Webアンケートによる干潟の生物多様性・生態系サービスの主観的価値の要因分析 - 愛知県一色干潟を対象として -

伊東 英幸¹・林 希一郎²

¹正会員 日本大学理工学部交通システム工学科准教授 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

E-mail:ito.hideyuki@nihon-u.ac.jp

²正会員 名古屋大学エコトピア科学研究所教授 (〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町)

E-mail:maruhaya@esi.nagoya-u.ac.jp

近年、生物多様性の保全や生態系サービスの重要性が再認識され、生態系サービスの主観的価値や経済価値などを推計した研究が多く見られるようになった。しかし、生態系サービスを網羅的に対象とし、各生態系サービスの主観的価値の決定に影響を与える要因を詳細に分析した研究は筆者の知る限りない。

そこで本研究は、愛知県の一色干潟を対象とし、愛知県民を対象としたWEBアンケート調査を実施し、各生態系サービスの主観的価値を推計するとともに、主観的価値に影響する様々な要因を順序ロジットモデルにより分析した。その結果、関連する小項目の生態系サービスの主観的な価値や、生態系サービス自体の好み、生態系サービスの利用や消費の経験、自然保全に対する意識レベルなどが影響している可能性を示した。

Key Words : *ecosystem services, biodiversity, Isshiki tidal flat, ordered logit model, importance level evaluation*

1. はじめに

近年、国内外において生物多様性の保全や生態系サービスの重要性が再認識され始めている。例えば、国連が主導したミレニアム生態系評価報告書¹⁾では、人間福利と生態系サービスとの関係が示され、生物多様性や生態系サービスの重要性が国際レベルで認識されつつあり、定量評価に向けた調査や学術的研究が世界各地で活発に行われている^{2) 3) 4) 5)}。ミレニアム生態系評価報告書¹⁾で示されている生態系サービスは、食料、燃料、木材などの供給サービス、大気や水質浄化などの調整サービス、リラクゼーションやレクリエーションなどの文化的サービス、上記3つのサービスを支える基盤となる土壌形成、栄養塩の循環などの基盤サービスの4つに分類される¹⁾。

このような背景の下、生態系サービスに対する市民の主観的な価値を分析した既存研究が近年みられるようになってきた。例えば、Martín-Lópezら⁶⁾はインタビューにより、スペインの国立公園や保護区から供給される生態系サービスごとに対し、人々の意識に影響を与える要因の分析を行っている。またRaymondら⁷⁾やSherrouseら⁸⁾は、

流域や国立公園から供給される生態系サービスを対象として、ワークショップや郵送アンケートにより社会的価値を定量化する試みが行われている。

国内においては、太田ら^{9) 10) 11)}は愛知県豊田市足助町の人工林や愛知県の一色干潟を対象とし、各生態系サービスの主観的価値の算出や個人属性の違いによる主観的価値の差の検定などを行っている。伊東ら¹²⁾は、米国の人工的に創出された湿地に着目し、仮想市場法に基づく経済価値と主観的価値の推計を行っている。

以上より、既往研究では流域、国立公園、人工林や湿地を対象とし、いくつかの生態系サービスのみを対象として主観的価値や経済価値などを推計している研究がほとんどである。したがって、生態系サービスを網羅的に対象とし、市民が主観的価値を決定する際に影響を与える要因の分析は筆者の知る限り実施されていない。

そこで本研究では、典型的な自然の干潟として残存している愛知県の一色干潟を研究対象とし、愛知県民を対象としたWEBアンケート調査に基づく、一色干潟の各生態系サービスの主観的価値を推計するとともに、主観的価値の決定に影響を与える要因を順序ロジットモデル

により分析し、明らかにすることを目的とする。

2. 研究の方法

(1) 研究対象とした愛知県一色干潟の概要

一色干潟は、愛知県西尾市一色町から吉良町の沿岸に広がる三河湾最大の干潟である（写真-1）。一色干潟は、一級河川である矢作古川（旧矢作川）河口に扇状に形成された干潟で、干潮時の干上がる面積は約4km²、海面下2～3mを含めた合計面積は約10km²となる。2006年2月に水産庁主催の「未来に残したい漁業漁村の歴史文化財産百選」に認定され、漁村に残る歴史的・文化的に価値の高い干潟となっている。また、西尾市役所へのインタビュー調査などによれば、一色干潟には野鳥の餌となるカニやゴカイなどが生息しており、さまざまな野鳥が飛来し、渡り鳥の中継地や越冬地として利用され、全国各地から野鳥愛好家が大勢訪れる場所でもある。また、一色干潟は潮の干満に伴って海水を浄化する機能や、ワタリガニやクルマエビ、ボラやセイゴなどの魚介類の稚魚の生息の場所として非常に重要な干潟である。その他に、アサリの潮干狩りや、干潟および野鳥の観察会などが活発に行われ、一色町の小中学校では一色干潟を活用した生き物調査や環境学習などにも利用されている。

写真-1 一色干潟（西尾市役所環境部環境保全課提供）

(2) WEBアンケート調査の概要

本研究では楽天リサーチを用いてWEBアンケート調査を2012年3月13日～25日にかけて実施した。はじめに愛知県のすべての楽天リサーチモニター会員を対象とし、干潟に関するアンケートの意思確認に関するスクリーニング調査として19,618サンプルを抽出した。その後、19,618サンプルから可能な限り、愛知県の各市区町村の人口構成比、男女比が近くなるように3,800サンプルをランダムサンプリングした。

アンケートの構成としては、はじめに一色干潟の概要（場所、面積、周辺の土地利用、生息する生物、環境学習としての利用など）を説明した後、一色干潟からの生態系サービスについて説明した。また「生態系サービス」という表現に関しては、回答者が見慣れない表現であるため、アンケートの一部では「自然の恵み（生態系

サービス）」と併記した。なお、これらの説明にあたり、可能な限り写真や図表などを用いてわかりやすく説明するとともに、「ナゴヤドーム@個分に相当」などイメージしやすいように具体例なども記載し、回答者の理解を深められるように配慮した。これらの説明の後には、内容を理解しているか理解度をチェックする質問を設け、理解していない回答者はサンプルから除外した。

次に一色干潟の各生態系サービスの消費量や利用状況、主観的価値などを尋ねるために、ミレニアム生態系評価報告書¹⁾で示されている生態系サービスの項目を参考とし、表-1に示す通り設定した。一色干潟の各生態系サービスの説明にあたり、可能な限り具体的な数値や報告書などのデータを記載して説明し、回答者がイメージできるように配慮した。各生態系サービスの消費量（全く使わない～非常によく使う）や主観的価値（全く重要でない～非常に重要である）などは0～10の11段階で尋ねた。ただし、供給サービスの燃料など、現在の利用が確認されていない生態系サービスの項目は潜在的な利用可能性などについて説明し消費量および主観的価値を尋ねた。

最後に供給サービス、調節サービス、文化サービス、基盤サービス、生物多様性の各大項目について、それぞ

表-1 アンケートで設定した生態系サービスの項目と概要

生態系サービスの項目	各生態系サービスの説明の概要
供給	食べ物
	アサリ、クルマエビ、イシガニ、カレイ、タイ、メバル、ハゼなどの魚介類や海苔（ノリ）などの食べ物の恵み
	淡水や海水
	河川から流れる水や地下水などを溜めて、農地への水の供給や、魚の養殖のための海水などに利用できる可能性
	燃料
調節	枯れた植物が長い間、あまり分解が進まずにたまったものは、泥のような炭となり、一部燃料や園芸用の土に使える可能性
	自然由来の医薬品など
	干潟を含む海洋からは、自然由来の医薬品や化粧品、食品添加剤などが開発できる可能性
	遺伝物質の活用
	干潟から採取した生き物の遺伝物質を活用した薬の開発や、病原菌に対抗するための遺伝子の活用、観賞用植物の開発などができる可能性
文化	気候調節
	気温や湿度を安定させる働きや、二酸化炭素などを吸収することで地球温暖化をやわらげる働き
	生物学的な調節機能
	地面から雨水が浸透して、地下水が満たされている地層を作る働きや、水を循環させる働き
	水循環
基盤	地面から雨水が浸透して、地下水が満たされている地層を作る働きや、水を循環させる働き
	自然災害の緩和
	干潟は台風や大きな波などの自然災害の影響を弱めたりする働き
	土や砂などの保持
	土や砂、砂利などを保持して干潟の状態のものを維持する働き
生物多様性	水質浄化機能
	一色干潟に生息する生物や海藻類は水を浄化する機能があり、1km ² あたり人口規模1万人程度の下水処理施設に相当
	精神的なやすらぎやリラックス機能
	干潟を見たり触れたりすることにより、精神的なやすらぎを得たり、リラックスすることができる
	レクリエーション
生態系サービス	年間150～170種類の野鳥が飛来し、さまざまな鳥やめずらしい鳥が飛来するため、他県からも愛好家が多く訪れるほどバードウォッチングが活発に行われている
	景観美や芸術的な価値
	自然の美しい景色や美しい環境による芸術的な価値や、精神的な満足などが感じられる
	環境教育
	周辺の小学生や中学生が訪れ、干潟の生き物の観察や調査などの環境学習に活用
生態系サービス	土壌形成
	河川からの土や砂、砂利がたまって沈殿し干潟を形成する働き
	栄養循環
	植物プランクトンや海藻が必要とする栄養（栄養塩）が循環する働き
	種の多様性
生態系サービス	一色干潟周辺で魚類175種類、鳥類が24種類確認され、アサリ、ヤドカリ、チゴガニ、ハマシギも一色干潟に生息
	遺伝子の多様性
	同じ種類の生き物にも、個々の遺伝子の違いによって、病気に強いものなどがあり、これらの遺伝子の種類が増えるほど、遺伝子の多様性は高くなり、より良い状態となる
	様々な生物の生息環境
	一色干潟には数多くの生き物が生息しており、渡り鳥の餌場や休む場所としても利用され、周辺の浅いところでは多くの稚魚（子ども魚）が成長する場所としても利用
生態系サービス	貴重な動植物や絶滅の危機に瀕している動植物（たとえば、エドハゼ、カジカ、スナメリや、13種類の絶滅危惧種である昆虫類など）を保護する働き
	絶滅危惧種の保護

表-2 個人属性およびその他の設問項目

一色干潟への訪問頻度と訪問目的
一色干潟に限らず、干潟や海はどれぐらい好きか
一色干潟産以外を含めて、シーフードをどれぐらい食べるか
一色干潟を含めて、干潟や海にはどれぐらい行くか
地球温暖化問題に対する関心度はどれぐらいか
干潟に限らず、自然環境などに触れたり、訪れたり、見たりすることで気分転換やリラックスすることは好きか
自然環境や生き物を保護することが重要だと思うか
自然環境の保護活動に参加したり、そのような保護団体の主催、支援をしているか
自然由来の医薬品(漢方薬なども含む)やサプリメントは摂取しているか
これまでに訪れた、もしくは住んだ地域(都市部、農村部、山間部)の中で、あなたの自然観(自然に対する考え方など)に最も影響を与えたのは、どの地域か
職業
世帯人数
世帯収入
現住所の郵便番号(自宅から一色干潟までの距離を算出するため)

れ0～10の11段階で主観的価値を尋ね、表-2に示するような個人属性に関わる質問を尋ねた。

(3) 分析方法

供給サービス、調節サービス、文化サービス、基盤サービス、生物多様性の各大項目の主観的価値(全く重要でない～非常に重要である)に影響を与える要因を分析するため、これらの主観的価値を従属変数とし順序ロジットモデルによる分析を行う。説明変数は各生態系サービスの消費量と主観的価値の数値に加え、表-2に示す項目を候補とした。ただし、多重共線性を確認するために、0～10の11段階で尋ねた各説明変数のデータはスピアマンの順位相関係数を推計し、0.6以上の説明変数のペアを確認した後、特に主観的価値に関連がある項目のみを残した。また自宅から一色干潟までの距離は、その影響度を確認するため説明変数に加えて分析した。

表-3 アンケートの集計結果

設問項目		評価方法	平均	中央値	標準偏差
供給	供給サービスの主観的価値(重要度)		6.19	6	2.80
	一色干潟の食べ物摂取量		4.82	5	2.59
	一色干潟の海水使用量		2.10	1	2.52
	一色干潟の燃料使用量		1.84	1	2.41
	一色干潟の自然由来薬品利用		1.78	1	2.34
	一色干潟の遺伝物質利用		1.82	1	2.39
調節	調節サービスの主観的価値(重要度)		6.32	6	2.84
	一色干潟の気候調整機能の恩恵		4.81	5	2.77
	一色干潟の生物学的調節機能の恩恵		4.58	5	2.84
	一色干潟の水循環機能の恩恵		4.09	4	2.93
	一色干潟の自然災害防除機能の恩恵		4.06	4	3.00
	一色干潟の土砂の保持機能の恩恵		3.96	4	3.00
文化	一色干潟の水質浄化機能の恩恵		4.83	5	2.98
	文化サービスの主観的価値(重要度)		5.23	5	2.94
	一色干潟のリラクゼーション効果の恩恵		3.74	4	3.04
	一色干潟のレクリエーションの恩恵		3.37	3	3.11
	一色干潟の芸術的な価値の恩恵		3.66	3	3.09
	一色干潟の環境教育としての利用		1.69	0	2.63
基盤	基盤サービスの主観的価値(重要度)		5.85	5	2.90
	一色干潟の土壌形成の主観的価値		4.72	5	3.01
	一色干潟の栄養塩循環の主観的価値		5.69	5	2.89
	生物多様性の主観的価値(重要度)		6.18	6	2.93
	一色干潟の種の多様性の主観的価値		6.18	6	2.87
	一色干潟の遺伝子の多様性の主観的価値		5.71	5	2.86
多様性	一色干潟の生息環境としての主観的価値		6.18	6	2.86
	一色干潟の絶滅危惧種保護機能の主観的価値		6.35	6	2.93
設問項目	一色干潟への訪問頻度と訪問目的	5段階(1:行ったことが無い～5:毎週訪れる)	1.60	1	0.88
	一色干潟に限らず、干潟や海はどれぐらい好きか	5段階(1:全く好きではない～5:非常に好き)	3.42	3	0.92
	一色干潟産以外を含めて、シーフードをどれぐらい食べるか	5段階(1:月に1日以下～5:週に5日以上)	3.13	3	1.01
	一色干潟を含めて、干潟や海にはどれぐらい行くか	5段階(1:数年に1回未満～5:ほぼ毎週行く)	2.05	2	0.94
	地球温暖化問題に対する関心度はどれぐらいか	5段階(1:全く関心がない～5:非常に関心がある)	3.33	3	0.88
	干潟に限らず、自然環境などで気分転換やリラックスは好きか	5段階(1:全く好きではない～5:非常に好き)	3.70	4	0.92
	自然環境や生き物を保護することが重要か	5段階(1:全くそう思わない～5:非常にそう思う)	4.22	4	0.84
	自然環境の保護活動の経験	5段階(1:いいえ～5:非常に積極的に参加)	1.52	1	0.82
	自然由来の医薬品やサプリメントは摂取しているか	5段階(1:全く摂取していない～5:毎日摂取)	2.32	1	1.68
	自宅から一色干潟までの距離	km	38.3	39.8	15.3

3. 結果と考察

(1) アンケートの集計結果

収集したサンプルから、生態系サービスの理解度を尋ねた質問で誤答したものや、自宅からの距離、回答漏れのあったサンプルなどを除外した結果、有効サンプル数は1,821となった。各設問項目の集計結果を表-3に示す。

その結果、供給サービスの主観的価値は平均値で6.19となり、2番目に高い結果となった。供給サービスに関連する項目ごとに見た場合、食べ物の摂取量の平均値が4.82と高い傾向が表れたが、一色干潟の海水使用量、燃料使用量、自然由来薬品利用、遺伝物質の利用はそれぞれ2.10、1.84、1.78、1.82と低い結果となった。これは日常生活の中で実際の利用のイメージが難しかったものや、将来における潜在的な利用可能性のイメージが難しかったことが理由と考えられる。

調節サービスの主観的価値は6.32と最も高い結果となった。一方で調節サービスに関連する項目ごとに見た場合、一色干潟の土砂の保持機能の恩恵以外は、すべての項目において4以上となったが、平均値は5(どちらかといえば重要)を上回らない結果となった。気候調整機能や水質浄化機能など身近な生態系サービスや、生物学的な調節機能に対して高い傾向を示す結果となった。

文化サービスの主観的価値は5.23と他の生態系サービスと比較して最も低い結果となった。文化サービスに関連する項目ごとに見た場合、一色干潟の環境教育としての利用が最も小さく1.69となった。その他の項目として、一色干潟のリラクゼーション効果やレクリエーションの恩恵などの項目に関しても3.37から3.74となり、全体として低い結果となった。このような理由として、一色干潟に訪問していない、もしくは訪問頻度の低い遠方の回答者が多く、実際に恩恵を受けていない回答者が多かったため、全体的に主観的価値が低くなったと考えられる。

基盤サービスの主観的価値は5.85と他の生態系サービスより2番目に低い結果となった。一色干潟の土壌形成と栄養塩循環の主観的価値は、それぞれ4.72と5.69となった。どちらもイメージしにくい項目であるが、どちらかといえば重要であるという回答が多い結果となった。

生物多様性の主観的価値は6.18と比較的高い結果となった。生物多様性に関連する全項目の主観的価値の平均値で6.12となり、比較的重要であると認識した回答者が多く、特に絶滅危惧種の保護機能が6.35と最も高い結果となった。

その他の設問項目の平均値をみると、一色干潟への訪問頻度は1.60でほとんどの回答者が訪問した経験が無い傾向にあり、干潟や海、シーフードをやや好む回答者は多かった。ただし、干潟や海への訪問回数は2.05で、数年に1回程度、干潟や海へ行く回答者が多い傾向にあり、

地球温暖化問題に対する関心度は、どちらかといえば関心があるという回答者が多かった。自然環境などでの気分転換やリラックスに関しては、比較的好きな回答者が多く、自然環境や生き物を保護することは4.22と高く、その重要性を認識している回答者が多かった。自然環境の保護活動の経験は1.52となり、ほとんどの回答者が経験が無く、自然由来の医薬品やサプリメントは2.32で月に1～2回程度摂取している回答者が多かった。自宅から一色干潟までの距離は平均で38.3kmとなった。

(2) 順序ロジットモデルによる各生態系サービスの主観的価値の分析結果

a) 供給サービスの分析結果

表-4に順序ロジットモデルで分析した供給サービスの分析結果を示す。Cox & Snell, Nagelkerke, McFaddenの疑似R²値は、それぞれ0.328, 0.333, 0.093と低い結果となった。モデル適合情報では切片だけのモデルと独立変数を含むモデルの間で尤度比検定を行った結果が示されている。その結果、有意確率が5%より小さかったため、独立変数を含めることで当てはまりが改善されることが示された。適合度では従属変数について実際に観測された値の分布と、モデルから予測される従属変数の分布のずれに関してカイ二乗検定を行った結果を示しており、ここでの帰無仮説は、「観測された度数分布と予測された度数分布が同じである」というものである。その結果、

表-4 供給サービスの分析結果

	係数	標準誤差	Wald	p値
一色干潟の食べ物摂取量	0.353	0.024	209.453	0.000
海や干潟は好きか？	0.334	0.058	32.740	0.000
一色干潟の訪問頻度	0.213	0.061	12.122	0.000
シーフード摂取量	0.134	0.054	6.258	0.012
一色干潟の海水使用量	0.097	0.031	10.062	0.002
自然由来のサプリメント摂取量	0.067	0.031	4.636	0.031
一色干潟の燃料使用量	0.032	0.040	0.645	0.422
一色干潟の自然由来薬品利用	0.011	0.044	0.059	0.808
自宅からの距離	0.006	0.003	3.749	0.053
一色干潟の遺伝物質利用	-0.081	0.044	3.391	0.066
Cox & Snell の R ² 値	0.328			
NagelkerkeのR ² 値	0.333			
McFaddenのR ² 値	0.093			
モデル適合情報				
モデル	-2 対数尤度	カイ 2 乗	自由度	有意確率
切片のみ	5513.466			
最終	5000.510	512.957	10	7.51E-104
適合度				
	カイ 2 乗		自由度	有意確率
Pearson	12470.838		12810	0.9835685
逸脱	4994.964		12810	1
平行線の検定				
モデル	-2 対数尤度	カイ 2 乗	自由度	有意確率
帰無仮説	5000.510			
一般	4772.375	228.135	90	5.749E-14

有意確率が5%より大きいことから帰無仮説を採択し、適合度検定の結果は有意ではなく、モデルが実際のデータに適合していることを示している。平行線の検定では、「すべての回帰式を通じて独立変数の偏回帰係数が等しい」を帰無仮説とし、今回の結果では有意確率が5%より小さいため、帰無仮説は棄却され、平行線の仮定が満たされていない結果となった。

次に、係数の値が大きい順でみると、一色干潟の食べ物の摂取量が多く、海や干潟を好むことが供給サービスの主観的価値に主に影響を与えており、次に一色干潟の訪問頻度が多いことやシーフードの摂取量が多いことが主観的価値に影響していることが明らかとなった。その他の項目に関しては、あまり供給サービスに影響を与えていない傾向が見られた。

b) 調節サービスの分析結果

表-5に順序ロジットモデルで分析した調節サービスの分析結果を示す。Cox & Snell, Nagelkerke, McFaddenの疑似R²値は、それぞれ0.426, 0.431, 0.128と若干低い結果となった。またモデル適合情報は有意確率が5%より小さかったため、独立変数を含めることで当てはまりが改善されることが示された。適合度では有意確率が5%より大きいことから帰無仮説を採択し、モデルが実際のデータに適合していることを示した。平行線の検定では、有意確率が5%より小さいため、帰無仮説は棄却され、平行線の仮定が満たされていない結果となった。

表-5 調整サービスの分析結果

	係数	標準誤差	Wald	p値
海や干潟はどれくらい好きか	0.345	0.057	36.850	0.000
一色干潟の気候調整機能の恩恵	0.257	0.030	71.776	0.000
一色干潟の水質浄化機能の恩恵	0.251	0.033	59.039	0.000
一色干潟の認知度	0.114	0.059	3.692	0.055
自然由来のサプリメントの摂取量	0.106	0.031	11.334	0.001
一色干潟の生物学的調節機能の恩恵	0.069	0.034	4.212	0.040
一色干潟の自然災害防除機能の恩恵	0.035	0.031	1.246	0.264
一色干潟の水循環機能の恩恵	0.017	0.033	0.250	0.617
自宅からの距離	0.003	0.003	1.111	0.292
一色干潟の土砂の保持機能の恩恵	-0.083	0.036	5.359	0.021
Cox & Snell の R ² 値	0.426			
NagelkerkeのR ² 値	0.431			
McFaddenのR ² 値	0.128			
モデル適合情報				
モデル	-2 対数尤度	カイ 2 乗	自由度	有意確率
切片のみ	5577.217			
最終	4862.766	714.451	10.000	5E-147
適合度				
	カイ 2 乗		自由度	有意確率
Pearson	12033.266		12810	1
逸脱	4859.994		12810	1
平行線の検定				
モデル	-2 対数尤度	カイ 2 乗	自由度	有意確率
帰無仮説	4862.76626			
一般	4677.904	184.862	90	1.59E-08

次に、係数の大きい順でみると、海や干潟が好きなほど調節サービスの主観的価値が高くなる傾向がみられ、次に気候調整機能や水質浄化機能の恩恵を受けることが影響を与えていることが明らかとなった。また、一色干潟をよく知っており、自然由来のサプリメントの摂取量が多い場合も、主観的価値に少し影響を与えていることが示された。

c) 文化サービスの分析結果

表-6に順序ロジットモデルで分析した文化サービスの分析結果を示す。Cox & Snell, Nagelkerke, McFaddenの疑似 R^2 値は、それぞれ0.447, 0.452, 0.133と若干低い結果となった。またモデル適合情報は有意確率が5%より小さかったため、独立変数を含めることで当てはまりが改善されることが示された。適合度では有意確率が5%より大きいことから帰無仮説を採択し、モデルが実際のデータに適合していることを示した。平行線の検定では、有意確率が5%より小さいため、帰無仮説は棄却され、平行線の仮定が満たされていない結果となった。

文化サービスは、特に自然保護活動の参加経験の豊富さや芸術的な価値の恩恵を多く受けることが主観的価値に大きく影響することが示された。これは自然保護活動など環境意識の高い人ほど、文化サービスへの理解と主観的価値が高くなることが明らかとなった。また、リラクゼーション効果や自然由来のサプリメントの摂取量が多い場合も、主観的価値に少し影響を与えることが示された。

表-6 文化サービスの分析結果

	係数	標準誤差	Wald	p値
保護活動の参加経験	0.282	0.057	24.422	0.000
一色干潟の芸術的な価値の恩恵	0.269	0.034	63.984	0.000
一色干潟のリラクゼーション効果の恩恵	0.193	0.031	39.466	0.000
自然由来のサプリメントの摂取量	0.102	0.063	2.635	0.105
海や干潟はどれくらい好きか	0.068	0.031	4.910	0.027
一色干潟のレクリエーションの恩恵	0.048	0.029	2.677	0.102
一色干潟の環境教育としての利用	0.008	0.024	0.119	0.730
自宅からの距離	0.007	0.003	4.785	0.029
Cox & Snell の R ² 値	0.447			
NagelkerkeのR ² 値	0.452			
McFaddenのR ² 値	0.133			
モデル適合情報				
モデル	-2 対数尤度	カイ 2 乗	自由度	有意確率
切片のみ	5687.248			
最終	4922.928	764.320	8.000	1E-159
適合度				
	カイ 2 乗		自由度	有意確率
Pearson	12992.364		12342.000	2.32E-05
逸脱	4859.811		12342.000	1
平行線の検定				
モデル	-2 対数尤度	カイ 2 乗	自由度	有意確率
帰無仮説	4922.928			
一般	4800.130	122.798	72.000	1.80E-04

d) 基盤サービスの分析結果

表-7に順序ロジットモデルで分析した文化サービスの分析結果を示す。Cox & Snell, Nagelkerke, McFaddenの疑似 R^2 値は、それぞれ0.469, 0.475, 0.144と若干低い結果となった。またモデル適合情報は有意確率が5%より小さかったため、独立変数を含めることで当てはまりが改善されることが示された。適合度では有意確率が5%より大きいことから帰無仮説を採択し、モデルが実際のデータに適合していることを示した。平行線の検定では、有意確率が5%より大きいため、帰無仮説は棄却されず、平行線の仮定が満たされており、独立変数の効果を解釈することができる結果となった。

基盤サービスは、感覚的に理解が難しい項目にも関わらず、栄養塩の循環の主観的価値が高いと感じることや、土壌形成の主観的価値が高いほど大きく影響していることが示された。次に、自然保護活動の参加経験や干潟や海が好きなこと、シーフードの摂取量が少し影響していることが示された。

e) 生物多様性の分析結果

表-8に順序ロジットモデルで分析した生物多様性の分析結果を示す。Cox & Snell, Nagelkerke, McFaddenの疑似 R^2 値は、それぞれ0.549, 0.556, 0.182と若干高い結果となった。またモデル適合情報は有意確率が5%より小さかったため、独立変数を含めることで当てはまりが改善されることが示された。適合度では有意確率が5%より大きいことから帰無仮説を採択し、モデルが実際のデータに適合していることを示した。平行線の検定では、有意確率が5%より小さいため、帰無仮説は棄却され、平

表-7 基盤サービスの分析結果

	係数	標準誤差	Wald	p値
一色干潟の栄養塩循環の重要度	0.395	0.029	183.741	0.000
一色干潟の土壌形成の重要度	0.201	0.027	55.173	0.000
保護活動の参加経験	0.165	0.062	7.154	0.007
干潟や海はどれぐらい好きか	0.139	0.058	5.710	0.017
シーフード摂取量	0.113	0.052	4.638	0.031
自宅からの距離	0.006	0.003	2.966	0.085
Cox & Snell の R ² 値	0.469			
Nagelkerke の R ² 値	0.475			
McFadden の R ² 値	0.144			
モデル適合情報				
モデル	-2 対数尤度	カイ 2 乗	自由度	有意確率
切片のみ	5646.428			
最終	4830.607	815.821	6	5.9E-173
適合度				
	カイ 2 乗		自由度	有意確率
Pearson	15113.041		12494	9.53E-55
逸脱	4795.139		12494	1
平行線の検定				
モデル	-2 対数尤度	カイ 2 乗	自由度	有意確率
帰無仮説	4830.607			
一般	4772.322	58.286	54	0.321

表-8 生物多様性の分析結果

	係数	標準誤差	Wald	p値
一色干潟の生息環境としての重要度	0.253	0.042	35.359	0.000
一色干潟の絶滅危惧種保護機能の重要度	0.204	0.035	34.226	0.000
一色干潟の遺伝子の多様性の重要度	0.158	0.035	20.522	0.000
干潟や海はどれぐらい好きか	0.147	0.060	6.012	0.014
一色干潟の種の多様性の重要度	0.112	0.035	9.973	0.002
一色干潟の訪問頻度	0.097	0.062	2.465	0.116
保護活動の参加経験	0.088	0.065	1.854	0.173
シーフード摂取量	0.085	0.053	2.514	0.113
自然由来のサプリメントの摂取量	0.082	0.032	6.668	0.010
自宅からの距離	0.004	0.003	1.441	0.230
Cox & Snell の R ² 値	0.549			
NagelkerkeのR ² 値	0.556			
McFaddenのR ² 値	0.182			
モデル適合情報				
モデル	-2 対数尤度	カイ 2 乗	自由度	有意確率
切片のみ	5648.884			
最終	4622.309	1026.574	10	3.5E-214
適合度				
	カイ 2 乗		自由度	有意確率
Pearson	24772.159		12820	0
逸脱	4618.150		12820	1
平行線の検定				
モデル	-2 対数尤度	カイ 2 乗	自由度	有意確率
帰無仮説	4622.309			
一般	4486.425	135.884	90	0.0013

行線の仮定が満たされていない結果となった。

生物多様性は、特に生物の生息環境としての主観的価値や、絶滅危惧種の保護機能の主観的価値が高いことなど、生物保全に直接的に関連する項目が生物多様性の主観的価値に影響を与えることが示された。また、遺伝子の多様性の主観的価値が高く干潟や海の好きなことが少し影響していることが示された。一方、理解が比較的しやすい生物種の多様性はあまり影響しない結果となった。

(3) 各生態系サービスの主観的価値の分析結果に関する考察

本研究による分析により、各生態系サービスの各大項目の主観的価値に対して、どのような要因が影響しているのか明らかとなった。

供給サービスの主観的価値には、一色干潟の食べ物の摂取量の多さや、海や干潟を好むことが影響しており、日常生活の中で直接的に生態系サービスを受ける項目（食べ物やシーフードの摂取量）や、感覚的に海や干潟を好むことなどが大きく影響する可能性がある。

調節サービスは、気候調整機能や水質浄化機能の恩恵を受けることが主観的価値に大きく影響を与えており、近年の地球温暖化問題に対する関心の高さや、実際の水の利用を通じて体験する水質の重要性などが影響している可能性がある。

文化サービスは、特に自然保護活動の参加経験の豊かさや、芸術的な価値の恩恵が主観的価値に大きく影響を与えており、自然保護の意識の高さや、文化的、芸術的な価値を感じる事が文化サービスに影響している可能

性が示された。

基盤サービスの主観的価値は、栄養塩の循環および土壌形成の主観的価値が高いことが大きく影響しており、その重要性の理解度が、直接的に基盤サービスの主観的価値に影響した可能性がある。

生物多様性の主観的価値は、特に生物の生息環境や絶滅危惧種の保護機能の主観的価値が大きく影響しており、近年の生物多様性保全に対する意識の高さが影響する可能性が示された。

また評価対象や分析のアプローチが異なるため、既往研究と単純に比較することはできないが、例えば、Raymondら⁷⁾は国立公園を対象としているが、「過去に実際に訪れた経験」や、「環境教育」、「環境行動」などの要因が生態系サービスの重要性に対する認識に影響することが示されており、太田ら¹⁰⁾においても一色干潟の文化サービスの一つである「療養」の主観的価値決定要因には、リラックスなどの「効果」や自然に触れるなどの「経験」が大きく影響することが示されている。本研究においても供給サービスの「一色干潟の訪問頻度」や、文化サービスの「保護活動の参加経験」、「リラクゼーションの効果」、「レクリエーションの恩恵」、基盤サービスの「保護活動の参加経験」、生物多様性の「保護活動の参加経験」、「一色干潟の訪問頻度」などが各生態系サービスの主観的価値に影響していることが示されており、ほぼ同様の傾向がみられる結果となった。

また太田ら⁹⁾は、愛知県豊田市の森林を対象としているが、一部の生態系サービスにおいて、対象森林から居住地までの距離が遠くなるほど、生態系サービスの重要度が低くなる傾向がみられた。しかしながら、本研究では「自宅からの距離」は、すべての生態系サービスにおいて、わずかな影響しか与えていない結果となった。この理由として、本研究は供給、調整、文化、基盤、生物多様性の各生態系サービスの各大項目の主観的価値に基づく要因分析を行っているが、太田ら⁹⁾は、例えば供給サービスを「木材」、「食糧」などのように小項目別に分けて「居住地からの距離」との関係を詳細に分析しているため、本研究では「自宅からの距離」があまり影響しなかった可能性が考えられる。さらに太田ら⁹⁾は、各小項目別の「重要度」と「距離」の2つの関係性を分析しているが、本研究では様々な環境要因を含めた分析を行っており、その結果、「自宅からの距離」以外の様々な環境要因が大きく影響していることが示された。

以上の結果より、各生態系サービスの各大項目の主観的価値に影響する主な要因として、関連する小項目の生態系サービスの主観的な価値を感じる事が大きく影響するが、その他にはその生態系サービス自体の好みや、生態系サービスの利用もしくは消費した経験、自然保全に対する意識レベルなども影響している可能性を示した。

4. おわりに

本研究は愛知県の一色干潟に着目し、各生態系サービスの主観的価値を算定するとともに、主観的価値に与える様々な要因について順序ロジットモデルによる分析を行い、その要因に関する考察を行った。

今後の課題として、各生態系サービスを説明する際に、すべての生態系サービスに対して具体的な物理量データなどを示すことができておらず、定性的で概念的な説明となっている項目もあるため、それらが主観的価値にどの程度、影響している検証する必要がある。

また、今回のアンケートでは、回答者が生態系サービスの理解を深められるような説明の工夫や配慮などをしつつ、理解度をチェックする設問を設けて一部のサンプルの除外などを行ったが、一色干潟を訪問した経験のある回答者が少なかったため、どの程度まで理解したうえで主観的価値を決定したのか課題が残っている。したがって、今後も引き続き、上述した課題を踏まえ検討していく予定である。

謝辞：本研究は文部科学省の特別研究経費「東海地域における生物系未利用資源のカスケード型利用システムの構築」を活用して実施した。また、本研究の一部は、名古屋大学エコトピア科学研究所における共同研究として実施した。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) WRI (World Resource Institute). (2000). Ecosystems and Human Well-being Synthesis. Island Press, Washington DC, 137pp..
- 2) Costanza, R., Arge, R., Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P., Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital, NATURE, VOL.387, 253-260.
- 3) Farber, S., C. R. Costanza, M. A. Wilson. (2002). Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services, Ecological Economics, No.41, 375-392. .
- 4) DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs, UK). (2007). An introductory guide to valuing ecosystem services, Crown, London.
- 5) Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P. and Van der Belt, M. (1998). The value of the world's services and natural capital, Ecological Economics, 25(1), 3-15.
- 6) Martín-López, B., Iniesta-Arandia, I., García-Llorente, M., Palomo, I., Casado-Arzuaga, I., Amo, D. G. D., Gómez-Baggethun, E., Oteros-Rozas, E., Palacios-Agundez, I., Willaarts, B., González, J. A., Santos-Martín, F., Onaindia, M., López-Santiago, C., and Montes, C., Uncovering Ecosystem Service Bundles through Social Preferences, PLoS ONE, Vol. 7, No. 6, e38970, 2012.
- 7) Raymond, C. M., Bryan, B. A., Donald, D. H., Cast, A., Strathearn, S., Grandgirard, A., and Kalivas, T., Mapping community values for natural capital and ecosystem services, Ecological Economics, Vol. 68, No. 5, pp.1301-1315, 2009.
- 8) Sherrouse, B. C., Clement, J. M., and Semmens, D. J., A GIS application for assessing, mapping, and quantifying the social values of ecosystem services, Applied Geography, Vol. 31, No. 2, pp.748-760, 2011.
- 9) 太田貴大, 林希一郎, 伊東英幸, 大場真, 再生生態系の生態系サービスに対する重要度の探索的分析: 愛知県豊田市の森林の事例, 環境共生 22 巻, pp.38-50, 2013.
- 10) 太田貴大, 林希一郎, 伊東英幸, 生態系サービスの文化サービスに対する主観的価値の決定要因-愛知県一色干潟における精神的療養と環境教育利用に着目して, 環境情報科学学術研究論文集 26 巻, pp.307-312, 2012.
- 11) T. Ota and K. Hayashi. (2011). 「Valuing comprehensive ecosystem services in sustainably managed forest: A case study in the eastern Aichi prefecture, Japan」『自然環境復元学会研究発表会発表・講演要旨集』Vol.12, 3-4.
- 12) 伊東英幸, 太田貴大, 林希一郎, 吉田謙太郎, 胡升华, 米国加州のミティゲーションバンクにおける生態系サービスの重要度評価と経済価値評価, 環境アセスメント学会誌 12 巻 No. 2, pp. 63-71, 2014.

(2015. 8. 18 受付)

FACTOR ANALYSIS OF SUBJECTIVE VALUES OF BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES OF TIDAL FLAT USING WEB SURVEY -CASE STUDY OF ISSHIKI TIDAL FLAT IN AICHI PREFECTURE-

Hideyuki ITO and Kiichiro HAYASHI

Recently, the number of existing researches that tried to estimate the subjective values and economic value of ecosystem services has been increasing as the importance of biodiversity and ecosystem services was recognized both in and out of Japan. However, there are few existing researches that analyzed the factors affected the subjective values of biodiversity and many ecosystem services. Therefore, the purpose of this research is to estimate comprehensively the subjective values of ecosystem services and biodiversity of Isshiki tidal flat through the internet questionnaire survey and then analyze the factors that affected subjective values by ordered logit models.