

再生水を利用したせせらぎ水路の社会的効果の評価

山縣弘樹* 宮本綾子** 西村峻介*** 小越眞佐司****

1. はじめに

近年、貴重な自然環境、美しい景観、防災・防火、心のやすらぎなどの国民の多面的なニーズに対応して、水辺をまちづくりの軸とする地方公共団体が増えている。特に、都市の貴重な水資源といえる下水処理水（再生水）を活用したせせらぎ水路の整備事例は増えており、修景、親水用水として利用される再生水量も年々増加している。

せせらぎ水路を整備する際には、費用便益分析の実施により事業の効率性を経済評価することが求められる。再生水を活用したせせらぎ水路については、身近な生物やほたるなど希少な生物の生息の場の形成、水との触れ合いの場の形成、良好な景観の形成、水辺を介した環境保全活動や自然観察活動など住民の交流機会の場の形成、災害時の防火用水の確保など、社会の中の様々な属性にわたる効果が報告されている。しかしこうしたせせらぎ水路の社会的な効果を経済評価した事例は少ない。

そこで、せせらぎ水路の整備による、利用者にとってのうるおい・安らぎの増加、災害時の防災機能等の社会的な効果を科学的な知見に基づき経済評価する手法を構築することにした。このうち本稿では、コンジョイント分析を用いた再生水によるせせらぎ水路の多面的な便益の評価¹⁾について報告する。なお、せせらぎ水路の防災効果の調査については、別報告²⁾を参照されたい。

2. 調査方法

2.1 コンジョイント分析の適用

せせらぎ水路には既述したように様々な属性の便益が考えられ、住民の多様なニーズを把握するためには、これら属性毎の便益を評価することが重要となる。そこで、環境経済学の一手法であり、河川や公園などの多面的な便益の評価への適用が見られるコンジョイント分析³⁾を用いることとした。特に、水に触れることができる程度の水質を確保すること（親水性の確保）の便益や、水辺を介した住民の交流機会の確保など、再生水利用における重要な評価項目を選定し、便益評価を行った。

2.2 評価対象の選定

評価対象は、香川県多度津町の「八幡の森ほたるの里」（以下「ほたるの里」）とした。

多度津町では、水環境を取り戻し、さらには水不足を解消して潤いのある町を形成しようと、平成16年から再生水の農業用水、河川浄化用水、修景用水等への利用を開始した⁴⁾。このうち、ほたるの里では、紫外線消毒された再生水を用い、ほたるの棲む水辺が形成されている（写真-1）。また、住民団体「たどつほたるの会」により水路の手入れ、草刈り、カワニナ取り、総会（勉強会）等が行われ、平成17年5月21日には1,570人が参加したほたるの鑑賞会が行われた。



図-1 せせらぎ水路による社会的効果の例



写真-1 多度津町「八幡の森ほたるの里」

2.3 評価項目（属性）の選定

ほたるの里には多面的な効果（属性）が想定されるが、コンジョイント分析で評価可能な属性数には限界があるので、重要な属性を選ぶ必要がある。そこで、多度津町職員へのヒアリングを基に、コンジョイント分析による評価対象とする水辺空間の多面的な効果（属性）として、以下の4項目を抽出した。

- (1) 生態系の保全（ほたるの生息）
- (2) 親水性の確保（衛生安全性の確保）
- (3) 景観の確保（緑と水の公園、池・植栽・遊歩道など良好な景観の形成）
- (4) 交流機会の提供（ほたるの飼育、鑑賞会などの取組を通じた自然を学ぶ場の提供）

2.4 調査票の設計

2.4.1 質問形式の選択

コンジョイント分析では、完全プロフィール評定型、ペアワイズ評定型、選択型実験などの質問形式が開発されている。このうち選択型実験は、回答者に対して複数のプロフィール（選択肢）を提示し、その中で最も望ましいプロフィールを選択してもらう形式であり、より現実性のある質問や質問時間を短くすることが可能である。そこで、本研究では選択型実験を採用した。

2.4.2 シナリオの設定

本研究ではほたるの里の価値について、支払意思額による評価を行うこととした。支払シナリオ（図-2）は、既に整備されているほたるの里について、仮にほたるの里の管理が行われず現在の環境状態が維持されなくなった場合を想定し、望ましい環境状態に対する支払意思額を尋ねることとした。なお支払手段については、ほたるの里を管理するための基金によるものとした。

仮に、「八幡の森ほたるの里」の管理が行われず、ほたるのいない、水に触れることができない、雑草が生い茂っている状態を想像して下さい。そして、その管理に要する費用を、皆さんが毎月基金を出し合っただけで均等に負担することになったとします。負担金額は、ほたるが生息できる水辺環境を維持するかどうか（生態系の保全）、水に触れることができるように消毒を行うかどうか（衛生安全性）、水辺の清掃や植栽の管理をしっかり行うかどうか（景観の確保）、地域の方々の交流の場となるように、自然を学ぶ学習会を開催できるか（交流機会の提供）により、決まります。

以下、生態系の保全、衛生安全性、景観の確保、交流機会の提供、負担額の5項目について、目標水準の異なる管理方策案を並べた3択の設問を4回示します。1～3の中であなたが、もっとも望ましいと思う管理方策案を一つずつ選んで番号に○をして下さい。

なお、各対策には基金の金額が記載されていますが、その対策を選択すると、その分だけあなたの世帯で自由に使えるお金が減ることに注意してください。

図-2 設定されたシナリオ

2.4.3 プロファイルの設計

プロフィールの設計とは、設定した属性と水準を組み合わせることで選択肢を作成するとともに、複数のプロフィールを実際の設定問として組み合わせることを言う。本研究では、生態系の保全、親水性の確保（衛生安全性）、景観の確保、交流機会の提供及び支払意思額の5属性を設定した。

このうち最初の4属性については、それぞれの状態が「達成される」・「達成されない」の2水準とし、支払意思額については「1,000円/年・世帯」「3,000円/年・世帯」「5,000円/年・世帯」「10,000円/年・世帯」の4水準としてプロフィールを設定した。なお提示金額は、平成18年2月に多度津町職員に対して実施したプレテスト（回収数102通）に基づき設定した。

組合せに当たっては、直交配列法の考え方を適用し、16種類のプロフィールが作成された。

2.4.4 選択セットの設計

一人の回答者に16個のプロフィール全てを提示し、もっとも望ましい一つを選んでもらうのは負担が大きい。そこで、16個のプロフィールからなるプロフィール群からランダムに2つずつプロフィールを取り出すことで、2個のプロフィールからなる選択セットを16個作成した。そして、各選択セットにゼロ回答（一切何も管理しない代わりに支払意思額ゼロ）となるプロフィールを加え、3つのプロフィールからなる選択セット（図-3）を16個作成した。被験者には、選択セットの中の3つのプロフィールの中からもっとも望ましいと思う1つを選択してもらうようにした。1人で16個の選択セット全てに回答するのは負担が大きいため、回答者を4つのグループに分け、各グループが4つの選択セットに回答することとした。

選択肢 (右のいずれかE)	1	2	3
生態系の保全 	ほたるが生息している	ほたるが生息している	ほたるがいない
衛生安全性 	水に触れることができる	水に触れることができない	水に触れることができない
景観の確保 	植栽の管理や水辺の清掃が行き届いている	雑草が生い茂り、水辺が汚れている	雑草が生い茂り、水辺が汚れている
交流機会の提供 	自然を学ぶ勉強会が開催される	自然を学ぶ勉強会が開催されない	自然を学ぶ勉強会が開催されない
基金の額 	10,000円/世帯・年	1,000円/世帯・年	0円/世帯・年

図-3 アンケートにおける選択セットの例

2.5 アンケート調査の実施

アンケート調査の配布先は、多度津町全域と、丸亀市及び普通寺市のほたるの里から徒歩圏内(2km)とした。選挙人名簿の閲覧により、多度津町653世帯、丸亀市90世帯、普通寺市257世帯の合計1,000世帯を対象とした。平成18年9月22日に調査票を郵送し、10月9日を投函〆切とする郵送回収を行った。回収数は302通であった。

2.6 解析方法

本調査では、ランダム効用モデル³⁾に基づいた分析を行ったが、詳細は本稿では割愛する。本調査では、全ての回答者*k*について、式(1)の対数尤度関数を最大化することで、パラメータ β_i を推定した³⁾。パラメータ推定にあたっては、TSP5.0を用いた。

$$\ln L = \sum_k \sum_i \delta_{ki} \ln \left(\frac{\exp(\beta_i x_{ki})}{\sum_j \exp(\beta_j x_{kj})} \right) \quad (1)$$

ここで、 x_i は選択肢*i*の属性ベクトル、 β_i は推定されるパラメータである。 j は選択肢の集合 $C = \{1, 2, \dots, J\}$ である。 δ_{ki} は、回答者*k*が選択肢*i*を選択したときに1、それ以外の場合は0となるダミー変数である。

属性 x_j の1単位の向上に対する限界支払意思額 (Marginal Willingness To Pay : MWTP) は、属性 x_j のパラメータ β_j と負担額 p のパラメータ β_p の比から求めた³⁾。

$$MWTP_{x_j} = - \frac{\beta_j}{\beta_p} \quad (2)$$

3. 結果及び考察

3.1 限界支払意思額 (MWTP) の推定

モデルに基づき推定された各属性のパラメータ β_i と t 値、有意確率 (p 値)、対数尤度、BIC (シュワルツのベイズ情報量基準) を表-1に示す。パラメータ推定値のうち「生態系の保全」、「景観の確保」については1%水準で有意となった。また「親水性の確保」(衛生安全性)は5%水準、「交流機会の提供」は10%でそれぞれ有意となった。またモデルのパラメータ β_i をもとにMWTPを算出した結果を表-2に示す。各属性別に見ると、「生態系の保全」が最も高い評価額 (4,419円/年・世帯) となった。次いで、「景観の確保」が

高い評価額 (4,094円/世帯・年) となった。そして、「親水性の確保」(衛生安全性) (1,375円/世帯・年)、「交流機会の提供」(918円/世帯・年)の順となった。

表-1 各属性のパラメータ β_i 推定結果

属性	パラメータ推定値	t 値	p 値
生態系の保全	1.10009	9.409	0.000 ***
親水性の確保 (衛生安全性)	0.34231	2.508	0.012 **
景観の確保	1.01905	8.854	0.000 ***
交流機会の提供	0.22857	1.911	0.056 *
基金の額 (1円/世帯・年)	-0.000249	-11.592	0.000 ***
サンプル数 : 727, 対数尤度 : -644, BIC : 661			

***:1%水準で有意, **:5%水準で有意, *:10%水準で有意

表-2 限界支払意思額 (MWTP) の推定結果

属性	MWTP
生態系の保全	4,419円/世帯・年
親水性の確保 (衛生安全性)	1,375円/世帯・年
景観の確保	4,094円/世帯・年
交流機会の提供	918円/世帯・年

なお、ほたるの里がもたらすMWTPの合計 (10,806円/世帯・年) に調査対象範囲の世帯数 (13,588世帯) を乗じると、便益額は約1.5億円/年となる。すなわち、ほたるの里は、生態系の保全、親水性の確保 (衛生安全性)、景観の確保、交流機会の提供という4つの観点で、年間約1.5億円の便益を周辺地域にもたらしうることが示唆された。

3.2 MWTPの推定結果の他地域への適用性についての今後の課題

本研究において推定された評価額や各属性間の大小関係は、もし他の地域で調査を行えば、結果は異なると考えられる。

たとえば、「生態系の保全」について今回は高い評価が得られたが、その背景には、今回の調査地域が、降水量が少なく、水の貴重さやきれいな水に棲むほたるの保全について住民の関心が最も高かったためと考えられた。

「親水性の確保」(衛生安全性)は、利用者がどのような親水利用を望むかにより、その評価額は大きく異なると考えられる。検討対象としたほたるの里は、カワニナを育てたり、水辺の清掃の際に水に触れる程度の利用しか想定されていないが、より水に触れる機会の多い状態 (例えば、子供の水遊びなど) を想定した場合には、親水性 (衛生安全性) についてもより高い評価額になる可能性がある。したがって、親水性 (衛生安全性) につ

いては、今後様々なケースを想定した評価が必要と考えられる。

また「交流機会の提供」についても、利用者がどのような交流機会を望むかにより、その評価額は大きく異なると考えられる。検討対象としたほたるの里は、ほたる鑑賞会など交流の場が形成されており、回答者はその実績を評価したものと考えられる。しかし、多度津町のように、せせらぎ水路を介した交流機会の提供が巧く進んでいる事例ばかりではないため、今後類似の事例についてケーススタディを重ねて行くことが求められる。

4. まとめ

再生水を活用した香川県多度津町の八幡の森ほたるの里において、コンジョイント分析を用いた便益評価を行い、以下のような結果を得た。

- (1) ほたるの里の多面的な便益のなかから、多度津町職員へのヒアリング等を基に、生態系の保全、親水性の確保（衛生安全性）、景観の確保、ほたるの育成を通じた交流機会の提供の4つが重要な評価項目として選定された。
- (2) ほたるの里の生態系の保全、親水性の確保、景観の確保、ほたるの育成を通じた交流機会の提供に関する便益（MWTP）は、それぞれ4,419円/世帯・年、1,375円/世帯・年、4,094円/世帯・年、918円/世帯・年と推定された。

(3) (2) のMWTPを基にすると、ほたるの里は、生態系の保全、親水性の確保（衛生安全性）、景観の確保、交流機会の提供という4つの観点で、年間約1.5億円の便益を周辺地域にもたらしていることが示唆された。

本研究は、プロジェクト研究「地域活動と協働する水循環健全化」（平成18～20年度）の一環として実施された。

謝 辞

本研究の実施にあたり協力頂いた香川県多度津町、丸亀市、善通寺市の関係各位に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 山縣弘樹、山中大輔、荒谷裕介、南山瑞彦：コンジョイント分析を用いた下水処理水によるせせらぎ水路の多面的な便益の評価、環境システム研究論文集、Vol.35、pp.287～294、2007
- 2) 西村峻介、山中大輔、山縣弘樹、小越眞佐司、南山瑞彦：都市水路の防災効果の評価に関する研究、第37回環境システム研究論文発表会講演集、Vol.37、pp.215～220、2009
- 3) 大野栄治：環境経済評価の実務、勁草書房、2000
- 4) 多度津町：多度津町再生水利用計画、2000

山縣弘樹*



環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課長補佐（前 国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道処理研究室研究官）
Hiroki YAMAGATA

宮本綾子**



国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道処理研究室 研究官
Ayako MIYAMOTO

西村峻介***



国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道処理研究室 研究官
Shunsuke NISHIMURA

小越眞佐司****



国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道処理研究室長、工博
Dr.Masashi OGOSHI