthquake on Household Consumption: A Note," *Hitotsubashi Journal of Economics*, Vol. 47, No. 2, pp. 219-228.
- Kunreuther, Howard, Ralph Ginsberg, L. Miller, Phillip Sagi, Paul Solvic, B. Borakan, and N. Katz (1978) *Disaster Insurance Protection: Public Policy Lessons*, New York: Wiley.
- Kunreuther, Howard and Adam Rose eds. (2004) *The Economics of Natural Hazards I and II*, The International Library of Critical Writings in Economics 178, Edward Elgar Publishers, Inc.
- Lee, L-F. (1982) "Some Approaches to the Correction of Selectivity Bias," *Review of Economic Studies*, Vol. 49, No. 3, pp. 355-372.
- Lee, J. J. and Y. Sawada (2010) "Precautionary Saving under Liquidity Constraints: Evidence from Rural Pakistan (with Jeong-Joon Lee)," *Journal of Development Economics*, Vol. 91, No. 1, pp. 77-86.
- Morduch, J. (1994) "Poverty and Vulnerability," *AEA Papers and Proceedings*, Vol. 84, No. 2, pp. 221-225.
- Nakata, Hiroyuki, Yasuyuki Sawada, and Mari Tanaka (2010) "Asking Retrospective Questions in Household Surveys: Evidence from Vietnam," RIETI Discussion Paper, 10-E-008.
- Rodriguez, S., Balasubramanian, G., Shiny, M. P., Mohanambigai, D. and Jaiprakash, P. (2008) *Beyond the Tsunami: Community Perceptions of Resources, Policy and Development, Post-Tsunami Interventions and Community Institutions*, UNDP/ UNTRS, Chennai and ATREE, Bangalore, India.
- Sawada, Yasuyuki (2007) "The Impact of Natural and Manmade Disasters on Household Welfare," *Agricultural Economics*, Vol. 37, No. s1, pp. 59-73.
- Sawada, Yasuyuki, Rima Bhattacharyay and Tomoaki Kotera (2011) "Aggregate Impacts of Natural and Manmade Disasters: A Quantitative Comparison," RIETI Discussion Paper, 11-E-023.
- Sawada, Yasuyuki and Satoshi Shimizutani (2007) "Consumption Insurance against Natural Disasters: Evidence from the Great Hanshin-Awaji (Kobe) Earthquake," *Applied Economics Letters*, Vol. 14, No. 4, pp. 303-306.
- Sawada, Yasuyuki and Satoshi Shimizutani (2008) "How Do People Cope with Natural Disasters? Evidence from the Great Hanshin-Awaji (Kobe) Earthquake in 1995," *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 40, No. 2-3, pp. 463-488.
- Scott, Kinnon (2000) "Credit" in Margaret Grosh and Paul Glewwe, eds., *Designing Household Survey Questionnaires for Developing Countries: Lessons from 15 Years of the Living Standards Measurement Study*, World Bank, Washington, D.C.
- Shoji, Masahiro (2010) "Does Contingent Repayment in Microfinance Help the Poor During Natural Disasters?" *Journal of Development Studies*, Vol. 46, No. 2, pp. 191-210.
- Skidmore, Mark, and Hideki Toya (2002) "Do Natural Disasters Promote Long-Run Growth?" *Economic Inquiry*, Vol. 40, No. 4, pp. 664-687.
- Skoufias, Emmanuel (2003) "Economic Crises and Natural Disasters: Coping Strategies and Policy Implications," *World Development*, Vol. 31, No. 7, pp. 1087-1102.
- Strömberg, David (2007) "Natural Disasters, Economic Development, and Humanitarian Aid," *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 21, No. 3, pp. 199-222.
- Takasaki, Yoshito, Barham, Bradford L., and Coomes, Oliver T. (2004) "Risk Coping Strategies in Tropical Forests: Floods, Illnesses, and Resource Extraction," *Environment and Development Economics*, Vol. 9, No. 2, pp. 203-224.
- Townsend, R. M. (1994) "Risk and Insurance in Village India," *Econometrica*, Vol. 62, No. 3, pp. 539-591.
- Toya, Hideki and Mark Skidmore (2007) "Economic Development and the Impacts of Natural Disasters," *Economics Letters*, Vol. 94, No. 1, pp. 20-25.
- Umetsu, Chieko, Thamana Lekprichakul, K. Palanisami, M. Shathasheela, and Takashi Kume (2010) "Resilience of Tsunami Affected Households in Coastal Region of Tamil Nadu, India," paper presented at a conference, "The Indian Ocean Tsunami: 5 Years Later, Assessing the Vulnerability and Resilience of Tsunami Affected Coastal Regions," on 1-3 March 2010, Hotel Grand Pacific, Singapore.
- Zeldes, Stephen P. (1989) "Consumption and Liquidity Constraints: An Empirical Investigation," *Journal of Political Economy*, Vol. 97, No. 2, pp. 305-346.