干潟域における文化的サービスの定量的評価

岡田 知也¹・井芹 絵里奈²・三戸 勇吾³・高橋 俊之³・
秋山 吉寛²・渡辺 謙太⁴・吉田 稔⁵・桑江 朝比呂⁶

¹ 正会員 国土技術政策総合研究所沿岸海洋・防災研究部 (〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1)

E-mail: okada-t92y2@mlit.go.jp

² 国土技術政策総合研究所沿岸海洋・防災研究部 (〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1)

³ 正会員 復建調査設計(株) 環境部 (〒732-0052 広島市東区光町 2 丁目 10-11)

⁴ 港湾空港技術研究所沿岸環境研究チーム (〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1)

⁵ 関東地方整備局横浜港湾空港技術調査事務所 (〒221-0053 横浜市神奈川区橋本町 2-1-4)

⁶ 正会員 港湾空港技術研究所沿岸環境研究チーム (〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1)

沿岸域の生態系サービスの中でも定量化が困難である文化的サービスについて、定量化評価手法を考案し、東京湾内の4つの干潟域に適用し、各干潟の特徴の抽出を試みた。評価手法は海洋健全度指数の手法を参考とし、現況の状態のみではなく、持続可能性についても評価できる構造とした。干潟域における文化的サービスとして5つのサービスを定義し、それぞれのサービスの状態を評価するための指標を設定した。その後、東京湾内の4つの干潟域で評価に必要なデータの収集やアンケート調査等を実施した。

評価の結果、成因や規模、構造、利用状況等の異なる干潟では提供される文化的サービスの種類や持続可能性の状態が異なっていることが明らかとなった。本手法により、これまで実態の把握が困難であった干潟域の文化的サービスの特徴を抽出できることが示された。

Key Words : *cultural services, ecosystem services, tidal flat, Ocean health index*

1. はじめに

人が生態系から得ることができる便益を生態系サービスと呼び¹⁾、供給サービス、調整サービス、文化的サービスおよび支援サービスが大きな区分として提案されている。これらの生態系サービスは、市場取引がない状態で生産され享受されている場合が多い。そのため多くの人々は自覚せずに生態系サービスの便益を受けており、その価値を認めることが出来ていない。その結果、生態系サービスは意思決定過程で過小評価または無視されたりする²⁾。それを避けるには、多くの人が生態系サービスの価値を認識でき、その価値を意思決定過程に反映する手段が必要である。

その手段として、「生態系サービスの価値の定量化」が有効である。「価値の定量化」の最終的なゴールは貨幣価値への換算であるが、必ずしも初めから貨幣換算である必要はない。まずは、価値を一定のルールの下で数値化することにより、価値を認識し易くすること、および意思決定過程において相対比較し易くすることが重要である。

定量化手法に関しては、国連環境計画 (UNEP) の主導の下、TEEB (The Economic of Ecosystem and Biodiversity)

が提案された³⁾。TEEB は、経済学的な手法を用いて、生態系サービスを貨幣価値で評価する。この手法では、十分に発達した市場が存在する供給サービスの価値は合理的な評価が期待できるが、ほとんど市場化されていない文化的サービスおよび調整サービスの価値については信頼できる評価は困難であると考えられる。

一方、Halpern ら⁴⁾は、貨幣換算せずに海洋状態を包括的に評価する Ocean Health Index (海洋健全度) を提案した。この指標は、海洋の状態を理想的な状態との比較により点数をつけて定量化するものである。

著者らは、沿岸域の生態系サービスの多くは市場化されていないことを考慮し、生態系サービスを、海洋健全度を用いてまずは定量化した方が、一足飛びに貨幣換算化するより、着実であると考えた。そこで、この海洋健全度の考え方を東京湾の干潟に応用し、比較的定量化が容易な供給サービスおよび調整サービスの定量化を先行的に実施した⁵⁾。その結果、海洋健全度の考え方が干潟に対して適用可能であること示した。そこで、本研究では、海洋健全度の手法を応用し、市場化されていない生態系サービスである文化的サービスの定量的評価手法を考案し、東京湾内の干潟へ適用を試み、その比較から各干潟の特徴を抽出することを目的とする。

2. 方法

(1) 評価対象海域

東京湾内において、潮彩の渚（造成干潟）、横浜海の公園（人工海浜）、多摩川河口干潟（自然干潟）、小櫃川河口干潟（自然干潟）の4つの特徴の異なる干潟を選定し、文化的サービスの定量的評価を行った（図-1）。

潮彩の渚は、生物共生型護岸の実証試験施設であり、潮間帯の岸沖長さは15 m程度と最も規模の小さい造成干潟であり、造成から約6年が経過している。海の公園は、造成から30年以上が経過した人工海浜であり、潮間帯の岸沖長さは100 m程度である。多摩川河口干潟（海域）は自然干潟であり、潮間帯の岸沖長さは50～100 m程度である。なお、多摩川の河口では河口から数 km の範囲で干潟が確認されるが、本研究では海域に位置する多摩川河口干潟（海域）を評価対象範囲としている。干潟の存在位置は、羽田空港沿いである。小櫃川河口干潟は自然干潟であり、潮間帯の岸沖長さは1500 m程度と最も規模が大きい干潟である。

(2) 干潟における生態系サービスの定義

干潟が有する生態系サービスを、食料供給、水質調整、生物多様性、地域密着、親水利用、港湾機能、経済、海岸保護の8つのサービス群に区分した。本研究では、このサービス群の中で、文化的サービスに属する地域密着と親水利用について検討を行った。地域密着サービスでは、神事・祭事、日常利用を考慮し、親水利用サービスでは、観光・レクリエーション、教育、研究利用を考慮した。

(3) 定量的評価モデルの基本構造

定量的評価モデルでは、文化的サービスの具体的な内容として定義したサービス(i)について、式(1)を用いて、0から100の範囲で定量的な評価値(I_i)を与えた。0はサービス(i)が全く得られていない状態、100はサービス(i)が最も適切に得られている状態を意味する。

$$I_i = \frac{x_i + x_{i,F}}{2} \times 100 \quad (1)$$

ここで、 x_i は現況指数の評価値、 $x_{i,F}$ は近未来指数の評価値である。また、 I_i は100を上限としており、 I_i が100を超える場合の評価値は100となる。

x_i については、各サービスの状態を示す定量的な指標の評価年度の値(X_i)と、指標値の理想的な状態($X_{i,R}$)の比から、0から1の範囲で求められる(式(2))。本研究においては評価年度を2013年とした。

図-1 評価対象干潟と評価対象範囲

$$x_i = \frac{X_i}{X_{i,R}} \quad (2)$$

$x_{i,F}$ については、サービスの持続可能性を示す項であり、式(3)より求められる。

$$x_{i,F} = \frac{[1 + \beta \times T_i + (1 - \beta) \times PR_i]}{1 + \delta} \times x_i \quad (3)$$

ここで、 T_i はトレンド指数であり、過去5年間の x_i と時間軸の直線近似式の傾きから、近未来(5年先)の x_i の増減率を予測したものである。 PR_i は、PR (Pressure & Resilience) 指数を意味しており、 x_i のみでは把握できない貧酸素や青潮の発生といった周辺環境や、維持管理の有無といった人為的行為について、サービスに対して圧力(Pressure)となる場合は0から最低で-1、復元力(Resilience)となる場合には0から最大で+1のPR値を与え、各PR値の平均として求められるものである。 β については、 T_i と PR_i の重み付け係数であり、ここでは、直接的なデータから求められる T_i を重視して、 $T_i:PR_i = 2:1$ となるよう β を設定した。 δ は社会的な割引率であるが、モデルで扱うタイムスパン(5年先)では、ほぼ影響しないと考え、 $\delta = 0$ とした。

式(1)から式(3)より明白なとおり、評価モデルでは、理想的な状態($X_{i,R}$)が定量的な評価値(I_i)へ大きく影響する。 $X_{i,R}$ の求め方として、Halpernら⁴⁾は、①生産関数等により理想的な状態を導き設定する方法、②時間的な比較により設定する方法、③空間的な比較により設定する方法、④既知の目標値や基準により設定する方法の4手法を提案しており、可能な限り各サービスに対して社会的な合意が得られるゴールとなる値を設定すべきとされている。しかし、現時点では、国内において社会的な合意が得られる文化的サービスについての定量値を示すための知見や検証が存在しないので、ここでは全てのサービスにおいて、③の方法を用いることとした。

表-1 PR 指標の求め方と各サービスへの設定方法および得点

PR 指標	PR 指標の求め方	値の設定範囲	設定するサービス ¹⁾				
			観光・レク	教育	研究	昔からの特別な場	日々の憩いの場
施設管理団体の存在	干潟の管理団体の有無	+0.5 から-0.5	●	●	-	●	●
広報活動	広報活動の実施状況	+0.5 から-0.5	●	●	-	-	-
イベント等の集客活動	イベント等の集客活動の実施状況	+0.5 から-0.5	●	●	-	-	-
付帯・周辺施設の充実	トイレ等の周辺施設の整備状況	+0.5 から-0.5	●	●	-	-	●
アクセス性	駐車場や公共交通機関の駅の状況	+0.5 から-0.5	●	●	-	-	-
基盤の安定性	地盤沈下や漂砂の状況	+0.5 から-0.5	●	●	-	●	●
基盤環境の管理	養浜や耕転等の基盤環境の管理状況	+0.5 から-0.5	-	-	-	●	●
基盤・生態系の劣化	生物大量発生や悪臭の発生等の有無	+0.5 から-0.5	●	●	-	●	●
漁業活動の安定性	近年の漁業者の増減状況	+0.5 から-0.5	-	-	-	●	-
豊かな生物相	各干潟の底生生物の多様度指数	+1.0 から-1.0	-	●	-	-	-
種の保護活動	貴重種や水産種の保護活動の状況	+0.5 から-0.5	-	●	-	-	-

1) ●は各指標が評価に用いられているサービスを示している。

具体的には、評価対象干潟で過去5年間に得られた指標値の最上位値を X_{iR} として採用した。

(4) サービス・指標の設定とデータ収集

干潟域における文化的サービスの具体的なサービスとして、親水利用では、観光・レクリエーション、教育、研究の3つ、地域密着では、昔からの特別な場、日々の憩いの場の2つの計5つを定義した。

観光・レクリエーションでは、潮干狩りや釣りといった観光・レクリエーションの場を提供するサービスを評価する。観光・レクリエーションの指標としては、単位面積あたりの年間の入込客数を用いた。ここで、年間の入込客数を単位面積あたりとしたのは、潮干狩等のレクリエーションでは干潟の面積が比較的強い制約条件となるためである。海の公園および小櫃川河口干潟では、各都府県から発行されている年間入込客統計資料^{6,7)}から、評価対象干潟における年間入込客数を推定した。多摩川河口干潟（海域）では、2009年以前については、河川水辺の国勢調査の空間利用実態調査結果⁸⁾から、河川水辺の国勢調査マニュアル（案）の手法を参考に、評価対象範囲の年間入込客数の推計を行った。評価年（2013年）についてはデータが無かったため、後述の干潟意識調査結果から秋季平日の入込客数を計測し、過年度の空間利用実態調査結果で得られている季節間の来場者比率を勘案して、年間入込客数を推計した。潮彩の渚は、一般への開放が行われておらず、年間入込客数は0人と評価した。なお、年間入込客数の推計にあたっては、観光庁の定義に従い、非日常利用を観光・レクリエーションと位置づけ、散策等の日常利用による利用者については計上しないよう留意した。また、教育や研究活動による来場者も除外した。

教育については、環境教育活動のフィールドの場を提供するサービスを評価する。指標としては、年間の環境教育による来場者数を用いた。潮彩の渚を除いて、環境教育による来場者数の正確な記録が取得できなかった

め、干潟域の管理者等へ、過去5年間の平均的な環境教育の年間実施回数と1回あたりの来場者数をヒアリングし、年間の環境教育による来場者数の推計した。

研究については、研究フィールドの場を提供するサービスを評価する。サービスの指標としては、年間の研究論文および調査報告書数を用いた。年間の研究論文数は、4つの論文検索エンジン（Google Scholar, CiNi, J-Stage, アグリナレッジ）を用いて、各干潟に関連したキーワードを、日本語3つ、英語3つずつ設定し、検索を行った。調査報告書数は対象干潟の管理者等へヒアリングを行い把握した。

昔からの特別な場については、神事・祭事の場としてのサービスを評価する。指標としては、神事・祭事の実施回数および歴史的建造物の数を用い、2つの指標の x_i の平均値を、昔からの特別な場の x_i として用いた。神事・祭事の実施回数および歴史的建造物の数は、管理者等へのヒアリングや文献調査から把握した。

日々の憩いの場は、散策等で得られる安らぎや憩いの場としてのサービスを評価する。指標としては、日常利用している人の総利用時間に対して、その場を大切に思うかといった意識的な側面で重み付けを行う「憩いの場指数（Fam）」を式（4）のとおり定義し用いた。

$$Fam = V \times \frac{\sum_{j=1}^N \alpha_j \times w_j \times h_j \times I_j}{N} \quad (4)$$

ここで、 V は日常利用での来訪者数、 j はアンケート回答者 No., N はアンケート回答者数、 α_j は日常利用者係数（週1日以上利用=1, 週1日未満の利用=0）、 w_j は干潟に対する意識係数（干潟への意識有=1, 干潟への意識無=0）、 h_j は干潟での滞在時間、 I_j は干潟の必要性指数（非常に大切=1, 不要=0とし、6段階で評価）をそれぞれ表す。これらのデータは後述の干潟意識調査で取得した。

PR 指数については、各サービスに対して、圧力もしく

図-2 各文化的サービスの定量的評価結果

は復元力として働く要因を概念モデル⁵⁾を用いて整理し、指標と評価値について表-1のとおり設定した。PR指標を算定するための、各干潟の利用状況等は干潟の管理者や関係者へのヒアリングや文献調査により収集した。

(5) 干潟意識調査

観光・レクリエーションと日々の憩いの場については、干潟域への来訪者や来訪者の意識をもとに評価を行うため、来訪者数の計測、利用状況、および干潟に対する意識といった内容の干潟意識調査を実施した。潮彩の渚は、一般へ開放されていないため調査対象から除外した。

調査は、小櫃川河口干潟では2014年11月20日、海の公園、多摩川河口干潟（海域）では翌日の11月21日に実施した。特にデータが不足していた干潟の日常利用の状況を把握するため、両日とも平日の日の出から日没までに実施した。調査の間、各干潟の評価対象範囲への来訪者数を計数した。この際、来訪者の外観より、徒歩、ランニング、自転車、釣り、潮干狩、その他（海洋レクリエーション等）を把握した。また、同時に来訪者に対してのアンケート調査も実施した。アンケート調査は対面式で行い、干潟への来訪者に対して無作為に行った。アンケート事項としては、性別、年齢、居住地からの距離、移動方法といった属性に関わる情報に加え、干潟への来訪頻度、目的、滞在時間、干潟への意識の有無、地域社会に対する干潟の重要性といった干潟の利用状況や干潟に対する意識に関する質問を設定した。アンケートへの回答者数および全来訪者数に対する回答者の割合は、海の公園では81人で7.3%、多摩川河口干潟（海域）で

は11人で40.7%、小櫃川河口干潟では14人で37.8%であった。

3. 結果および考察

(1) 文化的サービスの定量的評価

文化的サービスの5つのサービスの定量的な評価値(I_i)は、干潟間で大きく異なっており、各干潟における特徴が明確に現れていた（図-2）。

まず、潮彩の渚については、観光・レクリエーション、昔からの特別な場、日々の憩いの場については0点となった。これは、潮彩の渚が一般に開放されていない造成干潟であり、休日および平日共に市民による自由な利用ができない状態にあることに起因する。一方で、教育、研究については、それぞれ40点、65点と他の干潟と比較しても高いレベルにあった。実証試験施設としての特徴が明確になっていると言える。

海の公園については、観光・レクリエーション、日々の憩いの場が他の干潟と比較し、突出して高かった。海の公園は、横浜で唯一の海水浴場であり、春季には潮干狩も行われており、年間の観光入込客数は100万人を超えていた。また、遊歩道といった周辺施設も充実しており、干潟意識調査結果から推計した散歩等の日常利用で訪れた人の数は800人/日程度と圧倒的に多かった。また、来訪者の意識としても地域にとって大切な場であるとの回答が9割以上であった。教育についても67点と最も高い得点であり、付近の小中学校によって教育活動の場と

図-3 観光・レクリエーション (a), 教育 (b), 研究 (c), 昔からの特別な場 (d), 日々の憩いの場 (e) における現況指数, 近未来指数, トrend指数, PR 指数

しても利用されていることを反映していると思われる。一方で、研究や昔からの特別な場については、得点が低かった。

多摩川河口干潟（海域）については、研究および昔からの特別な場でそれぞれ 75 点, 52 点と高かった。研究については東京湾内では貴重な自然干潟であり、研究対象になり易いことが高得点の理由と考えられる。昔からの特別な場では、漁師町として栄えた江戸自体から続く水神祭が現在も行われており、高得点となった。一方で、観光・レクリエーション、日々の憩いの場、教育の得点は低く、市民による利用が少なかった。

小櫃川河口干潟については、多摩川河口干潟（海域）と同様に、研究および昔からの特別な場で高得点であった。また、東京湾内では非常に希少な塩性湿地も有しており、NPO により環境教育活動等も行われていることから、教育についても比較的高得点となった。一方で、観光・レクリエーションおよび日々の憩いの場については低い得点であった。観光・レクリエーションについては、小櫃川河口干潟では毎年 10 万人を超える潮干狩客が来訪しているが、評価対象範囲の面積が大きいため、単位面積あたりの年間入込客数は、海の公園よりも 2 桁ほど低い値となった。

(2) 各サービスの指標の特徴

各サービスの現況指数, 近未来指数, トrend指数, PR 指数の値を図-3 (a) から (e) に示した。また、近未来指数と現況指数の差分を持続可能性指数と定義し、図-4 に示した。持続可能性指数は、0 以上の値であれば

図-4 各目標の持続可能性指数の算定結果

将来的にサービスの状態が維持もしくは増加する可能性のあることを意味し、負の値は将来的にサービスの状態が劣化する可能性があることを意味する。

観光・レクリエーションについては、海の公園でトrend指数が-0.2 と他の干潟よりも大きな負の値を示した。一方で、海の公園はアクセス性や周辺施設が非常に充実しており、PR 指数は、基盤生態系の劣化を除きほぼ満点であった。これらが相殺し、海の公園の観光・レクリエーションの持続可能性指数は-0.01 とほぼ0に近い値となっていた。今後、状態を注視する必要があると考える。

教育については、潮彩の渚でトrend指数が-0.6 と大きな負の値を示した。また、PR 指数についても青潮等の影響で、基盤の劣化が確認されていること、実証試験施設という特性上、市民の自由な利用が制限されている等から、-0.1 と負の値であった。この結果、持続可能性指数は-0.21 と低かった。

研究については、各干潟ともに、トrend指数および持続可能性指数は正の値であり、今後も持続的にサービ

スが提供される可能性が高いことを示していた。なお、研究については、PR 指数が全て 0 となっているが、これは研究の動機が多岐に及ぶため、あえて PR 指標を設定せず、PR 指数は全て 0 と定義したためである(表-1)。

昔からの特別な場については、経年的なデータが取得できないためトレンドは全て 0 と扱った。PR 指数については、現況の得点の高い多摩川河口干潟(海域)、小櫃川河口干潟で高得点であった。

日々の憩いの場についても、経年的なデータが取得できないためトレンドは全て 0 と扱った。PR 指数については、全ての干潟で 0 もしくは正の値を示し、海の公園、小櫃川河口干潟で高い得点であった。このため、持続可能性指数も、全ての干潟で 0 以上の値であった。

4. 結論

干潟の文化的サービスに対して、海洋健全度の手法を応用し、親水利用(観光・レクリエーション、教育、研究)および地域密着(昔からの特別な場、日々の憩い)に関するサービスを考慮できる定量化手法を考案した。

東京湾の 4 つの干潟に適用した結果、干潟域の文化的サービスは、各干潟の持つ歴史や物理的な構造、社会的な背景に強く影響されており、得られるサービスの内容や程度が異なっていることが示された。

また、各サービスをトレンド指数、PR 指数、持可能性指数から解析し、評価を行い、幾つかの場では持続可能性に懸念があるサービスがあることも示した。このような評価のプロセスは人工干潟等の実際の施設の維持管理においても有効であり、施設のサービスの発現状況と対策の必要性を的確に導くことが可能になると考えられる。

今後、本定量化手法に基づいた各サービスの貨幣価値の評価へ向けて、各サービス間における重み付けを検討

していきたいと考えている。

謝辞：本研究の実施にあたり、太田漁業協同組合、川崎河川漁業協同組合、東京都水産課、千葉県水産総合研究センター、木更津市、横浜市緑の協会、関東地方整備局京浜河川事務所の皆様にデータや情報の提供を頂いた。また、千葉県水産総合研究センター東京湾漁業研究所鳥羽光晴氏には研究に対してご助言を頂いた。以上の皆様に記して御礼を申し上げる。

参考文献

- 1) 国連ミレニアムエコシステム評価、生態系サービスと人類の将来、訳 横浜国立大学 21 世紀 COE 翻訳委員会、オーム社、241pp, 2007.
- 2) Pascual, U., et al.: The economics of valuing ecosystem services and biodiversity, The Economics of Ecosystems and Biodiversity, The Ecological and Economic Foundations, 133p, 2010.
- 3) TEEB: The economics of ecosystems and biodiversity ecological and economic foundations. Edited by Pushpam Kumar. Earthscan, London and Washington, 2010
- 4) Halpern, B. S., et al.: An index to assess the health and benefits of the global ocean, Nature, Vol. 488, pp. 1-6, 2012.
- 5) 岡田知也, 川上佐知, 三戸勇吾, 高濱繁盛, 羽原浩史, 鈴木高二朗, 森田健二, 関正彦, 菅家英朗, 桑江朝比呂: 海洋健全度を用いた沿岸環境の定量的評価手法の提案, 土木学会論文 B2, Vol.69, No.2, pp.1241-1245, 2013.
- 6) 神奈川県: 入込観光客調査 調査結果, [http:// www. pref.kanagawa.jp/cnt/f80022/p27746.html](http://www.pref.kanagawa.jp/cnt/f80022/p27746.html), 平成 26 年 12 月.
- 7) 千葉県: 観光客の入込同行, [http://www.pref. chiba.lg.jp /kankou/toukeidata/kankoukyaku/index.html](http://www.pref.chiba.lg.jp/kankou/toukeidata/kankoukyaku/index.html), 平成 26 年 12 月.
- 8) 関東地方整備局京浜河川事務所: 河川水辺の国勢調査 報告書, 河川空間利用実態調査結果, 平成 15 年度, 平成 18 年度, 平成 21 年度.

EVALUATION OF CULTURAL SERVICES OF TIDAL FLATS IN TOKYO BAY

Tomonari OKADA, Erina ISERI, Yugo MITO,
Toshiyuki TAKAHASHI, Yoshihiro AKIYAMA, Kenta WATANABE,
Minoru YOSHIDA and Tomohiro KUWAE

To clarify the characteristics of ecosystem services of tidal flats, we developed a quantitative evaluation method for the cultural services of tidal flats. The quantitative method model was formulated by applying the Ocean Health Index method, which is able to evaluate not only the present condition of the services but also the sustainability. We defined five goals for the cultural services and some indices to evaluate each goal. The method was applied to four tidal flats in Tokyo Bay. In order to calculate the evaluation indices, we compiled available data and carried out a questionnaire survey for the tidal flats. The results showed that the characteristics and sustainability of cultural services differed depending on the age, scale and location of the tidal flats.