

地盤沈下による心理的被害の測定に関する一考察

岐阜大学 (正) 森杉寿芳 (学) 岩瀬 広 (学) 〇山口尚茂

1. はじめに

地盤沈下は物的被害のみならず、心理的被害をもひきおこす。そこで本研究では、期待効用仮説を導入し、各社会構成員は各々の期待効用を最大化するように行動するものと仮定し分析をすすめる。心理的被害の一例として、自宅居住者の地盤沈下によって洪水の起こる可能性が高まると仮定し、それにともなう不安感の上昇という心理的被害の測定法とその適用例を述べる。

2. 心理的被害費用の定義

まず、以下の仮定を設ける。

- ①地盤沈下レベルが δ_a から δ_b へ変化(悪化)とする($\delta_a < \delta_b$)。
- ②洪水の発生する確率は、沈下レベルの変化に伴って P_a から P_b へ変化するとする($P_a < P_b$)。
- ③不確実性下では、自宅居住者は、ある状態の効用に確率を乗じて加えた和、すなわち、期待効用 $E[U]$ を最大にするように行動するものとする。
- ④自宅居住者の所得 I は、地盤沈下レベルにかかわらず一定とする。
- ⑤自宅居住者の期待効用を $E[U]=E[U(Z, X, S, F)]$ とする。ただし、 Z は一般財、 S は地盤沈下レベル、 F は洪水が発生する場合を1、発生しない場合を2とし、 X はその他の住宅属性ベクトルとする。

以上の仮定のもとで、地盤沈下レベル δ_a および δ_b での自宅居住者の期待効用 $E[U_a]$ および $E[U_b]$ は、次のように仮定される。

- Ⓐ地盤沈下レベルが δ_a で、洪水の発生確率が P_a のとき(変化前)

$$E[U_a] = P_a \cdot U(Z, X, \delta_a, 1) + (1 - P_a) \cdot U(Z, X, \delta_a, 2)$$

- Ⓑ地盤沈下レベルが δ_b で、洪水の発生確率が P_b の

とき(変化後)

$$E[U_b] = P_b \cdot U(Z, X, \delta_b, 1) + (1 - P_b) \cdot U(Z, X, \delta_b, 2)$$

- Ⓒ地盤沈下の被害は、期待効用の変化分 $\Delta E[U]$ で測定される。すなわち

$$\Delta E[U] = E[U_b] - E[U_a]$$

この期待効用の変化分を貨幣タームに換算したものを被害費用といい、その換算方法として、EVの概念を利用する。EVとは地盤沈下の被害を避けるために、個人が支払うに値すると考える最高支払い意思額をいう。ただし、不確実性下では以下の3つの条件をつける。

条件(1) 支払いをした後であっても最低限、変化後の期待効用 $E[U_b]$ を維持するという条件を満足するものとする。

条件(2) 支払いの形式として、条件付支払いを考える。すなわち、もし洪水が発生すれば、 EV_1 なる支払いをし、洪水がない時には EV_2 なる支払いを行う形式とする。

条件(3) 条件(1)と条件(2)を満足する (EV_1, EV_2) の組合わせは無数にあるが、これらの中で期待支払い額 $P_a \cdot EV_1 + (1 - P_a) \cdot EV_2$ を最大にする EV_1 と EV_2 の期待値をEVとする。

以上のように定義された不確実性下でのEVの概念を定式化すると以下ようになる。

$$\begin{cases} EV = \max \{ P_a \cdot EV_1 + (1 - P_a) \cdot EV_2 \} \\ \text{s.t. } P_a \cdot U(I - EV_1, X, \delta_a, 1) + (1 - P_a) \cdot U(I - EV_2, X, \delta_a, 2) \\ \geq P_b \cdot U(I, X, \delta_b, 1) + (1 - P_b) \cdot U(I, X, \delta_b, 2) \end{cases} \quad (1)$$

3. 地盤沈下による心理的被害の測定方法

3-1 効用関数の特定化

線型

$$U(I, X, S, F) = \alpha_i(I + R - R) + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i + \beta_s(A - X_s) + \alpha_2(B - S) + \alpha_3 F \quad (2)$$

対数線型

$$U(I, X, S, F) = \alpha_1 \ln(I + \bar{R} - R) + \sum_{i=1}^4 \beta_i \ln X_i + \beta_5 \ln(A - X_5) \\ + \alpha_2 \ln(B - \delta) + \alpha_3 \ln F \quad (3)$$

ここで、 I :世帯年間所得(万円/年), $\bar{R}$:所有住宅価格(万円), R :住宅価格(万円), X_i :敷地面積(m^2), X_2 :延床面積(m^2), X_3 :公共サービス(便利2, 不便1), X_4 :下水, 都市ガス(整備2, 未整備1), X_5 :通勤時間(分), δ :地盤沈下量($\% \text{年}$), F :洪水の指標(有1, 無2)

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, A, B$:パラメータ

3-2. アンケート調査

(2),(3)式で仮定した効用関数を推定するために住宅の価格と特性の異なる2つの住宅案のどちらかを選ばせる一対比較形式の調査を実施し、これによって得られる選好データによって効用関数を推定する。

3-3. 選好モデルと推定方法

効用関数の推定には、ロジットモデルを適用し最尤推定法によってパラメータの推定を行なう。

3-4. EVの算出方法

(1)式に(2)式、(3)式を代入して、線型・対数線型のEVが求まる。

4. ケーススタディ

4-1. 概要

ここでは、前述の測定方法を、木曽川・長良川下流域で行なったアンケート調査から60世帯をランダム抽出したデータに適用した例を示す。

4-2. 推定結果と検討

線型・対数線型の期待効用関数のパラメータ推定結果は、表-1のとおりである。このことからわかるように、相関係数・ t 値も高いことから、このパラメータ推定が線型・対数線型のいずれの場合も信頼のおけるものと言える。だが、相関

表-2 EVの算出結果

	Case 1	Case 2
Linear	42.48	42.48
Log-Linear $I=300$	32.08	34.00
Log-Linear $I=600$	64.16	68.00

(万円/年)

	δ_a	δ_b	P_a	P_b
Case 1	20	40	0.05	0.10
Case 2	40	60	0.10	0.15

 I :世帯年間所得(万円/年) δ :地盤沈下量($\% \text{年}$) P :床下浸水確率

係数に關しては、線型の方が対数線型よりも高い値であることから、真の期待効用関数が線型に近い対数線型だと考えられる。

4-3. EVの算出例と検討

ケース1・2で、線型・対数線型のEVを算出したのが表-2である。しかし、式の展開より線型のEVは、所得の影響をふくまず、また、表-2よりケース1・2いずれの場合も、EVは同じ値となり、地盤沈下レベルおよび洪水確率の変化があった場合にも、その相対的变化が同じであれば、EVの値も同じになることがわかる。このことから対数線型のEVの方が線型のEVよりも現実的であると言える。また、表-2において、対数線型のEVが、32~68万円という値を得ている。これは、地盤沈下による心理的被害費用が非常に大きいことを示しており、また、所得の影響もかなり大きいことがわかる。

しかし、表-1に示したように、データに対する適合性は線型の方が対数線型よりも高いので、より精度の高い非線型効用関数の仮定が必要であるが、これは今後の課題である。

参考文献

森杉寿芳・岩瀬広:不確実性下の費用便益分析 -費用および便益の定義の提案-, 土木学会第38回年次学術講演会講演概要集IV PP.223~224, 1983

表-1 推定結果

	α_1	α_2	α_3	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	A	B	COR.	σ^2	$\bar{p}^2$
Linear	0.062 [(116.322)]	0.079 [(16.879)]	21.790 [(10.166)]	0.050 [(13.708)]	0.089 [(13.357)]	3.636 [(14.585)]	2.417 [(13.540)]	0.131 [(14.822)]	150	200	0.933	427.922	0.489
Log-Linear	16.135 [(14.394)]	7.375 [(2.032)]	27.587 [(8.607)]	8.145 [(9.276)]	6.957 [(8.458)]	4.231 [(12.028)]	2.415 [(10.028)]	8.294 [(14.134)]	150	200	0.866	0.006	0.396

COR:相関係数 σ^2 :分散 $\bar{p}^2$:決定指数 ():t Value