

不確実性下における便益定義の計量比較*

Quantitative and Comparison of Benefit Definition under Uncertainty

森杉 壽芳**, 林山 泰久***, 丹野 智之****, 高木 朗義*****

By Hisa MORISUGI, Yasushisa HAYASHIYAMA, Tomoyuki TANNO and Akiyoshi TAKAGI

1. はじめに

費用便益分析の分野では、Weisbrod (1964)¹⁾の問題提起に端を発する不確実性下の経済的評価手法に関する研究は、Graham (1981)²⁾等の議論を含めて蓄積が顕著であり、我が国においてもこの種の議論を総括的に取りまとめた文献として多々納(1993)³⁾(1997)⁴⁾および上田(1997)⁵⁾を挙げることができる。これら多々納や上田の研究により、不確実性下の便益定義の理論的整理がなされ、それぞれの便益定義が有する順序保存性および符号保存性等の理論的性質が明らかにされている。さらに、これらの便益定義の数値計算例は上田により示されているものの、実証的適用性に関する知見は得られているとは判断し難い。

一方、これまで土木分野において不確実性下の費用便益分析が適用されている事例としては、渇水、浸水および防災投資を挙げることができ、いくつかの適用事例が見られる。この中で一般均衡理論に依拠した理論モデルを構築し、さらに実証分析を行っているものとして高木(1996)⁶⁾、高木・森杉・上田ら(1996)⁷⁾がある。しかし、この研究以外に適応例はないために、実務的な意味でのモデルの頑強性を検討しているとは言い難い。

そこで、本研究では、理論モデルは高木(1996)⁶⁾、高木・森杉・上田ら(1996)⁷⁾に依拠するものとし、これまで様々に定義された不確実性下の便益を同一のケース・スタディを通して算出し、これら便益定義の計量比較を行うことを目的とする。すなわち、本研究は今後、我が国の防災投資の重要性を勘案し、研究レベルで蓄積されてきた不確実性下の便益評価のために構築された多地域一般均衡モデルが実務的に適用可能であるか否かの判断に資することを意図している。

2. 既存研究の問題点と本研究の考え方

上田⁵⁾、高木⁶⁾、高木・森杉・上田ら⁷⁾の研究では、防災投資に関する便益定義としてOption Priceの概念が最も優れているとの立場から、Option Priceを空間経済システムに応用したNon-Contingent EV (NCEV)を定義している。さらに、高木⁶⁾、高木・森杉・上田ら⁷⁾はNCEVを用いて実際の治水整備事業に適用し、便益計測を行っている。この理論モデルにおける世帯の立地モデルは、2段階からなるものと仮定し、第1段階では治水整備事業効果のある地域と無い地域を選択し、第2段階で事業効果のある地域内のどこに住むかを選択するという2段階Nested Logit Modelを構築している。しかし、このモデルでは整備効果が無い地域は全て同一の地域であると仮定しているという問題が残されている。

そこで、本研究では、今後、防災投資の費用便益分析が必要不可欠になることを鑑み、高木⁶⁾、高木・森杉・上田ら⁷⁾のような2~4ゾーンによる分析ではなく、100以上という細かいゾーン分割を行った場合における立地均衡モデルの実務的適応可能性を検討するものとする。そのため、分析対象地域を118メッシュに分割したゾーニングを行い、多地域一般均衡モデルを構築するものとする。

3. 立地均衡モデルの構築

本研究で用いる立地均衡モデルは高木⁶⁾、高木・森杉・上田ら⁷⁾に依拠するものとする。以下にそのモデルの概要を示す。

(1) モデルの前提

- ① 治水整備事業による直接効果のみならず、広域な波及効果をも分析できるように、社会活動を多地域一般均衡理論の枠組みで捉える。
- ② 治水整備事業における床上浸水確率を用いることにより、治水整備事業による不確実性の減少を表現する。
- ③ 本モデルでは、世帯の立地行動のみを考慮し、企業の立地行動は考慮しない。
- ④ 等価的偏差(Equivalent Variation: EV)の概念を拡張できるように、消費者行動を災害の生起確率を考慮した期待効用理論に基づいて捉える。

* Key Words: 防災計画, 河川計画, 公共事業評価法, 整備効果計測法

正 員 工博 東北大学教授 大学院情報科学研究科
(〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉06)

Tel.022-217-7498, Fax.022-217-7500)

正 員 工博 東北大学助教授 大学院経済学研究科
(〒980-8576 仙台市青葉区川内 Tel/Fax.022-217-6317)

学生員 東北大学大学院情報科学研究科 博士前期課程

正 員 工博 中日本建設コンサルタント㈱

(〒460-0003 名古屋市中区錦1-8-6,

Tel.052-232-6035, Fax.052-221-7388)

(2) 世帯の行動モデル

(a) 期待間接効用関数

まず、世帯の間接期待効用関数を(1)式のように特定化する。いま、治水整備事業を考えたとき、浸水被害は資産の損失を通じて所得に影響を及ぼすだけでなく、浸水時には歩行障害や渋滞などが発生するため、アクセシビリティも平常時とは異なり、また、駅までの距離も空間的には変化しないものの、効用の要因として捉えるならば時間距離として捉えるべきであり、先の理由と同様に平常時とは異なるものと考えられる。このことは土地市場、すなわち、地価についても同様な影響が考えられる。しかし、浸水深以外のデータは、平常時における状況下のものであるため、浸水被害と効用との関係を直接捉える事は困難である。そこで、本研究では、浸水被害が他の社会経済変数に影響を与えるという考え方に依拠して、浸水深を他の社会経済変数に乗じるという特殊な関数形を設定した。すなわち、本研究では、浸水被害に伴い様々な要因によって効用が変化することを間接的に捉えようとしたものである。なお、業務アクセシビリティと私事アクセシビリティをウェイトパラメータ d 、(1-d)で重み付けしたものを新たに総アクセシビリティとして扱うものとした。

$$\begin{aligned} E^j(V_{in}^j) &= \sum_i \phi_{in}^j \cdot V_{in}^j \\ &= \sum_i \phi_{in}^j a \ln(\bar{H} - H_{in}^j) [c \ln(R^j) + e(d(JAC^j) + \\ &\quad (1-d)(PAC^j)) + f(DIST^j) + h \ln(I)] \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、

i : 環境状態(洪水時 $i=1$, 平常時 $i=0$)

j : ゾーン

n : 治水整備状態($n=0$: 整備無, $n=1$: 整備有)

$E^j(V_{in}^j)$: ゾーン j の期待(間接)効用関数

V_{in}^j : ゾーン j , 状態 i, n における(間接)効用関数

ϕ_{in}^j : ゾーン j , 治水整備状態 n における環境状態 i の発生確率

H_{in}^j : ゾーン j , 状態 i, n における年平均期待浸水深

$\bar{H}$: 効用関数の序列を整合化する定数($\geq H_{in}^j$)

R^j : ゾーン j における地代

JAC^j : ゾーン j における業務アクセシビリティ

PAC^j : ゾーン j における私事アクセシビリティ

$DIST^j$: ゾーン j における駅までの距離

I : 所得

a, c, d ($0 < d < 1$), e, f, h : パラメータ

(b) 立地選択行動

世帯は、地域選択として治水整備事業の整備対象地域である地域A内にある各ゾーンに対して、不確実性を考慮し、各ゾーンの期待効用水準を所与として、より高い期待効用水準を達成できるゾーンへより多く立地するものと仮定する。そこで、本研究では、このような立地選択行動を過去の立地選択モデルの研究蓄積成果から、安定性を有するという意味においてLogit Modelを採用す

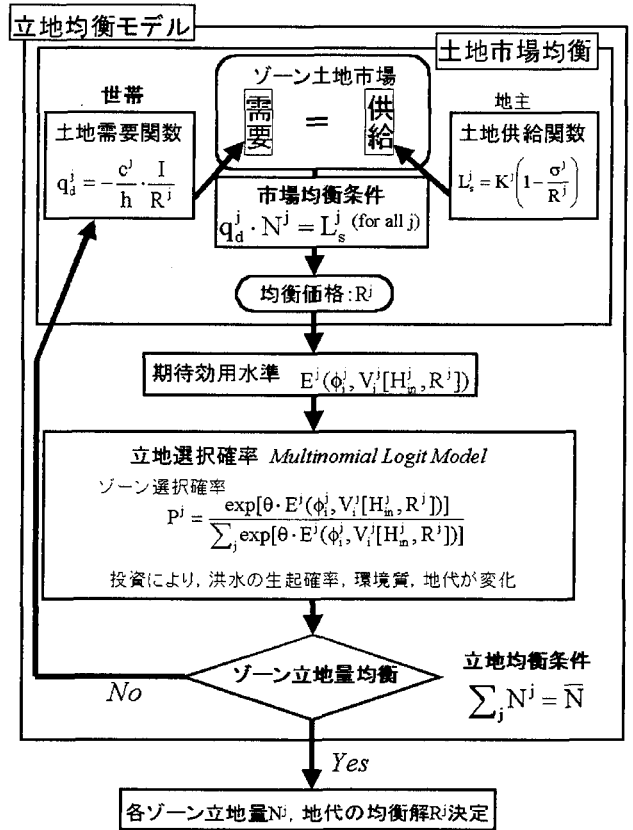


図-1 立地均衡モデル

るものとした。このとき、地域選択において達成される最大期待効用値 S は(2)式となる。

$$S = \frac{1}{\theta} \ln \left[\sum_j \exp(\theta \cdot E^j(V_{in}^j)) \right] \quad (2)$$

ここで、

S : 全地域における最大期待効用値

θ : ゾーン選択におけるLogitパラメータ

また、ゾーン j への選択確率 P^j は(3)式の様にLogit Modelを用いて表すことが出来る。

$$\begin{aligned} P^j &= \frac{\exp(\theta \cdot E^j(V_{in}^j))}{\sum_j \exp(\theta \cdot E^j(V_{in}^j))} \\ \sum_j P^j &= 1 \end{aligned} \quad (3)$$

(3) 不在地主

本研究では、不在地主は各ゾーン毎に所有している土地供給面積を地代(均衡価格)により変化させているものとして、大橋ら⁸⁾のモデルを参考に(4)式のように定式化する。すなわち、このモデルを用いることによって、地代の上昇が供給量を増加させ、下落が供給量を減少させる不在地主の行動を表現している。

$$L_s^j = K^j \left(1 - \frac{\sigma^j}{R^j} \right) \quad (4)$$

ここで、

L_s^j : ゾーン j における一括供給量

K^j : ゾーン j における供給可能面積

σ^j : パラメータ

(4) 均衡条件

(a) 市場均衡

土地市場は、ゾーン毎に必ず1つずつ存在するものと仮定すると、各ゾーンに立地した世帯は(1)式の期待間接効用関数からRoy's Identityにより、土地需要関数 q_i^j を導くことができる。

$$q_i^j = - \left(\frac{\partial E^j(V_i^j)}{\partial R^j} \right) / \left(\frac{\partial E^j(V_i^j)}{\partial I} \right) = - \frac{c^j}{h} \cdot \frac{I}{R^j} \quad (5)$$

一方、不在地主は(4)式に基づいて土地供給を行い、各ゾーンの均衡地代は(6)式の市場均衡条件により決定される。ここで、 N^j はゾーンjに立地する世帯数を示す。

$$q_i^j \cdot N^j = L^j \quad (\text{for all } j) \quad (6)$$

(b) 立地均衡

本研究における立地均衡条件は(7)式となる。

$$\sum_j N^j = \bar{N} \quad (7)$$

(c) 立地と市場の同時均衡

以上のような市場均衡条件および立地均衡条件からワルラス的な多市場同時均衡に基づき図-1の様に各ゾーンの均衡地代と立地量が同時に決定される。

4. 不確実性下の便益定義

(1) 便益の定義

ここでは、上田による等価的偏差の概念を用いて定義した不確実性下の便益定義を示す。この定義は補償的偏差(Compensating Variation: CV)でも定義可能である。本研究では、CVよりEVの方が便益定義として望ましいという森杉(1989)⁹⁾の主張に従い、EVで便益を定義することにする。なお、定義の詳細は上田を参照されたい。

①ゾーン・状態別EV(Zone-State Contingent EV: ZSCEV)

ゾーンj、環境状態(洪水の大きさ)i別に異なる便益であり、(8)式のように定義される。

$$V(I_i^j + ZSCEV_i^j, Q_i^j) = V_i^{bj} \quad (8)$$

但し、i:環境状態

j:ゾーン

a:整備前を表す

b:整備後を表す

$V(\cdot)$:間接効用関数

I:所得

Q:環境質

②ゾーン別EV(Zone-Contingent EV: ZCEV)

状態毎には一定であるが、ゾーン毎に異なった最小補償額を便益とした場合である。したがって、状態毎には一定であるが、一般的にゾーン毎に異なった便益値が算出される。また、これは、多々納⁹⁾のいう等価的Option Priceと同義である。

$$\sum_i \phi_i V(I_i^j + ZCEV^j, Q_i^j) = \sum_i \phi_i V_i^{bj} \quad (9)$$

但し、 ϕ_i :環境状態iの起こる確率

③Non-Contingent EV(NCEV)

防災投資を実施する前の状態において、防災投資を実施した後の最大期待効用値 S^b を維持するという条件の下で、防災投資を実施する前の状態にとどまるために必要であると個人が考える環境状態i、ゾーンjによらない最小補償額である。

$$\frac{1}{\theta} \ln [\sum_i \exp [\theta \{E(V(I_i^j + NCEV, Q_i^j))\}]] = S^b \quad (10)$$

但し、 $E(V(\cdot))$:期待間接効用関数

S :最大期待効用値

θ :パラメータ

④Zone-Contingent Fair Bet EV(ZCFBEV)

②と同様に状態毎には一定の補償額を考える。さらに、投資なしの場合に家計の置かれている状況に依存して追加的所得を給付する。その際に投資有と同じ期待効用水準は補償するという条件の下で家計への給付額を最小にするものであり、(11)式で定義される。

$$ZCFBEV^j = \min_{ZSCEV_i^j} \sum_i \phi_i ZSCEV_i^j \quad (11)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_i \phi_i V(I_i^j + ZSCEV_i^j, Q_i^j) = \sum_i \phi_i V_i^{bj}$$

⑤Social Fair Bet EV(SFBEV)

次に、状態、ゾーンによらない補償額を考える。その際、④と同じように投資有と同じ期待効用水準を補償する条件の下で家計への給付額を最小にするものであり、(12)式の様に定式化される。

$$SFBEV = \min_{ZSCEV_i^j} \sum_j P^j \sum_i \phi_i ZSCEV_i^j \quad (12)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_j P^j \sum_i \phi_i V(I_i^j + ZSCEV_i^j, Q_i^j) - \frac{1}{\theta} \sum_j P^j \ln P^j = S^b$$

但し、 P^j :ゾーンjへの立地選択確率

⑥ゾーン別期待EV(Zone-Contingent Expected EV: ZCEEV)

これはゾーン・状態別EVに環境状態iの生起確率を重みとした加重平均であり、期待値を意味する。

$$ZCEEV^j = \sum_i \phi_i ZSCEV_i^j \quad (13)$$

⑦社会的期待EV(Social Expected EV: SEEV)

さらにゾーン別期待EVに、各ゾーンの立地確率 P^j を乗じた加重平均として、(14)式が定義される。

$$SEEV = \sum_j P^j \sum_i \phi_i ZSCEV_i^j \quad (14)$$

(2) 便益評価値の図的解釈

プロジェクト有りと同じ期待効用を選ぶのに必要であると考える補償額の組み合わせを図-2に示す。点Aを治水整備前の状態として横軸に点Aからの平常時の補償額、縦軸に同じく災害時の補償額とする。すなわち、この曲線は所得で表した無差別曲線(Equivalent Income Locus)であり、特にこの場合はプロジェクト実施による効用の上昇をあきらめるのに必要な補償額であるので補償可能曲線とも呼ばれる。この中でSEEV、NCEV、SFBEVは式の定義から図-2の様に表現されることになる。

よって、各便益定義について、以下の関係が成り立つ。

$$\bullet \text{ SFBEV} \leq \text{NCEV} \quad (15)$$

$$\bullet \text{ SEEV } (\supseteq) \text{ NCEV} \quad (17)$$

(15), (16) は定義から明らかである。すなわち、NCEV, SEEV, SFBEV はすべてプロジェクト有りと同じ包括的期待効用水準を得るのに必要であると考える補償額の組み合わせの期待値であり、SFBEV はその最小値であるため、当然 NCEV, SEEV より大きくない。

一方、NCEVとSFBEVがプロジェクト有りの包括的期待効用水準に対して一意に補償額の組み合わせ及び期待値が決まる反面、SEEVはプロジェクト有りの包括的効用水準に対して補償額の組み合わせが一意に決まらない。したがって(17)に示すように、その期待値であるSEEVがNCEVより大きいかどうかは不明である。

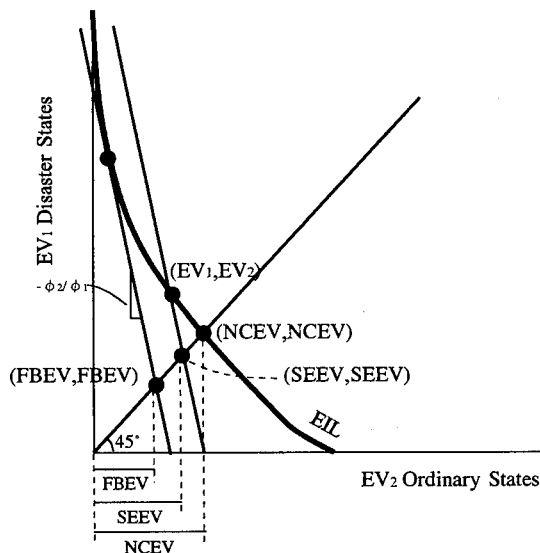


図-2 各便益評価値の図的解釈¹⁰⁾

(3) Option Value

これらの定義から考えられるオプション価値 (Option Price) は、以下のようなものを挙げることができる。

①社会的オプション価値(Social Option Value: SOV)

$$\text{SOV} = \text{NCEV} - \text{SEEV} \quad (18)$$

なお、このSOVは、(17)式より、正負の両符号を有する可能性があることが分かる。

②Social Fair Bet Option Value-1 (SFBOV1)

$$\text{SFBOV1} = \text{SEEV} - \text{SFBEV} \geq 0 \quad (19)$$

③Social Fair Bet Option Value-2 (SFBOV2)

$$\text{SFBOV2} = \text{NCEV} - \text{SFBEV} \geq 0 \quad (20)$$

ここで、これらの便益定義の違いは、個人が立地しているゾーンおよび個人が置かれている状態が分かっているかどうかの違いである。すなわち、NCEVはプロジェクト有無のどちらの場合も包括的期待効用水準だけが既知であり、如何なるゾーン・状態に置かれているか分からない場合の補償額である。一方、SFBEVはプロジェクト有りの場合では包括的期待効用水準だけが既知であり、如何なるゾーン・状態に置かれているかは未知であ

るものの、プロジェクト無しの場合では如何なるゾーン・状態が既知である場合の補償額である。したがって、SFBOV1はプロジェクト無しの場合における個人が立地しているゾーン及び置かれている状態についての情報の差を反映したOption Valueであると言える。

一方、SEEVはプロジェクト有無のどちらの場合も如何なるゾーン・状態が既知である場合の補償額であることを考えると、SFBOV2はプロジェクト有りの場合の個人が立地しているゾーン、状態についての情報の差を反映したOption Valueであると解釈できる。

④立地選択準Fair Bet Option Value (Location Choice Quasi
Fair Bet Option Value: LCOFBOV)

$$\text{LCOFBOV} = \sum_j \mathbf{P}^{\text{aj}} \mathbf{ZCFBEV}^j - \text{SFBEV} \quad (21)$$

(21) 式の右辺第一項はプロジェクト無しの場合に個人が立地している地域及び置かれている状態を特定化されている。したがって、このOption Valueはプロジェクト有りの場合の各地域の立地選択についての情報を反映したOption Valueである。これは個人が自由に立地選択を行えることに起因して生じているためである。

⑤地域選択の自由によるOption Value

$$\text{LCOOV} = \text{NCEV} - \text{EEV} \quad (22)$$

NCEVとEEVの差は立地選択確率の変化に対するOption Valueであると考えられる。すなわち、これはプロジェクト有りの場合に個人がより期待効用水準の高いゾーンへの立地の変更を行えるという機会の存在を反映したものであり、一種の準Option Valueの概念に属するものと考えられる。

5. 分析対象地域とモデルの構造推定結果

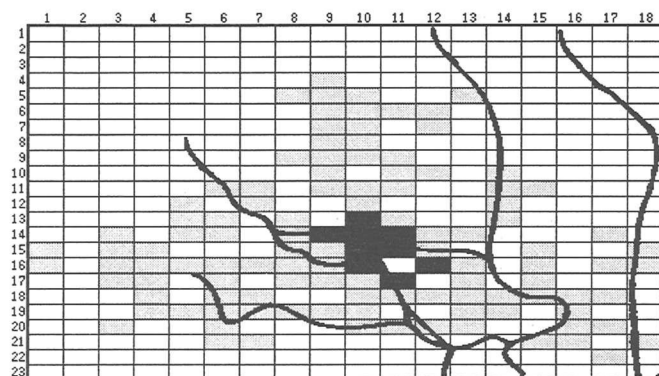
(1) 分析对象地域

本研究における分析対象地域は図-3であり、平成4年に完成・供用開始された首都圏のA川流域地域に施された治水整備事業である。また、A川流域は、大河川に囲まれた低平地であり、特に、近年は流域地域の都市化・市街化が急速に進んだことも相まって、浸水することにより多大な社会的損失を被ってきた地域である。なお、この分析対象地域は1kmメッシュである。図-3中で、色の付いたデータのある118ゾーンを用いた。ただし図中の濃い陰のつけた部分のメッシュは治水整備効果のあった地域(環境状態の生起確率 ϕ_i^j と年平均期待浸水深 H_i^j が変化した地域)である。また、対象地域の諸条件を表-1に示す。整備効果が有ったゾーンと無かったゾーンに分け、それぞれの平均を取ったものが表-1である。

(2) 立地均衡モデルによる推定結果

(a) 各行動モデルのパラメータ推定結果

本研究では、A放水路未完成時点において、立地均衡および市場均衡状態が成立しているものと仮定し、集計



図－3 対象地域

表－1 対象地域の諸条件

面積 (km ²)		整備効果のあった地域	整備効果のなかった地域
世帯数 (戸) (1990年)		30,121	477,591
環境状態の 生起確率 ϕ^j	WO平常時	0.92	0.95
	WO災害時	0.08	0.05
	W平常時	0.97	0.95
	W災害時	0.03	0.05
年平均期待 浸水深 H^j (m)	WO平常時	0.06	0.04
	WO災害時	0.23	0.13
	W平常時	0.01	0.04
	W災害時	0.13	0.13
総事業費		約900億円	

表－2 構造推定結果

変数名	偏回帰係数	t値
θ_{ae}	9.49×10^{-2}	4.96
θ_{af}	-5.99×10^{-3}	-6.03
θ_{ah}	0.182	7.26
定数項	0.461	8.28
修正済決定係数	0.56	
平均絶対誤差率 (%)	40.1	
件数	118	

Logit Modelの構造推定を行った。その構造推定結果を表－2に示す。さらに、高木⁶⁾、高木・森杉・上田⁷⁾を参考に、現況再現性の観点から $d=0.7, h=0.001, \theta=1$ を外生的に与えることにより、個別のパラメータが算出される。なお、 θ は世帯の移住の可能性を表すパラメータである。

(b) 現況再現性

上記で得られたパラメータ値を用いて、現況の立地量と地代の均衡解を求めた。その際平均絶対誤差率 (Mean Absolute Percentage Error:MAPE) は、表－2の様に均衡立地量で40%と比較的現況再現性が高い結果を得ることができた。

6. 不確実性下の便益定義の計測結果

本研究では、4.において定義された不確実性下での便益指標を算出するために、世帯の便益に関する各種EVを治水整備事業with and withoutの両ケースにおいて図－1の方法にて地代 R^j と立地量 N^j の均衡計算を行うことにより算出すると以下のような結果が得られた。

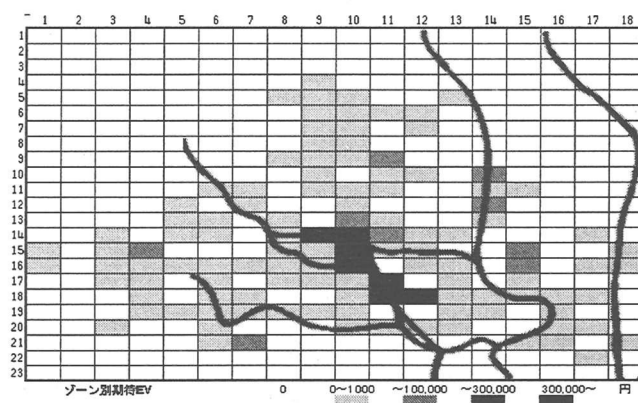
これらの結果をみると、Non-Contingent EVは世帯当

表－3 便益定義の算出結果の比較

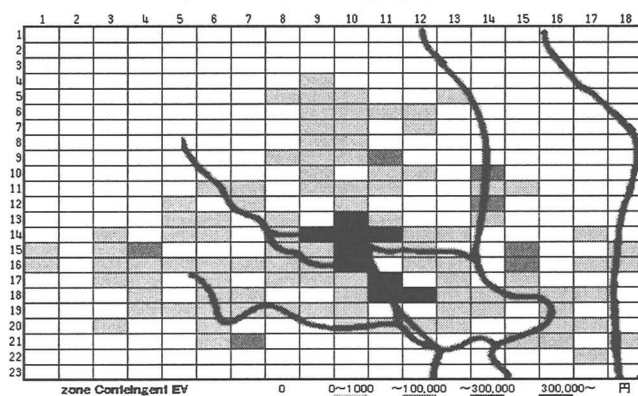
不確実性下の便益定義	世帯当たりの便益	社会的便益
Expected EV	31,900	2,434
Non-Contingent EV	31,000	2,361
Social Expected EV	28,500	2,178
Social Fair Bet EV	26,400	2,015
Social Option Value (NCEV-SEEV)	2,500	183
地域選択によるOption Value	-900	-72
SFBOV1 (SEEV-SFBEV)	2,100	162
SFBOV2 (NCEV-SFBEV)	4,600	345
LCQFBOV	4,900	377
生産者余剰	65	5
便益の地価への帰着分		1,690

注1) 単位:世帯当たりの便益:円/世帯・年, 社会的便益:億円

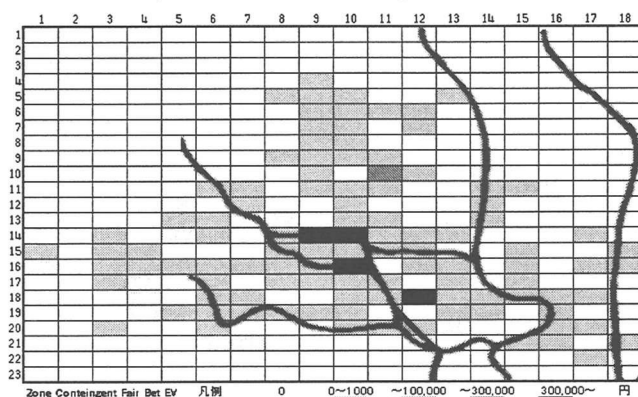
注2) 平成4年度価格, 割引率4%



図－4 ゾーン別期待EV



図－5 Zone Contingent EV



図－6 Zone Contingent Fair Bet EV

たり31,000円/年と算出され、社会的割引率4%で算出した社会的便益は2,361億円となった。また、今回分析対象とした治水整備事業の費用は約900億円であり、何れの便益定義においても費用便益比率は1.0を上回っている。また、どの便益定義においても世帯あたり約30,000円/年と算出され、何れの便益定義においても著しく異なった値は算出されなかった。また、Option Valueに関しては、SFBOV2、LCQFBOVが大きな値を示していることから、プロジェクト無しの場合における立地や環境状態における情報よりも、プロジェクト後の立地や環境状態における情報の方が価値があることが分かる。Fair Betで定義した立地の自由に関するOption Value (LCQFBOV)とExpected EV (LCQOC)で計測した場合の立地の自由度に関するOption Valueが大きく異なっている。この差は平常時と災害時で地代が変化したか否かというモデルの仮定による差であるものと考えられる。

一方、本研究では、この均衡計算によって求めた各ゾーンの地代の変化分 ΔR が既知であるために、これが治水整備による便益の土地への帰着分であると考えて計算すると、土地市場への便益帰着は1,690億円程度であることが明らかとなった。なお、本研究では、この指標は、均衡モデルにおけるヘドニック・アプローチ的な意味を有する指標であると解釈する。これらの結果を見ると、各種EVで計測した社会的便益は、地価への便益の帰着分の1.2倍～1.4倍程度の範囲である。

次にゾーン別期待EV、ゾーン別EV、Zone Contingent Fair Bet EVをそれぞれ図-4、図-5、図-6に示す。これらの図から、期待値の最小値をとると定義されているZone Contingent Fair Bet EVには、その値がゼロ値を示す箇所があり、さらに、最小値を示していることが分かる。また、ゾーン別期待EVとゾーン別EVの間では際だった数値の差は見られなかった。

7. 感度分析

(1) 浸水確率の変化と各種EVとの関係

治水整備事業を考えるとときに決定的な要因となりうる浸水確率である。しかし、この確率は正確な値を算出することは困難なために、このモデルの浸水確率に対する頑健性に関して感度分析を行う必要がある。このモデルによる、浸水確率の減少と各種便益の変化を図-7に示す。この図は、治水整備無しの浸水確率から治水整備有りでの浸水確率の減少分を100%として110, 90, 80, 70と変化させたときの各種便益の変化を示したものである。これを見ると、いずれの便益定義においても、線形的に変化していることが分かる。床上浸水が一般的に起こりうる10～30%のような比較的頻繁に起こる確率のときは、浸水深の減少の割合が線形的に変化することが分かる。しかし、その被害確率が限りなく0に近く、しかもいったん被害が起こると甚大なる損害を与える阪神大震災の

ような場合には、このような変化が当てはまらないことは言うまでもない。

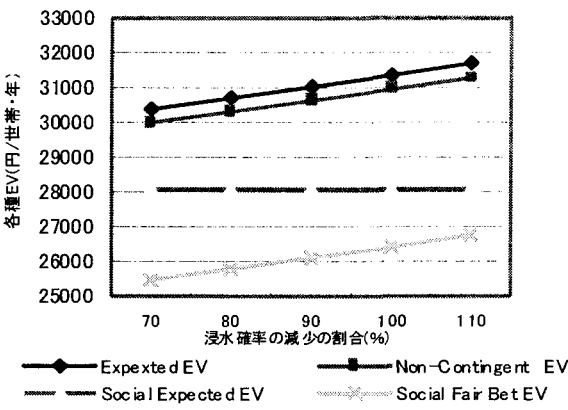


図-7 浸水確率と各種EVの変化

(2) パラメータと感度分析

次に、各種EVの実証的有效範囲を定量的に把握するため、外成的に与えた世帯の間接効用関数(1)のパラメータ a を変化させた場合の各種EVの変化に関する感度分析を実行した。その結果を図-8に示す。これを見ると、パラメータの増加率が-50%～-30%の場合は各種EVの変化率が大きく、パラメータが大きくなるほど各種EVの変化率が小さくなることが分かる。また、パラメータを-50%～50%と変化させてもEVの差は最大でも約4,000(円/世帯・年)となり、どの便益の定義においても高い精度で推定することが可能であれば、どの便益指標を使っても大差がないことが分かる。ただし、Social Fair Bet EVの変化のみが他の便益定義と異なった挙動を示していることが分かる。

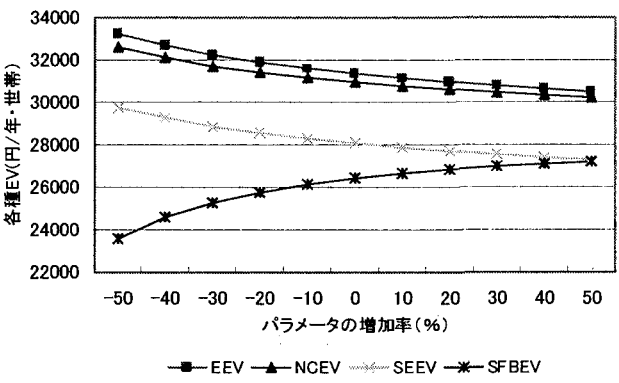


図-8 感度分析による各種EVの計測精度

8. おわりに

本研究では、高木⁶⁾、高木・森杉・上田⁷⁾による治水整備効果もたらす便益計測モデルを用い、過去、様々な定義された不確実性下の便益定義を実証的に計測し、各々の指標の計量比較を行った。その結果、今回の分析では何れの便益定義を用いても、費用便益比率が1.0を上回

り、また、この便益が地価に帰着した分でも、安全サイドの費用便益比率が算出されたことは興味深い。さらに、本研究では情報収集が可能な範囲でのゾーン分割を行い、多地域一般均衡モデルを適用しても、種々の便益定義指標が算出可能であることが可能であることが示された。さらに、世帯の間接効用関数のパラメータ α に関して感度分析を行ったところ、Social Fair Bet EVの変化のみがNon Contingent EV, Expected EV, Social Expected EVとは違う挙動を示し、Non Contingent EV, Expected EV, Social Expected EVであれば便益の値およびパラメータに対する感度も同様な傾向をみせており、何れの便益定義を用いても近似的に一致し得ることが定量的に示された。

【謝辞】

本論文を草するに当たり、(株)佐藤総合研究所岩松準氏、岡田卓也氏には貴重なご助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

【参考文献】

- 1) Weisbrod, B.A. (1964) : Collective Consumption Services of Individual Consumption Goods, Quarterly Journal of Economics, Vol.77, pp.71-77.
- 2) Graham, D.A. (1981) : Cost-Benefit Analysis under Uncertainty, The American Economic Review, Vol.71, No.4, pp.715-725.
- 3) 多々納裕一(1993) : 渇水リスクの経済的評価法に関する研究-渇水対策プロジェクトに着目して, 土木学会論文集, No.464/IV-19, pp.73-82.
- 4) 多々納裕一(1997) : 不確実性下のプロジェクト評価-課題と展望, 土木計画学研究・論文集, No.15, pp.19-30.
- 5) 上田孝行(1997) : 防災投資の便益評価-不確実性と不均衡の概念を念頭において, 土木計画学研究論文集, No.14, pp.17-34.
- 6) 高木朗義(1996) : 防災投資の便益評価手法に関する研究, 岐阜大学博士論文
- 7) 高木朗義, 森杉壽芳, 上田孝行, 西川幸雄, 佐藤尚(1996) : 立地均衡モデルを用いた治水投資の便益評価手法に関する研究, 土木計画学研究・論文集, No.13, pp.339-348.
- 8) 大橋健一, 青山吉隆(1988) : 土地政策からみた地域の開発効果の計量化に関する研究, 土木計画学研究・講演集, No.11, pp.391-397
- 9) 森杉壽芳(1989) : プロジェクト評価に関する最近の話題, 土木計画学研究・論文集, No.7, pp.1-33.
- 10) 高木朗義, 上田孝行, 長谷川俊英, 森杉壽芳(1997) : 不確実性下の便益定義に関する考察, 土木計画学研究・講演集20(2), pp.375-378.

不確実性下における便益定義の計量比較

森杉 壽芳, 林山 泰久, 丹野 智之, 高木 朗義

本研究では、過去に定義された不確実性下での便益定義の理論に基づき、同一のケース・スタディを通してそれらの定義による便益を算出し、これらの便益定義の計量比較を行った。さらに、その便益の地価への帰着分とも比較検討を行い、これらの実用性を定量的に検討した。その結果、いずれの便益定義においても費用便益比は1を越え、地価の変化分を指標とした値をヘドニック・アプローチ的な便益指標としてとらえると各種EVによる便益はその約1.2～1.4倍程度と算出され、いずれの便益定義を用いても大きな差が認められず、何れの便益定義においても近似的に一致することが定量的に示された。

Quantitative and Comparison of Benefit Definition under Uncertainty

By Hisa MORISUGI, Yasuhisa HAYASHIYAMA, Tomoyuki TANNO and Akiyoshi TAKAGI

The purpose of this paper is twofold i.e. to construct the model that can measure some benefit definitions under uncertainty within the context of multi-regional general equilibrium model and to classify the desirable benefit definition for the flood control projects. In conclusion, we could see the robustness of our approach and the accuracy and availability of the benefit definitions under uncertainty.