

和歌川河口干潟における環境財の定量的評価に関する研究

～代替法、旅行費用法、仮想市場法による考察～

環境水域工学分野

那須陽平

□背景、和歌川河口干潟および和歌浦について

和歌川河口干潟は下図に示す場所に位置する。



図1 和歌川河口干潟位置

近年、当干潟周辺では交通の利便性向上のための橋が建設され、当干潟の特徴である歴史的な風景は失われつつある。しかし名勝・風致の保護のための世論が彷彿し、現在、干潟およびその周辺景観を保護する社会意識が形成されている。しかし行政が何らかの政策行為を用いて当干潟を管理しようとした場合、その管理手法および政策の決定方法が確立できない現状にある。さらに近年、住民に対するアカウントビリティが指摘されており、一方的な開発行為はできない。そこで干潟を開発・利用、あるいは保護・保全するためには、住民にその価値を明らかにする必要がある。その場合、干潟自体のもつ価値について明らかにする必要がある、その価値をもとに管理・政策手法を決定しなければならない。

□研究目的

こういった背景のもと、本研究では干潟のもつ価値を定量的に評価することを目的とする。その評価手法には様々な手法が考えられるが、経済的な評価を中心に考察し、代替法、旅行費用法、仮想市場法という3つの手法で干潟環境財の価値を明らかにする。

□和歌川河口干潟の環境財

和歌川河口干潟がもつ環境財は、大別して干潟自体がもつ自然的特徴に関する場合とそうでないものがあ

る。当干潟の自然的特徴とは、1.水質浄化機能、2.多様な生物が存在し、環境教育やレジャーの場となる役割、3.多様な生物を将来に残していく場としての役割、4.アサリ・海苔養殖など食料生産のための資源としての役割などがある。一方干潟の自然的特徴には直接関係のない環境財に、1.景観、2.歴史的な文化を将来に伝えることが可能な数少ない場としての役割、3.文化財や周辺施設と合わせた観光資源としての役割などがある。

□代替法による水質浄化機能の便益評価

当干潟の生物生産と窒素収支について、2003年矢持らによって調査研究されている。調査結果によれば、当干潟の生物による窒素固定と脱窒について、その総量は294kgN/dayであり、その内訳は

- 1.アオサによる固定量:128kgN/day
- 2.底生微細藻類による固定量:120kgN/day
- 3.マクロベントスによる固定量:12kgN/day
- 4.メイオベントスによる固定量:1.5kgN/day
- 5.脱窒による系外除去量:32kgN/day

となっている。本研究では水質浄化機能を干潟による窒素固定能力と仮定して、窒素固定の「量」を金額で表すことにした。代替財に用いる市場財は下水処理場の建設費・維持管理費を用いて検討し、1年間あたりの便益を算出する。

便益算出過程について概説する。まず懸濁態窒素は主にベントス類によって取り込まれる。また溶存無機態窒素(NH_4^+ 、 NO_3^-)は植物類によって取り込まれる。さらに脱窒によって系外除去される物質は、溶存態無機窒素である。よってベントス類については下水処理施設の2次処理過程、植物類および脱窒については3次処理過程に相当すると考えられ、その建設費、維持管理費の費用関数を日本下水道協会「流域別下水道整備総合計画調査-指針と解説-」に準じて設定した。費用関数は多数あるため、ここでは省略する。

下水処理場の建物、設備の減価償却期間を30年と設定し、1年間あたりの費用を求めたところ、ベントス類による窒素固定能力(2次処理施設)は約6400万と算出された。また植物類および脱窒を含めた窒素固定能力(3次処理施設)は約1億5千万と算出された。さらにこれに用地面積費用、管きょ建設費、人件費な

どを加えた費用が和歌川河口干潟の水質浄化機能による便益である。

□旅行費用法による当干潟レクリエーションサイト（潮干狩り場）の便益評価

当干潟は春期に潮干狩り場として利用されており、その利用価値について便益評価する。旅行費用法に用いられる代理市場財は訪問者の旅行費用であり、アンケートを実施することによって求められる。アンケート調査は2004年4月31～5月5日にかけて実施した。その質問項目を以下に示す。

- 1.和歌川河口干潟の潮干狩り場の認知度
- 2.和歌川河口干潟の潮干狩り場の利用頻度、主な利用目的、平均滞在時間
- 3.和歌川河口干潟の潮干狩り場までの主な交通手段、所要時間、所要費用
- 4.和歌川河口干潟の潮干狩り場への同伴人数と同伴者の性別、子供の人数（初訪問でない人には平均同伴人数）
- 5.回答者の属性（性別、年齢、住所、職業、年収）

調査方法は、現地にて訪問者に直接当たる面接形式を採用した。そのため母集団は当干潟潮干狩り場に来訪した人となる。本アンケートにより標本数は441人分得た。

□便益算出方法

訪問者各人の便益は総旅行費用とその消費者余剰の合計で求められる。まず総旅行費用 [=所要費用+時間価値×所要時間] はアンケートの回答結果によって求められる。次に消費者余剰については回答者各人の訪問回数と旅行費用との関係から、以下のような効用関数を推定することによって求められる。

$$\text{モデル式： } X = \alpha \ln(P) + \sum_k \beta_k S_k + \gamma$$

ただし X：訪問回数（回/年）

P：旅行費用（円）

S：個人属性

α 、 β 、 γ ：未知のパラメータ

個人属性についてはアンケートにより多数取り込むことが可能であるが、その説明はここでは省略する。パラメータは重回帰分析により求められ、求められた最適モデル式に回答者各人の旅行費用を与え、各人の消費者余剰を算出する。母集団の便益は標本による各人の便益合計に拡大係数を掛けることで求められる。

□算出結果

重回帰分析によるモデル式推定過程についてここでは省略する。モデル式の推定結果を以下に示す。

$$X = -0.076 \ln(P) + 0.111 S_1 + 0.094 S_2 + 0.0028 S_3 + 0.567$$

ただし、X：訪問回数（回/年）、P：旅行費用（円）、 S_1 ：当干潟を目的地として居住地を出発した=1、していない=0、 S_2 ：宿泊有=1、なし=0、 S_3 ：滞在時間（分）

つまり、当干潟への訪問回数に影響を与える要因は、当干潟を目的地として居住地を出発したかどうか（たまたま立ち寄ったかどうか）、宿泊の有無、滞在時間であることがわかった。このモデルにより予測される訪問回数と旅行費用の関係を以下に示す。

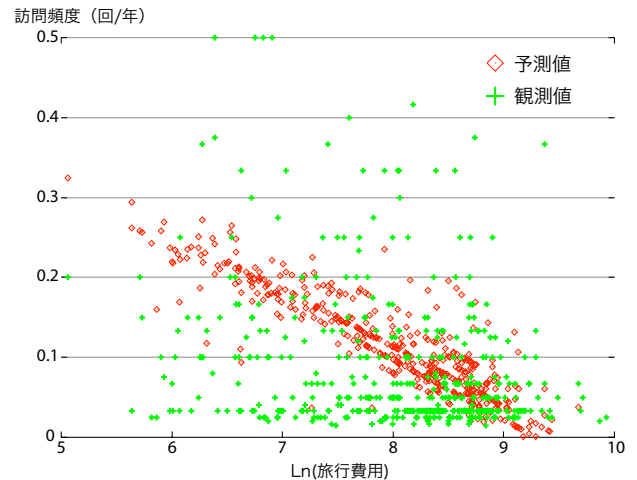


図2 訪問頻度と旅行費用の関係

予測値により回答者各人（標本数441）について消費者余剰を求め合計したところ、その金額は227,485円となった。一方アンケート回答によって求められる総旅行費用は1,877,796円であった。和歌山県によれば、2003年の当干潟の潮干狩り来客数は69,412人としている。よって利用者数（母集団）を69,412人と仮定すると、標本の拡大係数 [=母数/標本数] は約157.4である。消費者余剰および旅行費用支払額に拡大係数を乗じ、合計した金額は331,000,000円と算出される。また当干潟で潮干狩りをする場合、実際には入場料として大人1,200円、小学生以下の子供に600円を漁業組合によって徴収されており、これによる便益を加算した総便益は1年で約4億円と算定された。

□仮想市場法による非利用価値を考慮した便益計測

市場財では評価できない非利用価値について検討し、利用価値と合わせて便益を算定する。ここで評価しようとした項目は1.景観の価値、2.生物観察・環境教育ができる価値、3.生物生息・生物多様性によってもたらされる価値、4.漁業生産の場としての価値、5.潮干狩りができる価値、6.水質浄化機能による価値、7.観光資源としての価値、8.歴史・文化的背景の継承地としての価値、9.地域の誇りといったシンボリック価値、の9つである。仮想市場法はアンケートで直接「支払意志額」聞くことによって便益が算出される。アンケートは2004年7月28日から8月13日にかけて現

地で面接方式で行なった。その質問項目を以下に示す。

1. 当日の訪問目的および以前訪問したときの訪問目的、およその滞在時間、同伴人数、訪問回数。
2. 当干潟の認識レベル（干潟を埋め立てる計画があったことをしていたか）。
3. 環境保全・保護に対する意識。
4. 回答者自身によって想定される当干潟の環境財。
5. 9つの環境財について回答者自身による重要度評価。
6. 環境財に対する1世帯1年あたりの支払意志額（ダブルバウンド2肢選択方式で質問）
7. バイアス除去のための質問項目
8. 個人属性（性別、年齢、職業、既婚の是非）

なお、支払意志額を聞く質問の前には、当干潟の環境財について図、写真を用いてその現状および仮想的なシナリオを説明した。9つの環境財個々の説明はここでは省略するが、環境財を保全していくことによる効果、活用によって得られる効果を説明した。シナリオは現在維持されている当干潟の状態よりも、更により良く保全・活用し、その効果を得ていくためには継続的に費用が必要になると仮定した（個々の環境財について、環境価値の向上を説明）。

□支払意志額の推定方法

本研究では旅行費用法での推定方法と同様、モデルに効用関数を用いることができるランダム効用モデルを用い推定する。仮想市場法においてランダム効用モデルを用いて推定する場合、支払意志額はロジットモデルで表される。ここでアンケートの回答者*i*がある提示金額に賛成と答える確率を π_i^y 、および反対と答える確率を π_i^n とすると次のようなロジットモデルに表すことができる。

$$\pi_i^y = \frac{1}{1 + \exp(\Delta V)} \quad \text{および} \quad \pi_i^n = \frac{\exp(\Delta V)}{1 + \exp(\Delta V)}$$

ΔV は効用関数であり、

$$\Delta V = \alpha \ln(P) + \sum_k \beta_k x_k + C$$

と設定すれば提示した金額に同意したしないの結果が推計される。ただしPは提示金額（円/年）、xは個人属性、Cは定数項、 α 、 β は各パラメータである。パラメータは回答者全員による π_i^y 、 π_i^n の同時発生確率が最大になるよう最尤法により決定する。

以上により支払意志額の受諾曲線が確定でき、受諾曲線によって囲まれた面積が支払意志額の平均値となる。なおアンケートによる最大提示額以上の受諾率はわからないため、それ以上の受諾率を0とみなして裾切りをする。母集団中央値に関しては受諾率が0.5となる金額で決定する。

□支払意志額推定結果

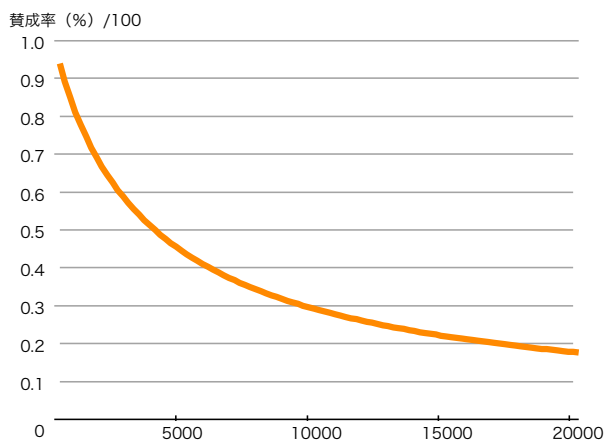


図3 支払意志額推定結果

本アンケートは支払意志額の質問項目において100円から15000円を提示金額に用意し、ダブルバウンド2肢選択方式で質問した。支払意志額の受諾曲線は個人属性を効用関数に取り込まない場合、以下の様に推定された。このとき中央値は3810円、平均値は6166円となった。

□環境財別の支払意志額および便益の検討

まずアンケート回答者の居住地によって、支払意志額に対する賛成率の変化を示す（図4）。

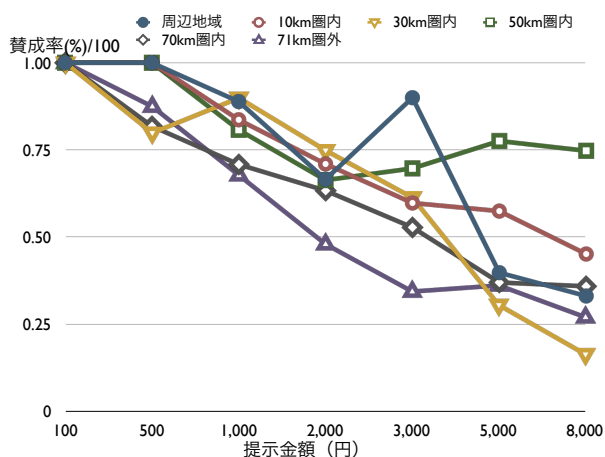


図4 居住地までの距離の違いによる賛成率の変化

またアンケートでは各環境財それぞれについて回答者に重要度評価をしてもらった（回答者自身にとって重要と思う財を5、そうでないものを1として相対評価してもらった。）（図5 標本集計結果）。

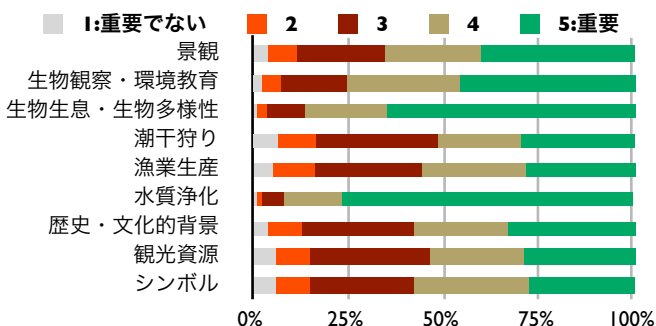


図5 各環境財の重要度評価

居住地までの距離の違いによって提示金額の賛同率は変化するものの、明らかな相関関係は見られなかった。そこで各環境財重要度評価の結果を各個人の支払金額の配分比率と仮定し、各環境財の支払意志額を算出した（表1）。このとき推定された支払意志額の平均値（6166円）及び中央値（3810円）をもとに各環境財に割り当てた。

表1 環境財ごとの支払意志額

環境財	中央値データ	平均値データ
景観	420.4	744.0
生物観察・環境教育	441.9	782.1
生物生息・生物多様性	485.9	860.0
潮干狩り	384	679.6
漁業生産	390.5	691.1
水質浄化	507.9	898.9
歴史・文化的背景	402.7	712.67
観光資源	387.7	686.2
シンボル	389	688.5

この金額を根拠に便益（母集団総支払意志額）を算出する。アンケートは現地にて面接形式で行なったため、標本は少なくとも当干潟周辺に訪問することがある可能性の人によるものである。よって単純に訪問者の居住地域の世帯数でもって母集団に拡大することはできない。さらに環境財の特徴を考慮すれば、母集団はより複雑になる。そこで支払意志額を、訪問者居住地域の訪問頻度の値で減少させて便益評価する。母集団を和歌山市とし、総支払意志額を求めたところ、約5億8千万と算出された（中央値データを拡大。訪問頻度は0.35（回/年）、世帯数は143,651）。これは和歌山市の歳出総額の0.42%に当たる。一方大阪市まで母集団の範囲を拡大したとき大阪市の総支払意志額は約11億5千万円と算出された（中央値データを拡大。訪問頻度は0.25（回/年）、世帯数は1,169,621）。これは大阪市の歳出総額の0.06%にあたる。

□ 仮想市場法と旅行費用法、代替法の妥当性の検討

水質浄化機能について、代替法では1年で約1億5千万円と算定された。仮想市場法では1人当たり約899（円/年）と算定された。仮想市場法では回答者の居住地域に関係なく多くの人が水質浄化機能は重要であると評価したため、訪問者の居住地をそのまま母集団とすると莫大な金額となる。これは水質浄化機能である栄養塩固定の「量」を評価したのではなく、浄化機能の存在自体に価値があると考えたためであると思われる。つまり「非利用価値」の側面を評価した値になる。代替法では窒素固定の「量」を算定しているた

め、「利用価値」の側面を評価した値である。そこで母集団を干潟によって水質が浄化されることが直接的な利益となる地域とし、その範囲を和歌山市とした。そうした場合、和歌山市が水質浄化機能によって得る便益は約1億3千万（円/年）となった。代替法による金額との差は14%である。

また旅行費用法による潮干狩り場の利用価値は約4億（円/年）と算定された。このとき1人あたりの支払平均額 [= ¥400,000,000/69,412（潮干狩り訪問者数）] はおよそ5,763円である。この金額は訪問者が実際に訪れるときに必要となる金額の平均である。しかし潮干狩り場に訪れる平均訪問頻度は1人当たり約0.11（回/年）であり、複数年に1回訪問しようとした時にその支払金額 [= ¥5,763×0.11] は634円である。仮想市場法では毎年訪問するしないにかかわらず1世帯あたり約680（円/年）と算定された。訪問者の主な居住地域の平均世帯人数は約2.76人である。よって1人あたりの支払意志額 [= ¥680/2.76] は約247（円/年）である。1人あたりの支払金額は旅行費用法では仮想市場法による金額よりかなり高い値となった。もし回答者が支払意志額の回答をしたときに、世帯の支払を個人の支払いと近似して回答したとすると、両アンケートデータにより推定される便益はかなり近い値となる。

□ まとめ

仮想市場法により、当干潟の9つの環境財に対する総評価額は、和歌山市を母集団とした場合1年で約5.5億円、大阪市まで母集団を拡大した場合大阪市では約11億円と算定された。また水質浄化機能は多くの人が重要と回答しており、「非利用価値」の側面が多いことがわかった。「利用価値」の側面は代替法により1年で約1.5億円と算定された。さらに旅行費用法により、当干潟の潮干狩り場としての利用価値は1年で約4億円と算定された。この結果は仮想市場法による評価額に比べかなり高い値となった。

□ 参考文献

- 1.流域別下水道整備総合計画調査指針と解説：日本下水道協会 平成11年度版
- 2.都市に近接する自然干潟（和歌山河口干潟）の生物生産と窒素収支：矢持進・藤原俊介・和田安彦・平井研・濱田のどか・金子健司・杉野伸義・重松孝晶・小池敏也 海岸工学論文集第51巻（2004）1021-1025
- 3.環境政策の便益：貨幣評価 OECD編 中央大学出版部、1999.5