

自然災害による精神的被害の計測可能性に関する一考察

鳥取大学大学院 学生会員 ○森 健治
 京都大学防災研究所 正会員 横松宗太
 鳥取大学工学部 正会員 喜多秀行

1. はじめに

従来、自然災害による被害は物的被害と人的被害について統計が取られてきた。被害を経済評価する場合には、そのような統計を基に物的被害や人的被害について復旧費用や逸失利益が求められてきた。また防災対策の便益評価をする場合には、経済的被害の軽減効果が用いられてきた。

一方、自然災害による重要な被害のひとつとして精神的被害の存在が指摘されてきた。しかし、精神的被害の計量方法は確立していない。そのため、精神的被害は防災投資の便益を計測する際の対象とされてこなかった。そこで本研究では精神的被害を物的・人的被害と重複しない形でいくつかに分類し、モデルを通じて精神的被害の計測可能性について検討する。

2 精神的被害の分類とその計測可能性・妥当性

精神的被害を性質によって、いくつかに分類する。本研究では、時間の変化を考慮しない静学的枠組みを用いて精神的被害を分類する。

- (1) リスク認知の矯正や過剰設定。
- (2) 以前に思い描いていた状態、あるべき状態と現状のギャップがもたらす精神的被害。
- (3) 以前に思い描いていた人生経路に復帰できるかどうかの不安、心配。
- (4) 市場で再調達できない財を失った失望感。
- (5) 元気、活力の損失。

以上の精神的被害について計測可能性・妥当性について検討しよう。まず精神的被害(1)はリスク認知を過剰に設定しているということをどのように計測するのかに課題が残る。精神的被害(2)、(3)は人によって以前思い描いていた人生経路というものに差があり、防災投資の便益評価など政策評価に用いると不公平が生じると考えられる。よって精神的被害(1)、(2)、(3)は本研究では計測、政策評価の対象外とする。

本研究では精神的被害(4)、(5)の計測可能性について検討する。精神的被害(4)における「市場で購入できない財」は保険などのリスクファイナンス手段が有効でないという重要な性質を持っている。「市場で購入できない財」の被害リスクや、それを失ったことによる「喪失感」などの精神的被害のリスクに対しては、

リスクコントロールにより対処していくほかはない。また、本研究では「市場で購入できない財」のなかでも、とりわけ経済主体である家計が自身の時間を投入することによって形成する有形・無形の財に焦点を当てる。無形の財には子供や近所との関係、子供の教育なども含まれる。本研究では家計が時間をかけて財を形成する過程を、時間を投入要素とした生産関数を用いたミクロ経済モデルで表現する。

災害が起こるとそのような財は保険を通じて補填することができないので、家計は自身の時間を投入して復旧することになる。これにより家計の労働収入や消費行動、資産形成行動が変化する。以上の状況を表現するために、家計の行動モデルとして時間・予算制約条件のもとで最適消費・資産形成モデルを定式化する。

一方、災害によって精神的被害(5)の「元気、活力の損失」が起こった場合には、祝物や娯楽サービスなどの財を消費することによって得る効用は減ると考えられる。このような財を本研究では便宜的に「奢侈品」と呼ぶものとする。そして間接効用関数の変化から災害による被害を導出する。以上から家計自身が時間を投入して形成する財の被害や、「奢侈品」の消費データの変化として反映される精神的被害を計量する方法を提案する。

3. 家計の行動モデル

家計の行動モデルとして、1期間の最適消費・資産形成を効用最大化問題として定式化する。家計はストックされる財として、市場で購入でき保険のかけられる財(以下、 X 財)と市場で購入できず家計自身が形成し保険のかけられない財(以下、 Z 財)を保有とする。各財の期初の資産水準をそれぞれ $\tilde{x}$ 、 $\tilde{z}$ とする。 X 財には保険料率 η 、カバー率 β の保険がかけられているとし、 x だけ購入され、最終的なストックとして X^1 を達成しそのストックは減耗率 δ_x で減耗するとする。 Z 財は家計が時間 t を投入して生産関数 $f(t)$ で z だけ形成され、最終的なストックとして Z^1 を達成し、そのストックは減耗率 δ_z で減耗するとする。以上より期末における X 財と Z 財それぞれの財の蓄積を表す方程式は次のように表される。

$$X^1 - \tilde{X} = x - \delta_x X^1 \quad (1)$$

$$Z^1 - \tilde{Z} = z - \delta_z Z^1 \quad (2)$$

$$z = f(t) \quad (3)$$

家計は、「奢侈品」と「必需品」を消費するとする。「必需品」は、「奢侈品」以外の消費財を表すものとする。「必需品」と「奢侈品」の価格と消費量はそれぞれ p_c , c と p_h , h で表されるものとする。

家計は総活動時間 T のうち、 Z 財の形成に使われる時間 t を除いた時間 $(T-t)$ を投じて、賃金率 w で労働し、所得 $w(T-t)$ を得るものとする。

以上より、 X 財を価値尺度財として、予算制約式は次式で表される。

$$p_c c + p_h h + x + \eta \beta X^1 = w(T-t) \quad (4)$$

家計の効用関数は、元気や活力の水準 Q を用いて次式で表されるものとする。

$$U^1 = u_1(c) + u_2(h, Q) + u_3(X^1) + u_4(Z^1) \quad (5)$$

式(5)の第2項 $u_2(h, Q)$ は次のような性質を持つものとする。

$$\frac{\partial u_2}{\partial h} > 0, \quad \frac{\partial u_2}{\partial Q} > 0, \quad \frac{\partial^2 u_2}{\partial h \partial Q} > 0 \quad (6)$$

すなわち Q が大きいほど、奢侈品の限界効用が増加する。式(5)のその他の項の性質は、 $(i, j) = (1, c), (3, X), (4, Z)$ を用いて次のように表されるものとする。

$$\frac{du_i}{dj} > 0, \quad \frac{d^2 u_i}{dj^2} \leq 0 \quad (7)$$

以上から、式(1)~(4)を制約式として効用最大化問題を定式化すると、ラグランジュ関数は次式で表される。

$$L = U^1 + \lambda \{w(T-t) - p_c c - p_h h - ((1+\delta_X)X^1 - \tilde{X}) - \eta \beta X^1\} + \nu \{f(t) - ((1+\delta_Z)Z^1 - \tilde{Z})\} \quad (8)$$

これより1階条件は次のように表される。

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial c} = \frac{du_1}{dc} - \lambda p_c &= 0, & \frac{\partial L}{\partial h} = \frac{\partial u_2}{\partial h} - \lambda p_h &= 0 \\ \frac{\partial L}{\partial t} = -\lambda w + \nu \frac{df(t)}{dt} &= 0, & \frac{\partial L}{\partial Z^1} = \frac{du_4}{dZ^1} - \nu(1+\delta_Z) &= 0 \\ \frac{\partial L}{\partial X^1} = \frac{du_3}{dX^1} - \lambda(1+\delta_X + \eta\beta) &= 0 \end{aligned}$$

最適解を $(c^*, h^*, X^{1*}, Z^{1*}, t^*)$ と表すものとする、間接効用関数 V は次式で表される。

$$\begin{aligned} V = U^1(c^*, h^*, X^{1*}, Z^{1*}, Q) \\ + \lambda^* \{w(T-t^*) - p_c c^* - p_h h^* - ((1+\delta_X)X^{1*} - \tilde{X}) - \eta \beta X^{1*}\} \\ + \nu^* \{f(t^*) - ((1+\delta_Z)Z^{1*} - \tilde{Z})\} \end{aligned} \quad (9)$$

4. 精神的被害の計測方法

災害による被害を間接効用関数 V の変化(減少)によって以下のように定義する。

$$dV = \lambda^* (-d\tilde{X}) + \nu^* (-d\tilde{Z}) + \frac{\partial u_2(h^*, Q)}{\partial Q} (-dQ) \quad (10)$$

上式の右辺は包絡面の定理を適用して導出している。上式における $(-d\tilde{X})$, $(-d\tilde{Z})$, $(-dQ)$ を災害による直接被害であるものとする。 $(-dX^0)$ を保険で補われる前の X 財の総被害であるものとして、 $(-d\tilde{X})$ は次式で表される。

$$-d\tilde{X} = -(1-\beta)dX^0 \quad (11)$$

式(11)より式(10)は次式として表される。

$$dV = -\lambda^*(1-\beta)dX^0 - \nu^* d\tilde{Z} - \frac{\partial u_2(h^*, Q)}{\partial Q} dQ \quad (12)$$

ここで5つの仮定を置く。

仮定1: X 財に関する効用関数を次のように仮定する。

$$u_3(X) = X$$

仮定2: Z 財の生産関数を次のように仮定する。

$$f(t) = t$$

仮定3: X 財と Z 財の減耗率を等しいものと仮定する。

$$\delta_Z = \delta_X = \delta$$

仮定4: Z 財に関する限界効用関数を次式で仮定する。

$$\frac{du_4}{dZ} = \frac{\gamma}{Z}$$

仮定5: 奢侈品に関する限界効用関数を仮定する。

$$\frac{\partial u_2}{\partial h} = -\alpha h + Q$$

仮定1より式(12)の各項が金銭単位で表される。またパラメータ γ , α は既知とする。式(12)の第1項は X 財の被害評価額を表し、第2項は Z 財の被害評価額を表し、第3項は精神的被害の評価額を表している。1階条件と仮定から精神的被害 M は図-1において、図形 AQ^0QB の面積で表される。

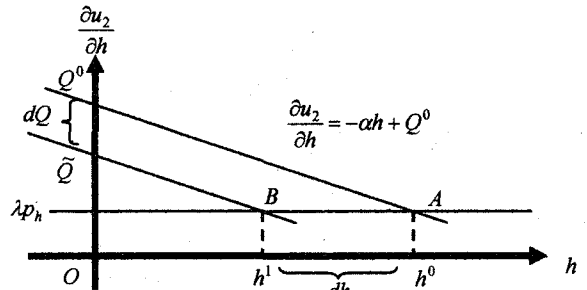


図-1 奢侈品に関する限界効用関数の災害による変化

$\tilde{Q}$ は災害後の元気や活力の水準を表すものとする。

精神的被害は図-1より次式で表される。

$$M = \alpha h^0 dh - \frac{1}{2} \alpha (dh)^2$$

$dh = h^0 - h^1$ を考慮すると次のように書き換えられる。

$$M = \frac{\alpha}{2} \left\{ (h^0)^2 - (h^1)^2 \right\}$$

平常時と災害時の「奢侈品」の消費データ h^0 , h^1 を用いて精神的被害 M を算出することができる。

5. おわりに

本研究では、被災前後の活動時間の変化、「奢侈品」の消費量の変化から精神的被害を計測する枠組みを提案した。実用化のためには、今回設定した多くの仮定を一つずつ緩和していくと同時に、パラメータの推計方法の開発が不可欠となる。さらに本研究では静学的枠組みを採用したが、動学的枠組みによって精神的被害をストックとフローに分けて求めることも重要である。