

都市域における河川利用行動の選択構造に関する研究

A Study on Discrete Choice Model of Recreation Activities at the Waterside in Urban Area

清水 丞* 張 昇平** 萩原 清子*** 萩原 良巳****

Susumu SHIMIZU Shengping ZHANG Kiyoko HAGIHARA Yoshimi HAGIHARA

ABSTRACT: The aim of this paper is the construction of mathematical model which describes the all-or-nothing activities of the waterside of river in the urban area. The discrete choice model based on a random utility theory is applied to the model theory in this paper. The result of the analysis is brought together as follows. 1) The choice model of recreation activities at the waterside can be modeled with the discrete choice model based on a random utility theory. 2) The utility function are composed by the variable which relates level of the recognition of the state for the waterside environment, physical attributes restrained visiting the waterside of river, individual attributes and a social situation. 3) The variable which decided whether to visit the waterside of river was able to be extracted in the analysis which used the sample made a pattern, such as the improvement of the water quality, planting the tree and constructing of the rest place along rivers, the existence of recreation time, the concern for waterside environment etc.

KEYWORD: waterside environment, questionnaire, discrete choice model

1. はじめに

近年、わが国では、都市域を中心によりよい生活環境の改善を目的として、水辺や緑地を対象とした環境整備が頻繁に行われるようになってきた¹⁾。これに伴い、環境保全や環境整備への投資の妥当性を評価する観点から環境の経済的な価値評価に関する議論が活発化している。しかし、このような環境に対する評価は、①改善の効果が短期間の間に著しい状態変化として現れにくいこと、②利用者（人）の感覚的（主観的）判断に大きく依存すること、③環境自体に市場価格がついていないことなどが環境改善に係る便益計測を難しいものにしている。このような状況の中でも、環境を経済的に評価する方法がいくつか提案されて具体的に適用された研究がある²⁾。しかしながら、その内容は、当該環境の経済的価値がいくらになったという研究報告が多く、なぜそのような利用行動や環境変化に対する値付けがなされたかという行動や意思決定に関わる選択構造（選択メカニズム）にふれた研究が少ないように思われる。今後、水辺の利用価値について経済的な評価を行う上でも、水辺を訪れる人の数を把握できるモデルが必要であり、それには、水辺環境の評価に係る研究も、個人の水辺利用行動のモデル化の段階に進んできたと言える。

本研究は、最終的に河川などの水辺環境の改善に係る経済的な価値を評価できる評価手法の構築を目指し

* 東京都立大学 大学院 都市科学研究科 Graduate School of Urban Science, Tokyo Metropolitan University

** 名城大学 都市情報学部 Faculty of Urban Science, Meijo University

*** 東京都立大学 都市研究所 Center for Urban Studies, Tokyo Metropolitan University

**** 京都大学 防災研究所 総合防災研究部門 Integrated Management of Disaster Risk, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

ているが、本稿は、その第一稿として、河川の利用行動に係る選択構造の把握に主眼をおいている。具体的には、河川利用行動に着目して、その選択結果（行く／行かない）とそれを説明する特性変数について、実際のアンケート調査のデータを用いて分析し、まず河川の利用行動に係る選択構造を非集計行動モデルを用いてモデル化する。その際、河川利用の行動選択を規定する特性変数としては、河川環境特性（河川の流況特性・護岸形状、環境生物学特性、景観特性、親水特性等）を示す認識データ、河川までの地理的条件、個人の属性等を選ぶ。次に、定式化した住民行動選択モデルを用いて政策実験を行い、河川環境整備による住民選好の変化予測、整備手法や整備レベルが住民選好行動に与える影響並びに河川環境特性と住民意識特性により規定される条件のもとでの最も望まれる整備のあり方について検討する。

2. 河川利用行動選択問題の特徴とモデルの考え方

2.1 河川利用行動選択モデルの基本式

個人が河川を利用するか否かの選択は、「個人が河川利用行動の基本的な意思決定単位であり、個人はある選択状況(利用する／しない)の中から最も望ましい選択肢を選択する」という基本的前提をおくことができる。河川を利用する／しないの選択肢のもつ「望ましさ」、あるいは「効用」は、その選択肢のもつ特性と、その個人の属性によって異なると考えられるが、その要因をすべて観測することは不可能であるので、効用は確率的に変動するというランダム効用理論の考え方となる³⁾。本稿では、河川を利用する／しないという河川利用行動選択モデルとして、以下の二肢選択のロジットモデルを適用する。

$$P_{1n} = \exp(V_{1n}) / [\exp(V_{1n}) + \exp(V_{2n})] \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 P_{1n} ：個人 n が「選択肢 2:河川を利用しない」に対して「選択肢 1:河川を利用する」を選ぶ確率、 V_{jn} ：選択肢 j の効用のうち、観測可能な要因による確定項を示す。

2.2 河川利用行動選択問題の特徴

ここでは、ランダム効用理論に基づく離散型選択モデルを河川利用行動選択問題に適用する際の課題を明らかにするために、一般的に当モデルがよく適用されている交通計画と比較しながら述べる⁴⁾。

(1) 河川利用行動の選択肢

交通計画問題に非集計行動モデルを適用する場合は、通常いくつかの異なる交通手段が選択肢となるが、その選択肢の種類は極めて明確である。これに対して、河川利用行動に適用する場合は、一般的に河川の利用方法が選択肢となるが、その河川の利用方法は、散歩、釣り、水泳、スポーツなどいくつも存在し、複雑で、活動内容が明確に分割できない。

(2) 河川利用行動に係わる特性変数

交通計画問題の場合、交通手段の選択における特性変数は、所要時間、運賃や燃費などの比較的客観的に計測可能なものが多い。これに対して、河川利用を説明する特性変数には、河川までの距離などの計測しやすいものもあるが、河川の利用しやすさや魅力、河川環境に対する個人の主観的評価（ここでは、認識データ）、個人の趣味・家庭環境や個人の河川に係わる原体験など、個人の利用行動に大きな影響力を持ち、正確に認識しにくいものが多く含まれる。これらの特性変数は、重要な情報が含まれている一方で、誤差も大きい。したがって、このような認識データを河川利用行動の評価にどのように活用していくかが、非集計モデルを適用する際の鍵となる。

2.3 効用関数（確定項）の定式化

河川利用行動選択モデルの効用関数（確定項） $V_{jn}(j=1or2)$ は、選択肢 j の特性及び個人の社会経済属性などの要因による線形関数で表現されるが、ここでは、河川利用行動選択モデルに係る効用関数を以下のように想定する⁵⁾。

$$V_{jn} = \beta_1 \times (\text{整備レベル}) + \beta_2 \times (\text{物理的制約}) + \beta_3 \times (\text{個人の事情}) + \beta_4 \times (\text{社会的情勢}) \dots (2)$$

ここに、整備レベルは、河川(環境)の状態を示す特性変数である。河川(環境)の状態は、水質・水量など理

化学的指標で表現することができる要素があるが、ある個人が河川利用行動を選択する際には河川(環境)の状態を主観的に評価して認識した結果をもとに選択決定が行われていると考えられるため、当該特性は認識データとなる。また、物理的制約は、河川までの距離や到達時間などの地理的条件を示す特性変数であり、いわば河川への行きにくさを示す特性である。この特性変数は、測定が可能で、客観性がある。さらに、個人の事情は、時間がないなどの行かない理由や、子供や犬がいて河川へ行くことが増える個人的要素などが含まれる。この特性変数は、属性データ(ダミー変数)として取り扱われる。さらに、社会的情勢は、河川利用などのレクリエーション活動に関わる社会的な情勢を示し、ブームや制度などの利用しやすい社会情勢が位置づけられ、河川(環境)に対する関心度などは、個人の事情ともとれるが、その背景には社会情勢も含まれることから、社会的情勢に係る総合的指標とも解釈することができる。

河川を整備する側から見ると、基本的に整備レベル以外は、水辺利用者の増加に対して制御が難しい要素である(ただし、河川に関する情報を提供して関心を高めることはできるかもしれない)。したがって、水辺利用者を増やすためには、水辺(環境)の構成要素を整備して、整備レベルに対する認識を高めてもらい、利用を促進することとなる。

本稿では、以下において、実際のアンケート調査結果等を踏まえて、式(2)の水辺利用行動選択に係る効用関数の同定を行っている。

3. 対象河川流域の概況

3.1 対象河川の概況

今回分析対象とした河川は、神奈川県川崎市多摩区を流れる二ヶ領本川である。当河川は、1611年に多摩川から取水する灌漑用水路として造られた用水路である。しかし、高度経済成長期以降に、周辺地域が首都圏のベッドタウン化が著しく進行し、人口の急増によって生活排水が流入し、水質汚濁が著しくなった。その後、昭和60年から親水護岸等の環境整備がおこなわれ、ふるさとの川モデル事業の概成区間も含めて、多摩川の取水地点から約2 kmにわたって親水護岸化が概成している⁹⁾。

3.2 アンケート調査及び対象河川に対する意識

アンケート調査は、平成9年4～5月に二ヶ領本川の1000人の住民を対象に、回答者の属性、二ヶ領本川に対する心象イメージや利用の実態などについて調査した。調査対象者は、対象区域を16地区に分割し、住民基本台帳から男女比、年齢構成比を按分して無作為に抽出した。調査票の配布及び回収は郵送により行った。その結果、有効回収率は、395票であった。

回収したアンケートによれば、現在の二ヶ領本川の利用の実態は、約5割弱の人が利用している。主な利用目的は、散歩である。利用頻度は、ほぼ毎日が最も多い。滞在時間は、大部分が1時間未満である。また、二ヶ領本川の環境に対する認識は、どちらかと言えば、「静か」であり、「魚」がおり、「歩きやすく」て、「親しみやすい」川であると認識されている。しかし、河川水質に

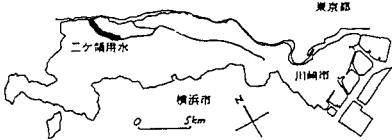


図1 対象河川の位置図

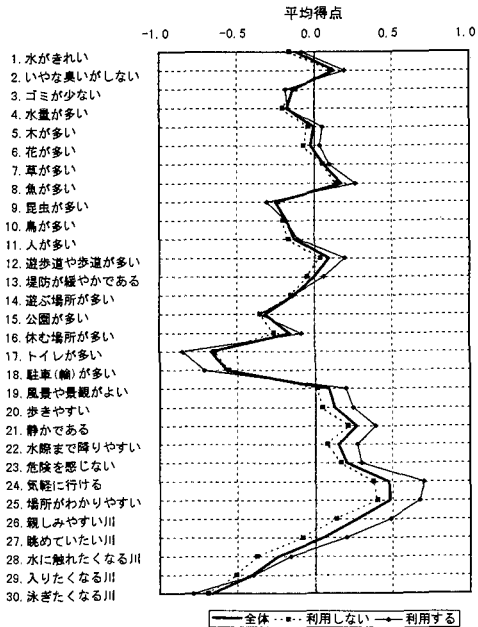


図2. 二ヶ領本川の河川環境に対する認識

対する評価が低く、水に触れたくなるという認識まで到達していない河川である（図2参照）。

4. 河川利用行動に係る選択構造のモデル化

ここでは、二肢選択のロジットモデルを適用して、河川利用行動に係る選択構造をモデル化する。

4.1 河川利用行動選択モデルの各種特性の設定

まず、河川利用行動選択モデルを同定するために、各種特性変数を以下のように選定した。

①行動選択結果：ニヶ領本川へ行く／行かない

②選択肢の特性：表1に示す44変数を候補として取り上げる。

ここに、認識データは、アンケート調査による5段階の現状評価結果を用いた。計測データは、回答者の自宅からニヶ領本川までの最寄り地先までの直線距離を地図上より計測したものを用いている。属性データ及び関心の有無は、「あり／なし」のアンケート回答結果を用いている。

4.2 全体サンプルによるモデル推定

(1) 河川利用の有無と関連のある特性変数

ここでは、河川利用の有無と関連のある特性変数を分析するために、選定した特性変数すべてを用いて、二肢選択のロジットモデルを適用した。具体的には、ニヶ領本川へ行く／行かないの選択結果にとって重要であると考えられる変数と、選択結果とのクロス集計の結果、関連が見られる特性変数を選定した。

表2に分析結果を示す。分析の結果、「河川までの距離」及び「関心度」がパラメータの符号条件及びt値検定を満足し、河川利用の有無と関連のある特性変数として抽出された。認識データに関わる特性変数は、パラメータ推定値の符号が論理的に説明不可能なものやt値が極めて小さく、95%の信頼度でも河川利用行動に影響を与えないものが多く見られる。

(2) ロジットモデルによるパラメータ推定

次に、河川利用行動に関して説明力のある選択モデルの同定を行った。具体的には、4.2(1)で推定した河川利用行動選択モデルのパラメータの符号条件及びt値検定を満足しない特性変数を削除していった。その結果、表2に示す河川利用行動選択モデルが得られた。上記の結果から、ニヶ領本川では、整備レベルを表す特性変数として「水に触れたくなる川であるか否か」及び「全体的な印象の良い／悪い」に関する認識データ、物理的制約として「河川までの距離」、個人の事情として「犬がいる」及び社会的情勢として「関心がある」などが河川利用行動選択に影響を与える特性変数であることが明らかになった。しかし、 ρ^2 値を見ると、必ずしも説明力のあるモデル式とは言えない結果となった。

4.3 類型サンプルによるモデル推定

(1) サンプルの類型化

河川利用に係る選択構造について、詳細に分析するために、表3に示すサンプルの類型化を行った。

- ・類型1：良い印象を持っていて、河川を利用している人
- ・類型2：悪い印象を持っているが、河川を利用している人、
- ・類型3：良い印象を持っているが、河川を利用していない人、
- ・類型4：悪い印象を持っていて、河川を利用していない人、

表1. 利用の有無と各特性変数との関連

分類	項目	利用の有無			
	特性変数名	関連係数	評価		
1. 整備レベル（認識データ）					
河川環境の構成要素	①河川環境に対する現状評価				
	1. 水がきれい	0.055			
	2. 臭いがない	0.040			
	3. ゴミが少ない	0.065			
	4. 水量が多い	0.078			
	5. 木が多い	0.053			
	6. 花が多い	0.053			
	7. 草が多い	0.035			
	8. 魚が多い	0.076			
	9. 昆虫が多い	0.025			
	10. 鳥が多い	0.059			
	11. 人が多い	0.057			
	12. 歩道が多い	0.074			
	13. 堤防が緩やか	0.059			
	14. 遊ぶ場所が多い	0.056			
	15. 公園が多い	0.057			
	16. 休む場所が多い	0.105	○		
	感覚的印象指標	17. トイレが多い	0.022		
18. 駐車場が多い		0.029			
19. 風景が良い		0.087			
20. 歩きやすい		0.099			
21. 静かである		0.065			
22. 降りやすい		0.066			
23. 危険を感じない		0.048			
24. 気軽に行ける		0.113	○		
25. わかりやすい		0.089			
26. 親しみやすい		0.142	○		
27. 眺めていたい		0.135	○		
活動		28. 水に触れたい	0.135	○	
	29. 入りたくない	0.108	○		
	30. 泳ぎたくない	0.042			
②全体的な印象					
2. 物理的制約（計測データ）					
①河川までの歩行時間				0.052	
②河川までの距離				0.092	
3. 個人の事情（属性データ）					
個人の事情	①性別	0.055			
	②年齢	0.082			
	③居住年数	0.094			
	④定住意識	0.104	○		
	⑤同居家族				
	小学生以下がいる	0.038			
	高齢者がいる	0.018			
	⑥飼われているペット				
	犬がいる	0.155	○		
	⑦余暇の過ごし方	0.065			
余暇の過ごし方	⑧ゆとり感				
	①経済的ゆとり	0.092			
	②時間的ゆとり	0.106	○		
4. 社会的情勢（意識データ）					
①関心度				0.329	●

凡例： ●： クラマの関連係数が0.3以上
○： クラマの関連係数が0.2以上
○： クラマの関連係数が0.1以上

凡例 ●：クラマーの関連係数が0.3以上
○：クラマーの関連係数が0.2以上
○：クラマーの関連係数が0.1以上

表2. 全体サンプルによるパラメータ推定結果

特性変数	選定した変数全体			同定結果	
	パラメータ	t 値	評価	パラメータ	t 値
整備レベル(認識データ)					
水質がよい	-0.064	-0.39	—	—	—
水が豊か	0.173	1.03	—	—	—
魚がいる	-0.217	-1.54	—	—	—
歩きやすい	0.287	1.63	—	—	—
風景がよい	-0.245	-1.15	—	—	—
静かである	-0.119	-0.60	—	—	—
緑が豊か	-0.113	-0.67	—	—	—
親しみやすい	0.199	1.03	—	—	—
眺めていたい	0.102	0.48	—	—	—
水に触れなくなる	0.367	1.43	0.442	3.67	
入りたくなる	0.075	0.31	—	—	—
泳ぎたくなる	-0.178	-0.88	—	—	—
全体的な印象	0.174	0.82	0.246	1.15	
物理的制約(計測データ)					
歩く時間	0.074	1.33	—	—	—
河川までの距離	-0.004	-3.30	●	-0.003	-3.15
個人の事情(属性データ)					
定住意識がある	0.035	0.12	—	—	—
子供がいる	0.072	0.21	—	—	—
犬がいる	0.666	1.81	0.477	2.04	
時間的なゆとりがある	0.049	0.18	—	—	—
社会的情勢(関心度)					
関心がある	0.734	2.21	●	0.600	4.11
的全体	—	—	—	—	68.9%
中利用する	—	—	—	—	73.9%
率利用しない	—	—	—	—	62.9%
尤度比	$\rho^2 = 0.16$			$\rho^2 = 0.15$	

注) ●: パラメータの符号条件及びt値検定(t値 ≥ 1.96)を満足するもの。

表3. サンプルの類型パターン

年度	項目	全体的印象		
		悪い印象を持っている	良い印象を持っている	合計
利用の有無	河川を利用する	類型2 18人	類型1 181人	199人
	河川を利用しない	類型4 47人	類型3 113人	160人
	合計	65人	294人	359人

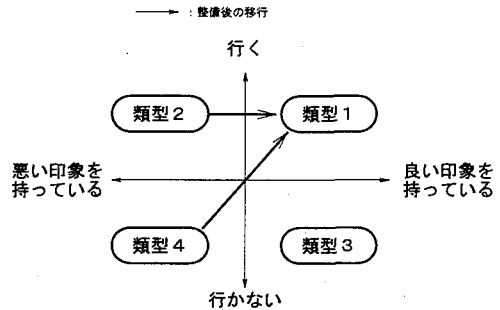


図3. 河川整備後の類型間の移行関係

高橋らによれば、河川整備後の類型2及び類型4の人々は、河川整備が行われて河川の魅力が向上すれば類型1に移行するが、類型3の人々は必ずしも類型1へ移行するとは限らず、何か他の事情等により整備後も河川へ行かない可能性があることを述べている。この仮説に従えば、類型1と類型4のサンプルを比較することにより、河川利用の有無を説明する河川環境に対する印象の良し悪しに係る特性変数を抽出することができる。サンプル分類の結果を見ると、類型3のサンプルが比較的多く存在している。つまり、このサンプルが全体サンプルでの推定結果の説明力を下げていた原因であると考えられる。ここに、類型1と類型4に属する人々の河川環境に対する認識を图示すると、図4のようになり、河川環境の各要素に対する認識レベルの違いが明確に現れている。

(2) 類型1及び類型4によるパラメータ推定

ここで、類型1及び類型4に属するサンプルを用いて、河川利用の有無に対するロジットモデルのパラメータ推定を行った。その結果、表4に示す選択モデルが得られた。認識データとしては、「水がきれい」、「木の多さ」及び「休む場所がある」が河川利用の選択に寄与する特性変数として抽出され、個人の事情として「時間的なゆとりの有無」が抽出された。また、「河

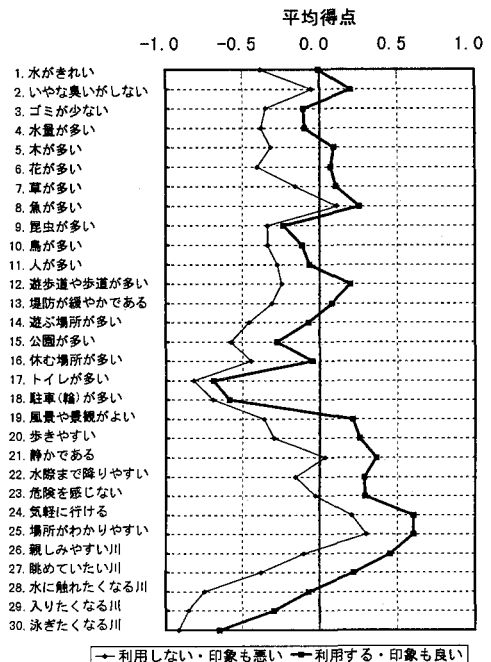


図4. 河川環境に対する認識レベルの比較 (類型1と類型4に属するサンプルの場合)

川までの距離」と「水辺への関心の有無」は全体サンプルとほぼ同様に説明力のある特性変数として抽出された。t 値を見ると、「河川までの距離」の t 値がやや小さいが、その他の変数については t 値が 1.96 を超え、信頼度 95% を満足している。また、 ρ^2 値も高く、的中率も高い推定結果が得られた。

この推定結果を用いて、河川の整備レベルが向上した場合に、河川を利用しない住民の選択行動がどのように変化するかを試行実験した。その結果、当河川では、図 5 に示すように水をきれいにすることが利用者増加に寄与することがわかる。

表 4. ロジットモデルによるパラメータの推定結果
(類型 1 と類型 4 に属するサンプルによる)

特性変数		パラメータ	t 値
整備レベル	水がきれい	1.101	3.87
	木がある	0.653	2.71
	休む場所がある	0.508	2.09
物理的制約	河川までの距離	-0.002	-1.36
個人の事情	時間的ゆとりがある	1.361	2.77
社会的情勢	水辺に関心がある	1.868	5.07
再現精度	的中率	全体	86.1%
		利用する	89.8%
		利用しない	70.7%
	尤度比	$\rho^2 =$	0.60

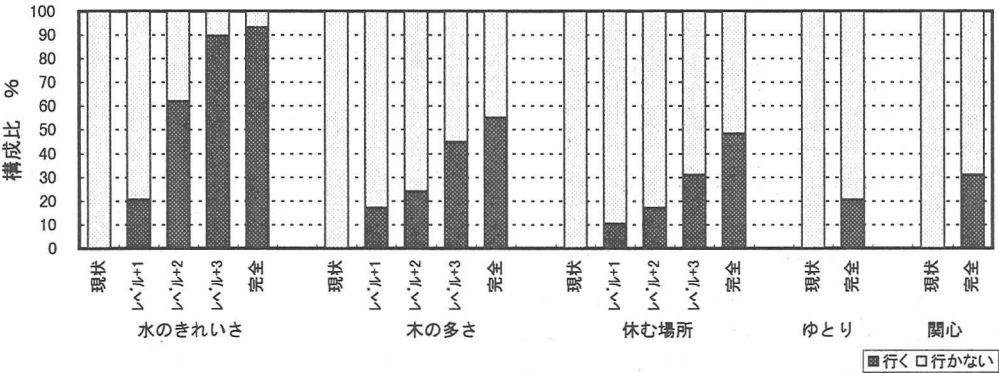


図 5. 整備レベルのアップによる行動選択の変化

(3) 類型 3 のサンプル属性の把握

今回実施したアンケートでは、「希望する河川整備が実施された場合に、利用するようになるか／否か」の質問を行っている。その利用する／しないの結果をもとに、類型 3（河川に良い印象を持っているが、利用していない人）の属性を比較した。その結果、「水がきれい」、「休む場所がない」、「水に触れたい」などの要素にやや関連が見られ、さらに高度な利用を望んでいるように見られる。しかし、有意な差を見いだすまでには至らなかった。今後の研究課題である。

4. 4 河川利用行動選択モデルの同定

ここでは類型 3 に属する人々の「利用しない理由」という総合的な変数を設けて、全体サンプルによるパラメータ推定を行った。その結果を表 5 に示す。これを見ると、選択行動に対する再現精度が高く、「全体的な印象の良い／悪い」の説明力が高まり、類型 4 から類型 1 への移行選択行動を記述したモデル式が得られている。

5. おわりに

本研究では、都市域に存在する中小河川を対象に、河川を利用する／しないの選択行動に対する河川利

表 5. 河川利用行動選択モデルの推定結果

特性変数		パラメータ	t 値
整備レベル	全体的な印象	3.2097	5.87
	河川までの距離	-0.0004	-0.23
物理的制約	子供がいる	1.2694	1.84
個人の事情	時間的ゆとりがある	0.9542	2.57
	その他行かない事情	-25.0323	-0.03
社会的情勢	水辺に関心がある	0.8450	5.07
再現精度	的中率	全体	95.1%
		利用する	92.2%
		利用しない	98.7%
	尤度比	$\rho^2 =$	0.84

用行動選択モデルの同定を試みた。具体的には、ランダム効用理論に基づく離散型選択モデルを適用して、河川利用行動選択に係る効用関数(確定項)の同定を行った。分析に当たっては、河川利用行動選択に係る特性変数として、整備レベルを示す認識データ、物理的制約を示す計測データ、個人の事情を示す属性データ、社会的情勢を示す関心度を想定して分析を行った。その結果、

- ①河川利用行動は、整備レベル、物理的制約、個人の事情、社会的情勢(関心度)等を特性変数とする効用関数を基本構造とするランダム効用理論に基づく離散型選択モデルとしてモデル化することができる。
- ②サンプル全体では、説明力のあるパラメータ推定を行うことができなかったが、サンプルを類型化することにより、河川利用行動を規定する重要な特性変数を抽出することができた。
- ③二ヶ領本川では、水質改善、木による緑化、河川沿いへの休憩場所の設置などが今後の河川整備の方向として示された。
- ④類型3に属するサンプルについては、希望する河川環境を改善した後に利用するか否かの判別分析の中で、両者を有意に判別する要素を見いだすことはできなかった。この分析は今後の研究課題である。

以上のように、本稿では、水辺利用行動に係る選択行動モデルに係る基本的知見を示すとともに、非集計行動モデルを用いた河川利用行動に係る住民行動選択モデルの有効性が示されたと考える。今後は、行動に違いが見られるサンプルや利用場所の分類を行って、それを説明するモデル構造の詳細な分析を行っていきたいと考えている。当モデルは、今後水辺環境整備に対する経済評価手法の構築に示唆を与えるものとして期待される。なお、本稿に示した結果は、分析結果の一例であり、詳細は講演時に譲る。

最後に、本研究を遂行するに当たり、京都大学防災研究所のプロジェクト研究会の場で、京都大学の岡田憲夫教授、(株)日水コンの渡辺晴彦工学博士、碓智氏、田中成尚氏より、本研究についての貴重なコメントを頂いた。ここに謝意を表します。

【参考文献】

- 1) Yoshimi Hagihara, Kunio Takahashi and Kiyoko Hagihara : A Methodology of Spatial Planning for Waterside Area, pp19~45, Journal of the Japan Section of RSAI, 12, 1995
- 2) 萩原清子・萩原良巳：水質の経済的評価、環境科学会誌、Vol.6、No.3、pp.201-213、1993
- 3) 非集計行動モデルの理論と実際、土木学会
- 4) 張昇平・清水丞・萩原清子・萩原良巳：水辺環境整備計画における非集計行動モデルの適用方法、第20回土木計画学研究・講演集、1997.11(投稿中)
- 5) 清水丞・萩原清子・萩原良巳：都市域におけるレクリエーション利用行動に関する一考察ー水辺環境を例としてー、第34回日本地域学会年次大会研究報告、1997.9
- 6) 島谷幸広・萱場祐一：都市中小河川における水辺の魅力と誘致距離に関する一考察、土木技術資料 35-11、1993.11
- 7) 高橋邦夫・萩原良巳・清水丞・酒井彰・中村彰吾：都市域における水辺計画の作成プロセスに関する研究、土木学会、環境システム研究、VOL24、pp1~12、1996.10