

S Pデータを用いた水辺利用行動選択モデルの環境評価への適用 Applications of the Discrete Choice Model Based on Stated Preference Data to Environmental Valuation on Waterside

清水 丞*, 萩原清子**, 萩原良巳***, 張 昇平****

S.Shimizu*, K.Hagihara**, Y.Hagihara*** and S.P.Zhang****

1. はじめに

近年、わが国では都市域を中心に人々の身近な自然環境への関心が高まりを見せるとともに、清流や景観、生態系の保全などに配慮した水辺整備が行われるようになってきた。

都市域における水辺の周辺には多くの人が生活をしているため、その整備に当たっては、周辺住民の意向を十分に把握し、反映させていくことが必要になるものと考えられる。

筆者らは、今まで都市域の水辺の望ましい姿を描くための一つの方法として、都市住民がどのような水辺を望んでいるのかを水辺環境への評価を通して把握する方法について検討してきた。具体的には、水辺環境の評価手法として、ランダム効用理論に基づく離散的選択モデルに基づいた評価手法を取り上げ、実際の水辺環境に適用し、モデルの適用方法について検討した^{1),2)}。また、当モデルを水辺環境の経済的評価に適用した³⁾。

上記の検討は、いずれも実際の水辺環境に適用した事例であり、いわゆるRP(Revealed Preference)データに基づくものである。

しかしながら、水辺整備の場合、各水辺はその地域固有の特徴を有するものであることから、周辺住民の意向を反映させるためには、特に事前に住民が

何を望み、水辺環境のどのような要素を改善するとどのような利用行動をとるのか、あるいはある環境要素を改善した場合にどれだけの経済的評価を見いだすのかといった情報を収集し、分析する必要がある。いわゆるSP(Stated Preference)データである。SPデータは、仮想的に想定した状況における代替案に対する選好を意思表示したデータであり、新商品の開発や販売のための情報源となるマーケティング・リサーチの分野で広く使われている。近年、土木工学の分野でも交通需要分析の需要予測にSPデータを用いることが多くなっている⁴⁾。

本稿では、実在する水辺環境を対象に、住民が改善を希望する環境要素の改善が実現した場合に、住民がどのような利用行動(ここでは行く/行かない)をとるのかを示したSPデータを用いて、水辺利用行動選択モデルの分析及び当モデルの環境改善の経済的評価への適用を示す。

2. SPモデルの推定とRPモデルとの比較

(1) SPデータ(改善後の選択結果)の作成

水辺環境改善後の水辺利用行動の変化は、アンケート⁵⁾により、現在の水辺環境に対する改善希望要素を質問の後に、希望改善要素が改善された後に水辺利用に変化があるか否かを尋ねたものである。

その結果、希望した改善がなされた後の水辺利用

Keywords:環境計画、親水計画、意識調査分析、整備効果計測法

* 正会員、工修、東京都立大学大学院都市科学研究科
(〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1

Tel:0426-77-1111, Fax:0426-77-2352)

** 正会員、工博、東京都立大学都市研究所

*** 正会員、工博、京都大学防災研究所総合防災研究部門

****正会員、工博、名城大学都市情報学部

表-1 環境改善後の行動変化

データ	項目	RP 合計	SP		
			行かない	行く	未回答
RP	行かない	175	65	102	8
	行く	215	0	210	5
	未回答	5	—	—	5
SP合計		395	65	312	18

(水辺に行く／行かない) に対する行動選択は、表-1に示すように変化すると意思表示があった。

(2) 適用モデルと諸設定

水辺利用行動に係る選択問題には、水辺に行く／行かないの二肢選択問題を取り上げ、次式のランダム効用理論に基づく離散的選択モデル(二肢選択のロジットモデル)を適用した。

$$\pi_{i1} = \frac{\exp(V_{i1})}{\exp(V_{i1}) + \exp(V_{i2})} \quad (1)$$

ここに、 π_{i1} は個人*i*が選択肢2(水辺に行かない)より選択肢1(水辺に行く)を選ぶ確率である。 V_{ij} は個人*i*が選択肢*j*(*j*=1 or 2)を選んだときの効用の確定的部分を示す。また、効用関数は、水辺の特性、物理的距離、個人の属性を特性変数とする関数を想定し、関数形は簡単のため、線形関数を用いた。

SPモデルでは効用関数の特性変数のうち、物理的距離と個人の属性はRPモデルとSPモデルの間では変わらないものとした。水辺の特性を示す認識データ(アンケート調査において、被験者に現在の水辺環境の状況を5段階評価[5点：非常によい、4点：ややよい、3点：どちらとも言えない、2点：あまり良くない、1点：非常に悪い]してもらった評価値)のうち、改善希望の要素については、改善後の評価値を改善後は非常に満足するものと仮定し、当該要素の評価値を「5」と設定した。(表-2参照)

表-2 改善希望要素(上位10位)

項目	得票数(票)			構成比(%)		
	計	変わら ない	もっと 行く	計	変わら ない	もっと 行く
1 水をきれいにする	234	67	167	62.1	57.3	64.2
2 ゴミをなくす	182	57	125	48.3	48.7	48.1
3 トイレをつくる	143	41	102	37.9	35.0	39.2
4 休む場所をつくる	108	24	84	28.6	20.5	32.3
5 木を多く植える	104	26	78	27.6	22.2	30.0
6 花を多く植える	97	31	66	25.7	26.5	25.4
7 公園をつくる	67	16	51	17.8	13.7	19.6
8 水車を多くする	64	17	47	17.0	14.5	18.1
9 遊歩道や歩道をつくる	53	12	41	14.1	10.3	15.8
10 いやな臭いをなくす	51	19	32	13.5	16.2	12.3

注) サンプル数N=377

(3) RPモデルとの比較

(1)で作成したSPデータを用いて、水辺利用行動に係る選択モデル(以下、SPモデルと呼ぶ)を推定し、RPデータを用いて推定した水辺利用行動に係る選択モデルと比較する。

RPモデルとSPモデルの推定結果を表-3に示す。

表-3 RPモデルとSPモデルの推定結果

特性変数	RPデータ			SPデータ		
	パラメータ値	t値	評価	パラメータ値	t値	評価
水がきれい	0.206	1.55	○	0.093	0.54	
木が多い	0.036	0.26		0.082	0.56	
昆虫が多い	-0.066	-0.42		0.424	2.21	●
休む場所が多い	0.350	2.58	●	0.063	0.48	
トイレが多い	0.090	0.54		0.044	0.41	
河川までの距離	-0.002	-2.49	●	0.001	1.44	
子供がいる	0.084	0.26		0.924	1.63	○
時間的ゆとりがある	0.169	0.67		0.684	1.88	○
関心がある	1.086	3.84	●	1.543	4.42	●
尤度比 ρ^2	$\rho^2 = 0.11$			$\rho^2 = 0.49$		

凡例 ●: パラメータの符号が適合し、t値が1.98を超えているもの。

○: パラメータの符号が適合し、t値が比較的高い(1.50以上)のもの。

比較の結果、当該河川では、現状において「水がきれい」や「休む場所が多い」が行動選択に影響しているが、改善希望が達せられると、それらの要素は利用の有無への影響力が低下し、逆に今まで行動選択に強く影響を与えていなかった残りの要素(昆虫が多い)がクローズアップされてきている。

一方、現状では、河川までの距離が利用行動に影響していたが、水がきれいになり、ゴミがなくなり、トイレや休む場所などが作られると、河川までの距離が大きく影響してこない結果となっている。これは、水辺環境の改善による魅力の増加により心理的誘致圏④が広がったものと考えられる。表-4は、改善前後の河川までの距離別の利用率を示したものである。

表-4 河川までの距離別利用率
(RPデータとSPデータによる比較)

河川までの距離	合計	RPデータ			SPデータ		
		利用 しない (票)	利用 する (票)	利用率 (%)	利用 しない (票)	利用 する (票)	利用率 (%)
50m以内	74	28	46	62.2	10	64	86.5
100m以内	74	32	42	56.8	15	59	79.7
250m以内	126	48	78	61.9	21	105	83.3
500m以内	75	42	33	44.0	14	61	81.3
501m以上	28	17	11	39.3	5	23	82.1
合計	377	167	210	55.7	65	312	82.8

これを見ると、RPデータでは、河川までの距離が遠くなるにつれて利用率が減少しているが、SPデータでは河川までの距離に関係なく、利用率が80%程度で推移しており、上記のことを裏付けている。

さらに、ある程度水辺環境が整備され、認識評価レベルが高くなってくると、水辺利用行動の選択は、「子供がいる」、「時間的ゆとりがある」、「関心がある」などの個人の属性に依存してくるものと解釈される。

3. SPモデルによる水辺の特性変化に伴う便益の計測

(1) CV値

一般に、選択肢 j の質が q_j^0 から q_j^1 へ変化した場合に、変化前と変化後に消費者の選択が前と変わらないとすれば、質の変化に伴う補償変分 (Compensating Variation) は、次式を満たす。

$$V_j(q_j^1, p_j, y - CV, m) + \varepsilon_j = V_j(q_j^0, p_j, y, m) + \varepsilon_j \quad (2)$$

ここに、CV：補償変分

- j ：選択肢 $j=1$ ：水辺を利用する
 $j=2$ ：水辺を利用しない
- V_j ：間接効用関数
- q^1 ：改善後の水辺環境の質
- q^0 ：改善前の水辺環境の質
- y ：所得
- p_j ：水辺利用に係る旅行費用
- m ：個人の属性

ここで、間接効用関数を以下のように特定化する。

$$V_j = \alpha_j + \beta(y - p_j) + \gamma q_j + \varepsilon m \quad (3)$$

効用関数が線形であれば所得の限界効用が一定値 β となる。したがって、本稿のような二肢選択モデルの場合、水辺環境の評価は、水辺整備前後の効用の差として次式で求められる³⁾。

$$CV = -\frac{1}{\beta} \left\{ \ln \left(\sum_{j=1}^2 \exp[V_j(q^1, p_j, y, m)] \right) - \ln \left(\sum_{j=1}^2 \exp[V_j(q^0, p_j, y, m)] \right) \right\} \quad (4)$$

(2) SPモデルの推定

水辺環境の経済的評価を行うために、効用関数の

特性変数の中に、河川までの距離に代えて水辺利用のための時間費用を含んだ(5)式の間接効用関数を推定する。

ここに、「水辺に行く($j=1$)」の選択肢の月間所得を「平均月間所得－河川利用のための時間費用」、「水辺に行かない($j=2$)」の選択肢の月間所得を「平均月間所得」のままとして効用関数の特性変数に導入する。ここに、河川利用のための時間費用を算出するに当たっては、まず河川利用のために時間費用は次のように算出した。

●河川利用のための時間費用

$$= \text{移動時間} \times \text{時間単価} \times \text{利用頻度}$$

●移動時間＝河川までの距離／60m/min×2

(徒歩を想定し、往復分)

●時間単価

$$= \text{現金給与総額} / \text{総実労働時間} \times \text{就業比率}$$

●利用頻度：アンケート結果

次いで、2.で適用した認識評価データ及び個人属性データを用いて、SPモデルを推定すると、表－5に示すロジットモデルが推定された。

表－5 SPデータによるロジットモデルの推定結果

特性変数	パラメータ値	t値
水がきれい	0.152	1.00
昆虫がいる	0.315	1.76
月間所得 [千円/月]	0.055	0.93
子供がいる	1.226	2.18
時間的ゆとりがある	0.734	2.14
水辺に関心がある	1.721	5.59
尤度比	$\rho^2 =$	0.48

(3) CV値の算出

表－5に示した効用関数を用いて、現状での認識評価と改善後の認識評価の差をもとにCV値を算出すると、表－6のようになる。これを見ると、水辺環境の改善によるCV値は約4,900円/月・人と推定された。

ここで算出した水辺環境の改善に対するCV値を行動変化パターン別に集計すると、表－7のようになる。これを見ると、現在水辺に行かず、かつ改善後も行く意思のない人は、CV値の平均値が低く、改善後に更なる利用の意思を表明した人ほど高いCV

値を示している。このことは、SPモデルによるここでのモデル分析が合理的な結果を導くものであることを示している。

表－6 CV値の度数分布

CV値 (千円/月)	標本数 (票)	構成比 (%)
0	86	29.7
0.1～2.0	5	1.7
2.1～4.0	44	15.2
4.1～6.0	52	17.9
6.1～8.0	55	19.0
8.1～10.0	16	5.5
10.1～15.0	17	5.9
15.1～20.0	6	2.1
20.1～30.0	8	2.8
30.1～	1	0.3
合計	290	100.0
最小値	0.0 千円/月	
平均値	4.9 千円/月	
最大値	30.6 千円/月	

表－7 行動変化パターン別 CV 値(平均値)

[単位: 千円/月]

データ	項目	改善後の行動変化		全体
		変わら ない	もっと 行く	
現状の 利用	行かない	4.1 (40)	4.8 (83)	4.6 (123)
	行く	4.6 (41)	5.3 (126)	5.1 (167)
全体		4.4 (81)	5.1 (209)	4.9 (290)

注) () はサンプル数

4. おわりに

本稿では、水辺環境の改善後の水辺利用に対する意思表示データ（SPデータ：仮想的に想定した状況における代替案に対する選好を意思表示したデータ）を用いて、水辺利用行動の選択モデルの分析を行った。

その結果、改善希望が実現した場合のSPモデルの特性変数は、RPモデルで水辺利用行動の選択に影響を及ぼしていた認識評価データの影響力が下がり、個人属性が影響を及ぼすような効用関数となっ

た。また、SPモデルでは、環境改善に伴い、河川の誘致圏が広がり、河川までの距離の影響が効かなくなった。これらは、いずれも合理的な推移であると解釈される。

一方、SPモデルによる環境改善の経済的評価への適用では、現在河川の利用の意思がない人から改善後に利用の意思表示をしている人へと環境改善に対するCV値の平均値が高くなる傾向が示された。これは、当モデルの仮想的行動アプローチへの適用の可能性の一端を示すものである。

しかしながら、本検討ケースは、一例に過ぎず、SPデータの最大の問題点であるSPデータの信頼性の議論については言及していない。

当モデルをさまざまな仮想的行動アプローチへ適用すること及びそれに対応した評価値を求めることが今後の課題として残されている。

参考文献

- 1) 張昇平・萩原清子・萩原良巳・清水丞：水辺環境整備計画における非集計モデルの適用方法、第20回土木計画学研究講演集、pp319-322, 1997
- 2) 清水丞・張昇平・萩原清子・萩原良巳：都市域における河川利用行動の選択構造に関する研究、土木学会第25回環境システム研究講演集、pp623-639, 1997
- 3) 萩原清子・萩原良巳・張昇平・清水丞：都市域の水辺の環境評価、応用地域研究、第3号、1998、(掲載予定)
- 4) 森川高行：ステイディッド・プリファレンス・データの交通需要予測モデルへの適用に関する整理と展望、土木学会論文集、第413号、IV-12、pp9-18、1990
- 5) 清水丞・萩原清子・萩原良巳：水辺環境に対する住民認識と利用行動、総合都市研究、第65号、pp125-135、1998
- 6) 萩原良巳・萩原清子・高橋邦夫：都市環境と水辺計画、勁草書房、1998