

# 絶滅危惧種「アユモドキ」の経済価値を測る ～コンジョイント分析による非利用価値の評価～

古市 沢

(内藤 登世一ゼミ)

## 1. はじめに ～研究の背景～

近年、環境経済学の観点から自然の環境価値を測り、自然環境の保全への取り組みが進んでいる。その背景には、地球規模の森林破壊や砂漠化、水質汚染などがある。1998年に起きた中国長江の大洪水は、本来保水機能を果たし土砂崩れを抑制するはずの森林が伐採されたことに起因し、この水害によって約2億2300万人もの人々の生活に影響を及ぼしたという(レスター・ブラウン2002)。また、これらの災害による被害は、人々の経済的生活面だけでなく精神面や持病の悪化、救助者が災害に巻き込まれるなどの二次被害にも繋がり、環境破壊によって被る被害は多岐にわたる。

ここで述べる環境価値とは、貨幣価値として表わされていない自然環境の価値を、私たちが身近に感じられる市場価格である貨幣価値として表すものである。ただし、環境価値は貨幣価値に変換したことによって売買という取引で扱おうとするのではない。あくまで存在価値としての認識を提言するものと捉えるべきである。本研究では、評価対象が貨幣価値として表すことのできない生物つまり非利用価値であるため、環境価値の評価には「表明選好法」という評価法を用いる。これは人々に環境評価対象に対する環境対策の選好を直接たずねるといふものである。環境価値を測ることは、環境を貨幣価値として表すことだけでなく、環境破壊によって後に私たち人間が被る被害(総額)と比較することができ、人間社会が自然を壊さずに保全していくための判断材料となることが期待される。

本研究で環境価値を調査・評価する対象は、国の天然記念物と種の保存法の国内希少レッドデータブックの「絶滅危惧 I A 類 (CR)」に指定されている「アユモドキ」である。現在は、淀川水

系の亀岡市と岡山県の一部の河川でしか見られない。個体数減少の原因には、都市化や圃場整備事業に伴う河川の改修・管理による産卵場所の消失や生息域の隔離、水田の宅地化、農業による水質汚染、密漁や外来種の侵入などが挙げられる。亀岡市においては平成21年4月に亀岡市保津地域アユモドキ保全協議会が設立され、アユモドキの保全回復や生息域の拡大に向けた活動が取り組まれてきた。しかし、平成24年に京都府が発表した亀岡市におけるサッカースタジアム建設計画地には、アユモドキの生息場所が含まれており、日本魚類学会や自然保護委員会など複数の団体・専門家が強い懸念を示している。

アユモドキの環境評価についての同様の研究は、2011年にCVM(仮想評価法)という方法で京都府立大学の桂明宏教授らによって行われたが、CVMはアンケートの設問の仕方や内容、設計によって回答に影響を及ぼす「バイアス」と呼ばれる現象が生じる問題がある。そこで、本研究ではCVMと同様に表明選好法に属する「コンジョイント分析」という方法を用いる。この方法がCVMと異なる要点は、CVMで心配されるアンケート回答時に生じるバイアスの影響を最小限に抑えることが可能であること、そして評価対象を属性別に評価できるという点である。具体的な手法としては、プロフィールと呼ばれる属性ごとに構成されるカードを用い、アンケート形式で回答者に示し、個々のプロフィールに対する選好をたずねるといふものである。

本研究ではこのような手法を用い属性単位でアユモドキの環境価値を測り、希少な生物種「アユモドキ」の保全に少しでも貢献したい。

## 2. なぜ野生生物を保全するのか

私たちは生態系から様々な利益・恩恵を受けて

いる。これは「エコシステムサービス」と呼ばれ、この諸機能には、大気の調節や土壌保全、生物多様性保全、水源涵養、生物生産、自然災害防止・軽減、廃棄物処理、生活環境の形成、保健文化などがある（鷲谷いづみ 2011）。

自然からの恩恵として私たちが身近に感じるこののできるものには石油や木材、食料などの市場で流通する直接的利益がある。エコシステムサービスは、これらの他にも生物の遺伝子資源として今日の医療薬品の開発に貢献し、豊かな自然環境は私たちに安らぎを与え、レクリエーションや健康で快適な生活環境も提供している。このように、私たちは気づかぬうちにエコシステムから様々な恩恵を受けながら生活している。しかし、私たちは自然資源を無限に存在するもののように消費し、破壊し続けているのである。その結果、地球温暖化を始めとして、本来保水機能を果たすはずの森林を伐採したことにより起こる土砂災害や、水質汚染によってそこに住んでいた生物の消失、悪臭や病原菌の拡大といったようにその周辺環境にも影響が及んでいる。私たちが起こした自然環境破壊の多くは私たちの生活に弊害として返ってきており（被害に気づかない場合や、加害と被害の間に何十年もの時差があり被害の要因がわからない、または被害がまだ出ていないという場合もある）、このことから自然環境と人間が共生しているということに対する私たちの認識の薄さがかがえる。

市場に流通しない自然資源にも目には見えない価値がある。先に述べた医療薬品を例にすると、生物の遺伝子資源から開発された医療薬品は、昔は治らなかつた病気も現代では治療・完治が可能になり、生物の遺伝子資源が今日の医療技術発展に貢献している。自然環境・資源は一度破壊されると元には戻すことができない。たとえ直接的利益を見いだせなくとも、遺伝子資源は将来性を秘めた存在価値ともいえよう。

絶滅の恐れがある野生生物については、1964年に国際的自然保護組織であるIUCN（International Union for Conservation of Nature and Natural Resources）が初めてデータブック（レッドリスト）を出版した。現在改訂された最新のデータによると約7万4106種が登録され、そのうち約

30%にあたる2万2176種に絶滅の恐れがあるとされている。レッドリストは絶滅の危険性の程度によってカテゴリーに分類され（表1参照）、そのなかでも絶滅危惧種は、ごく近い将来の絶滅の危険性が極めて高い種「絶滅危惧種 I A 類（CR）」、近い将来の絶滅の危険性が高い種「絶滅危惧種 I B 類（EN）」、絶滅の危険が増大している「絶滅危惧種 II 類（VU）」の3つに分類されている。日本では2014年7月に「ニホンウナギ」が近い将来絶滅の危険性が高い種として絶滅危惧種 I B 類（EN）に登録され、注目を集めた。

表1. IUCN のレッドリストによる危機の評価

【カテゴリー】	【略称】	【WWFの呼称】	【環境省の呼称】
Extinct	EX	絶滅種	絶滅
Extinct in the Wild	EW	野生絶滅種	野生絶滅
▼Threatened		絶滅危機種	絶滅危機
Critically Endangered	CR	近絶滅種	絶滅危惧 I A 類
Endangered	EN	絶滅危惧種	絶滅危惧 I B 類
Vulnerable	VU	危急種	絶滅危惧 II 類
▼Lower Risk	LR	準危急種	
・Near Threatened	NT	近危急種	準絶滅危惧種
・Least Concern	LC	低危険種	（該当なし）
◆Data Deficient	DD	情報不足種	情報不足

（WWF ホームページより）

レッドリストは世界各国政府やあらゆる自然保護団体で独自に作成されており、日本の環境省は1991年にレッドリストに記載のある種のより詳しい情報を記した「レッドデータブック」を発表した。日本国内では、レッドリスト、レッドデータブックに記載された種に関しての法的規制はないが、データブックに基づき特に保護の必要性の高い種については「絶滅の恐れのある野生動植物の種の保存に関する法律（種の保存法）」において希少野生動植物への指定により法的保護措置が可能である。なお、この希少野生動植物には82種が指定されており、この中に本研究で取り扱うアユモドキも記載されている。

では、どのようにしてこれらの希少生物を保全していくのか。この問いに対して本研究で試みる解法は、生物の存在価値を経済的価値として評価することである。経済的価値として表されていないものを評価することで、市場経済の中で生活する私たちは、その価値を理解しやすくなる。そし

絶滅危惧種「アユモドキ」の経済価値を測る ～コンジョイント分析による非利用価値の評価～

て、自然環境や生物と、人間社会の経済との結びつきを図り、生態系の中で経済が動き共生していることを認識する重要な情報となり得ることを目指す。したがって、経済的価値の評価は最終目標ではなく、保全のために必要なツールの一つと考える。経済的価値の評価を経たのち、実際にその情報を用いて保全対策を検討し、実践、結果報告、さらなる対策改善、再実践というようなサイクルを環境の変化に応じて行い、結果が出てこそはじめてこの評価の意義を成すのである。

生態系評価の先駆けといわれる研究は、米メリーランド大学の Robert Costanza et al. が地球全体のエコシステムサービスの経済評価を行い、貨幣価値に変換できる範囲での試算で総額約 33 兆ドルにおよぶと発表した（坂上・栗山 2009）。栗山浩一氏によれば、生態系の変化や社会経済環境が変化するように、地球全体でのエコシステムサービスの価値も刻々と変化するため、世界や地域の社会・経済状態などを考慮した研究が必要であるという。したがって、エコシステムサービス全体の価値を測るには、エコシステムサービスの諸機能、さらには地域ごとの狭い範囲から評価してゆき、それぞれの諸機能の関係性を整理することが必要となる。本研究では、局所的にしか息しないアユモドキという希少生物を評価の対象としており、地球全体の中では、ごく小さな要素と思われるかもしれない。しかし、このような一見小さな要素でも俯瞰的にエコシステムサービス全体を評価するための重要な要素であり、局所的な研究調査によって他の要素との関係性が展開されるであろうと期待される。

### 3. CVM の問題点とコンジョイント分析の有効性

次に、先行研究で行われた分析法である CVM（仮想評価法）の問題点と本研究で新たに試みるコンジョイント分析法の有効性について述べたい。そこで、まずは大きく 2 つに分類される環境評価法とそれに属する CVM とコンジョイント分析のそれぞれの特徴を紹介し、CVM の問題点は何か、コンジョイント分析は CVM と比較しどのような利点があるのかといったことを展開した

い。なお、これらの手法についての記述は、坂上・栗山（2009）を参考としている。

環境経済学における代表的な環境評価法には、主に「顕示選好法」と「表明選好法」の 2 つがある。顕示選好法とは、環境が人々の経済行動に与える影響を間接的に貨幣価値として評価するものである。例えば、旅行をする際に掛かる交通費や宿泊費、お土産代、また場所によっては入場料や体験料なども含む旅費からレクリエーションの価値を評価する「トラベルコスト法」がある。そして、人々が住宅や職場を選択する際に伴う住宅周辺の騒音や大気汚染等の環境汚染、周辺環境の治安や緑地の有無などによって地代や賃金に影響を及ぼすことを考慮して、それらの環境の価値を計測する「ヘドニック法」もこれに属する。一方、表明選好法とはアンケートを用いて直接人々に価値を尋ね評価するものである。これには、ある生態系を保全するためにどのくらいの代価を支払うかという支払意思額を直接人々に尋ねる「CVM（仮想評価法）」や、複数の環境対策案を提示し回答者にその選好を尋ねる「コンジョイント分析」がある。

表明選好法は、農地利用やエコツーリズムなどの利用価値だけでなく、野生動物や生態系などの市場価格の存在しない非利用価値も評価できるという利点がある。ただし、アンケートを用いるという点で、設問内容や質問のしかたによって回答に影響が及ぶ「バイアス」と呼ばれる現象が生じる場合がある。たとえば、回答者が支払意思額を意図的に過大にまたは過少に回答する「戦略的バイアス」、調査者が調査の対象とする評価対象と回答者がアンケートを読んで捉えた評価対象の範囲が異なる「部分全体バイアス」、支払意思額の支払い手段が回答に影響を及ぼす「支払手段バイアス」などがある。そのため、表明選好法でアンケート調査をする際には、このようなバイアスを最小限に留めるよう回答者にわかりやすく内容を把握してもらうための図や写真等を用いるなどして十分に検討する必要がある。

アユモドキの先行研究で行われた CVM は適用範囲が広く、他の多くの生態系評価で用いられた手法であり、ある生態系の総価値を評価することができる。対して、今回行うコンジョイント分析

は評価対象を属性別に評価できるため、環境保全対策を検討する際の重要な情報となり、非常に有効な方法として期待されている。両者の評価方法の違いを具体的に説明すると、評価対象を熱帯林とした場合にCVMでは熱帯林の総価値を評価するが、コンジョイント分析を用いると木材生産、農地利用、生態系保全などの属性別に分解して熱帯林を評価することができる。なお、CVMを用いて属性別に評価する場合には、それぞれの属性ごとに調査が必要となるため、複数回調査をすることになる。

CVMの問題点として挙げられるのが、前述のバイアスによる影響が大きいという点である。CVMには4つの質問形式があり、中でも「自由回答形式」と呼ばれるものは、戦略バイアスと、ある商品に対していくら支払うかという不慣れた意思決定によるバイアスが生じやすく、近年ではあまり使用されない。また、「付け値ゲーム形式」や「支払カード形式」は最初にある金額を提示するため戦略バイアスや無回答は避けられるが、最初に提示した金額の値によって生じる開始点バイアスや、提示する金額の範囲によって生じる範囲バイアスが存在するため、これも近年ではあまり使用されていない。

CVMの質問形式のうち、このようなバイアスによる影響が生じにくいとして、近年最も使用されているものが「二肢選択形式」である。これは、ある金額を提示し、それに対して支払うかどうかをYes/Noでたずねるというものであり、商品の価格を見て購入するという通常の消費行動に近いことから、戦略バイアスが生じにくいとされている。CVMは初期の頃に比べるとバイアスによる影響を考慮して改良され、コンジョイント分析との違いもなくなりつつあるように思われるが、両者の間には決定的な違いがある。コンジョイント分析では、複数の属性を組み合わせて構成された「プロフィール」というカードを用いるため、提示する金額はその属性の一部であり、それら複数の属性により評価対象の価値が決まる。対してCVMは、金額のみに注目して評価対象の価値を評価するため、提示した金額によって生じるバイアスの大きさが明らかに異なる。ただし、CVMとコンジョイント分析のどちらにしても、調査者

が金額設定のみならずアンケートの設計や調査方法に不備があれば、その時点で設問がバイアスをはらんでいることになるため、アンケートの設問設計には専門家による十分な検討が必要である。

さらに、選択型コンジョイント分析の有効性について、栗山氏は「選択型は、複数の商品の中から1つを選ぶという通常の消費形態に近いため回答しやすく、『どれも選ばない』という選択肢を入れることも可能という利点がある。選択型は、ランダム効用モデルを用いて分析が行われるため、経済理論との整合性が高く、環境経済学の分野では選択型が使われることが多い。」と述べている。また、この選択型コンジョイント分析の信憑性をさらに深める方法として、近年、実験経済学の視点から実際に金銭の取引を行うことで、支払仮想性によるバイアスを生じにくくするという研究も行われている。

以上の理由から、本研究ではCVMではなく、選択型コンジョイント法を使用して分析を行う。

#### 4. コンジョイント分析によるアンケート調査の概要

次に、アンケート調査の概要を説明する。

今回行われた、コンジョイント分析によるアユモドキの経済的価値の測定は、京都学園大学が亀岡市役所の委託により企画・実施された共同研究である。調査によって得られた測定結果は、今後のアユモドキの保全政策に役立てることを目的としている。調査の対象者は、無作為に抽出した亀岡市在住の1000人（電子電話帳から）で、個別に郵送にてアンケート用紙と回答用紙、返信用封筒を同封のもと調査を行った。アンケートの設問には、「アユモドキの個体数」、「河川の水質」、「水田の保全量」、「保全活動人数」、「追加税負担額」の5つの属性から構成されたプロフィール（政策）2つと現状が提示されている。回答者にはそれら3つの政策を比較し、最も好ましいと思うものを選択してもらう。なお、アンケート回答にあたって、回答者にはあらかじめ5つの属性についての説明文を読んでもらい、専門的知識の有無によって回答に支障が出ないように配慮している。属性の値の組み合わせが異なるプロフィールを提示した

絶滅危惧種「アユモドキ」の経済価値を測る ～コンジョイント分析による非利用価値の評価～

同様の設問が全部で8問続き、さらに回答者の職業・性別・問題意識等を尋ねるアンケートも行った。

以下は各属性についての説明である。

(1) アユモドキの生態と個体数について—アユ

モドキは、コイ目アユモドキ亜科に属する日本固有種の淡水魚で、国の天然記念物と種の保存法の国内希少野生動植物に指定されている。泳ぐ姿がアユに似ていることからこの名が付いたといわれている。昔は淀川水系の広い範囲の水田・用水路等で見られ、人々に親しまれていたが、近年、淀川水系の亀岡市と岡山県の一部の河川でしか見られなくなった。現在、環境省のレッドデータブックには「絶滅危惧種ⅠA類」、また京都府のレッドデータブックでは「絶滅寸前種」に指定されている。個体数減少の主な原因は、農薬・除草剤を使用する農業用法への転換や河川の改修・水田の土地改変などによる生息環境の改変、ブラックバスやブルーギルなどの外来種の侵入であるとされている。

アユモドキの生息調査は、平成15年8月から京都大学大学院の岩田明久教授により行われている。アユモドキの生息個体数は、平成16年から平成25年までの調査（推定）によると、平成21年に79匹まで減少したが翌年の平成22年には663匹に増加し、平成23年からの3年間では約500匹に維持されている。この増加の要因はアユモドキの保護活動による影響と考えられる。保護活動の具体的な内容については、後に続く「(4) 保全活動人数」で紹介する。生息個体数は、今後の政策によって変動するが、本調査で提示した値は、50%減少の250匹、50%増加の750匹、100%増加の1,000匹の3つである。

(2) 河川の水質について—河川の水質を測定する際には、BOD (Biochemical Oxygen Demand) 「生物化学的酸素要求量」という水質指標の値で示される。BODは、水中の有機物の量を、

微生物がその酸化分解の際に必要な酸素量で表したものである。単位はmg/lで、その値が大きいほど、水質が汚れていることを表している。次の表2はBODの値ごとの水質状況を示している。

表2. BOD値と水質状況

BOD (mg/l)	1以下	2以下	3以下	5以下	8以下	10以下	10以上
水域類型	AA	A	B	C	D	E	
臭い	無臭			やや感じる		ドブ臭	
色	無色透明		緑		褐色		黒褐色
生息する生物	イワナ、ヤマメ	サケ、アユ	コイ、フナ		オイカワ		
	サワガニ、カワゲラ		スジエビ、ヘビトンボ		ヒメタニシ	ユスリカ	

(出所:『第2次亀岡市環境基本計画』)

(3) 水田の保全について—一般的に、野生生物を保護するためには、その生物の生息環境を自然保護区として指定し、政府の許可なくその土地の開発や改変ができないようにするという方法が用いられる。アユモドキの生息環境は水田やその付近の用水路であるため、水田を自然保護区とすることが有効である。現在、亀岡市の総水田面積は1,811haであるが、本調査で提示する自然保護区(水田)の割合は、総水田面積の5%に当たる91ha、10%に当たる181ha、20%に当たる362haの3つである。

(4) 保全活動人数について—現在、亀岡市でのアユモドキ保全活動は、平成21年に設立された「亀岡市保津地域アユモドキ保全協議会」によって行われている。この協議会は、環境省の「生物多様性保全推進支援事業」の採択を受け、アユモドキの保全回復を図るとともに、生息地域の拡大に向けた活動を行っている。具体的な保全活動は次の5つである。

- ①アユモドキの救出活動—ラバーダム立ち上げ、中干し、落水時にアユモドキ等の魚類が河川や水路の渇水場所に取り残されるため、救出し河川に放流している。
- ②アユモドキの産卵場所の整備—アユモドキの産卵場所の草刈りや樹林を伐採している。
- ③外来魚駆除活動—平成20年、アユモドキの生息域に多数の外来種が侵入し、全体の推

定個体数が前年の約4分の1にまで減少したことを受け、生息河川や上流部のため池等で毎年外来魚駆除を行っている。

- ④密漁防止対策—平成16年に策定されたアユモドキ保護増殖事業計画に基づき、環境省が保津町自治体に巡視を委託し、亀岡警察署や亀岡市などの関係機関と連携して行っている。また、京都府は平成19年度に保津川合流点から曾我部川上流400mの区間を禁漁区にしている。
- ⑤普及啓発活動—亀岡市や京都府等が主催する環境イベントにおいて、アユモドキの保護保全活動のパネル展示等による普及啓発活動が行われている。平成22年には、COP10併催の生物多様性交流フェアでも実施された。

このようなアユモドキの保全活動は年間約150人で、そのほとんどがボランティアによるものである。この保全活動人数は今後の政策によって変動するが、本調査で提示する保全活動人数は、50%減少の75人、50%増加の200人、100%増加の300人の3つである。

- (5) 追加税負担額について—亀岡市がアユモドキの保全政策をこれまで以上に推進するためには、新たな財源が必要となる。そこで、亀岡市は市民から政策のための財源を「一度切りの追加的な税負担」として徴収する。本調査で提示する税額の値は、500円、1,500円、3,000円の3つである。

## 5. 結果

今回実施したアンケート調査では、配布した1,000通のうち212通の返信があった。このうち、二重選択や記入漏れ等を除いた有効回答は163通であった。不備のあった回答には、「問題の意味が分からない」といった意見や、自ら選択肢を作って回答するものもあった。これらの回答は無効であり、有効回答率は16.3%となった。回答者自身の情報を尋ねるアンケートの回答は、次のようになった。

- (1) 年代と職種—回答者の年齢は、20歳未満・20代が0%、30代・40代の割合が一ケタに留まる一方で、60代34.4%、70歳以上41.1%となり、回答者のうち還暦を過ぎた人の割合が全体の75.5%に及んだ(図1参照)。また、男女比はそれぞれ91%、9%となり年齢と性別に偏りがみられた。さらに、職業別では44.2%が無職と回答していることから、回答者の大半は就労を引退した年金受給者であると思われる(図2参照)。加えて、回答者のうち農地を保有していると答えたのは27.6%であった。

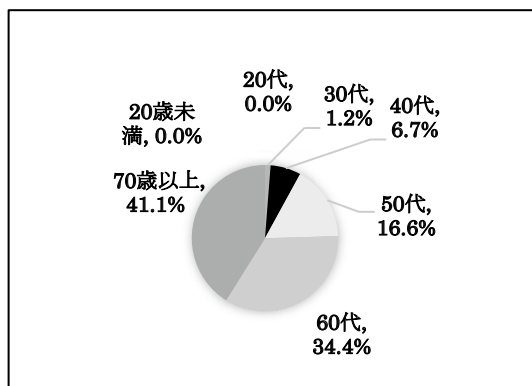


図1. 年齢

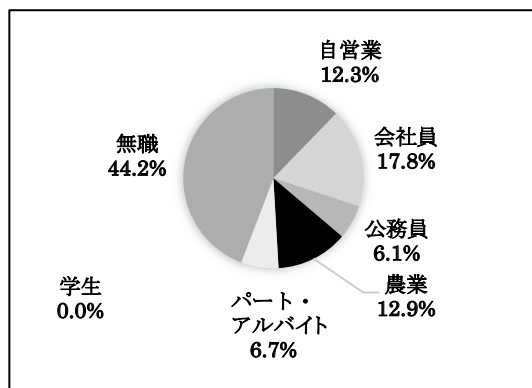


図2. 職業

- (2) アユモドキについて—アユモドキ自体の認知度は、「よく知っている28.8%」「少し知っている47.9%」の計76.7%であった(図3参照)。また、「アユモドキを増やすべきか」

絶滅危惧種「アユモドキ」の経済価値を測る

～コンジョイント分析による非利用価値の評価～

について、60歳未満と60歳以上の2つに構成する（クロス集計分析）と「もっと増やすべき」「増やすことが好ましい」と答えた人は、60歳未満では62.5%、60歳以上では70.8%であり、60歳未満に比べて60歳以上の方が、アユモドキを増やすことに前向きな人の割合が高いことが分かった（図4参照）。

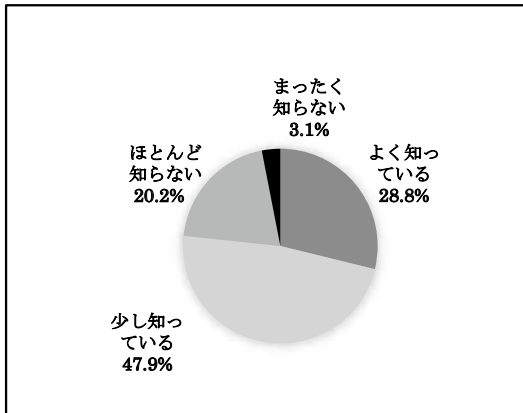


図3. アユモドキの認知度

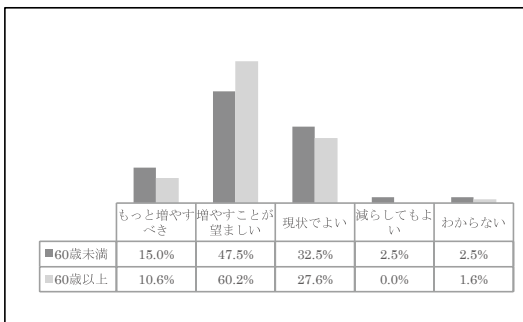


図4. 「アユモドキを増やすべきか」60歳未満・60歳以上でみた回答者の割合（クロス集計分析）

アユモドキの保護活動の認知度については、「よく知っている16.0%」「少し知っている50.9%」と答えた人が計66.9%（図5参照）、「アユモドキの保護活動人数を増やすべきか」という問いに対しては、「もっと増やすべき4.9%」「増やすことが好ましい49.7%」が計54.6%であった（図6参照）。絶滅危惧種であるアユモドキの保全に対しては、半数以上の人が必要であるとしている。しかし、実際に「アユモドキの保護活動に参加したいか」

という問いには、「参加したい7.4%」「参加するかもしれない38.0%」が計45.4%であり、やや消極的な結果であった（図7参照）。また、行政がアユモドキの保護を進めるべきかに対しては、「積極的に進めるべき19.6%」「進めるべき52.8%」が計72.4%であった（図8参照）。これらの回答からは、アユモドキ保護は重要であるとしながらも、実際に自らが保護活動に加わるかという問いには消極的であり、保護活動は行政等が行うべきと考えていることがわかる。ただし、回答者の大半が年配者であることから、実際は保護活動に参加したいが高齢のためにやむなく参加できないという場合も考えられる。

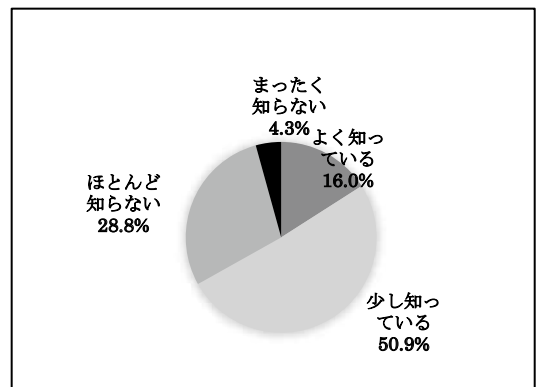


図5. アユモドキ保護活動の認知度

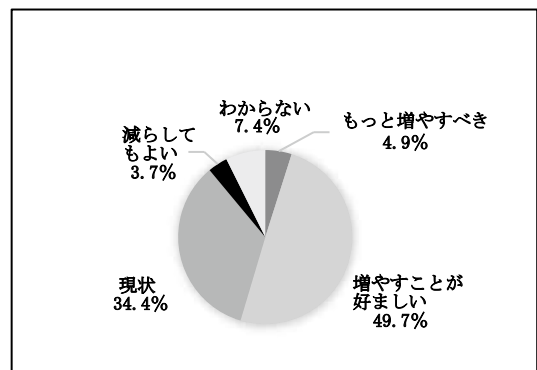


図6. アユモドキ保護活動人数を増やすべきか

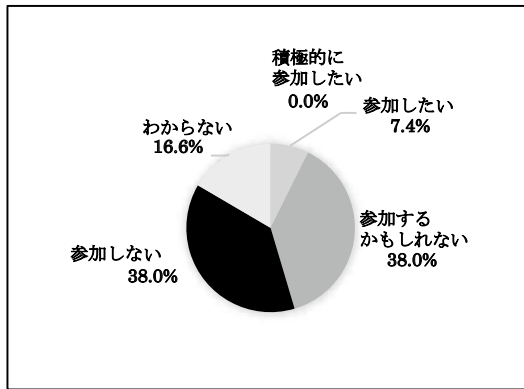


図7. アユモドキ保護活動に参加したいか

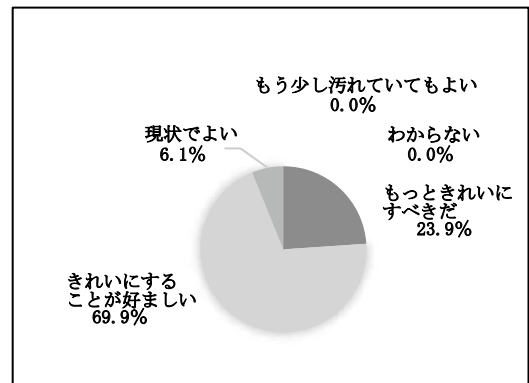


図9. 河川の水質

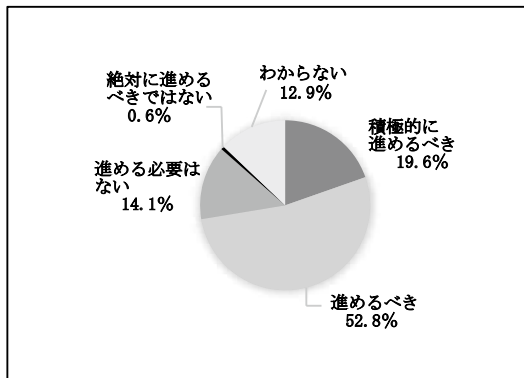


図8. 行政がアユモドキ保護を進めるべきか

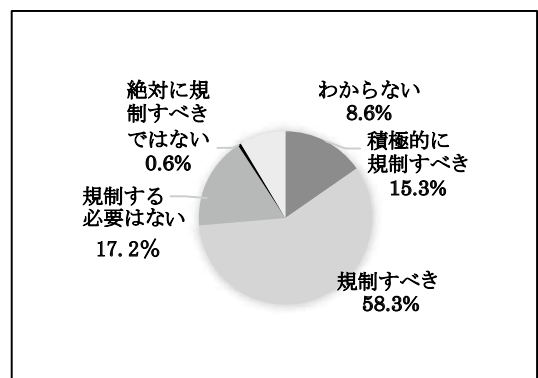


図10. 水質をよくするために農薬や化学肥料の使用を規制すべきか

(3) 水質について一河川の水質について、「もっときれいにすべき 23.9%」「きれいにすることが好ましい 69.9%」と答えた人は計 93.8% を占めた (図9 参照)。また、水質をよくするために農薬等の使用規制については、「積極的に規制すべき 15.3%」「規制すべき 58.3%」が計 73.6% であった (図10 参照)。これは回答者のうち農業を職業としている人が 12.9% と少なく、農薬等の規制によって農薬の転換や農業を中心とした生活に直接影響が及ぶ人が少ないためと考えることもできるため、妥当な結果である。

(4) 水田について一水田を保全すべきかという問いに対しては、82.8% の人が「積極的に保全すべき 18.4%」「保全することが好ましい 64.4%」と回答した (図11 参照)。また、水田を自然保護区にすべきかに対しては、55.3% が「積極的に自然保護区にすべき 11.7%」「自然保護区にすることが好ましい 43.6%」と回答した (図12 参照)。さらに、「水田を自然保護区にすべきか」という問いに対して、「農地保有の有無」でクロス集計分析をすると、農地を保有しない人は、農地保有者より自然保護区の設置に肯定的な人の割合がやや高く (前者は 56.8%、後者は 51.2%)、否定的な人の割合はかなり低い (前者は 31.4%、後者は 46.7%) ことがわかる (図13 参照)。このことから、農地保有者は水田が自然保護区になることに抵抗がある人の割合が高いということがわかる。



絶滅危惧種「アユモドキ」の経済価値を測る ～コンジョイント分析による非利用価値の評価～

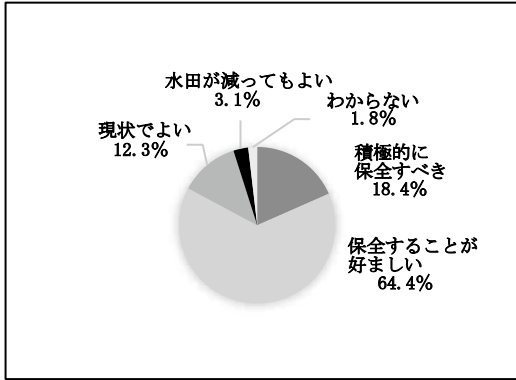


図 11. 水田を保全すべきか

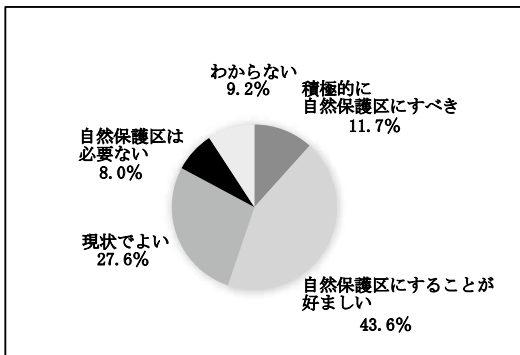


図 12. 水田を自然保護区にすべきか

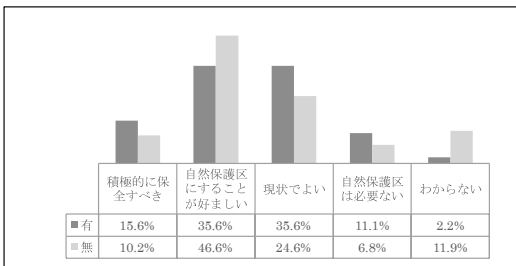


図 13. 「水田を自然保護区にすべきか」農地保有の有無との関係

(5) 生態系と都市開発について—河川や水田の生態系については、「とても重要である 27%」「重要である 64.4%」の計 91.4%がその重要性を認識している (図 14 参照) 一方、都市開発を進めるべきかという問いに対しては、「積極的に進めるべき 17.2%」「開発することが好ましい 33.7%」の計 50.9%と、ほぼ半数の人が都市開発に前向きな姿勢を示してい

る (図 15 参照)。この結果からは、生態系は重要であるとしながらも積極的に開発を進めるべきと考える人の割合が高いことがわかる。また、都市開発について、亀岡市居住年数 25 年未満と 25 年以上でクロス集計分析をすると、それらのグループ間に大きな差が示された。「開発することが好ましい」では、25 年未満と 25 年以上がそれぞれ 13.6%と 36.9%、「開発しない方がよい」では 40.9%と 14.9%と、まったく逆の方向が示された。つまり、25 年以上は開発を好む人の割合が高く、25 年未満は開発をあまり好まない人の割合が高かった (図 16 参照)。

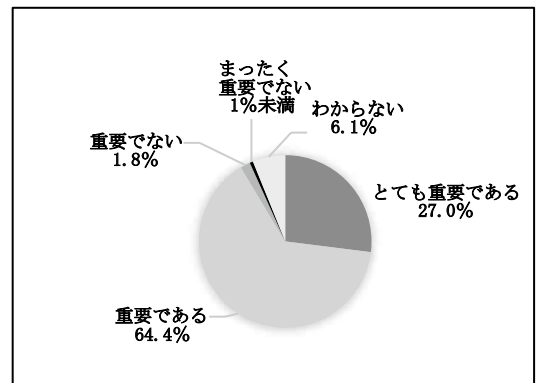


図 14. 河川や水田の生態系について

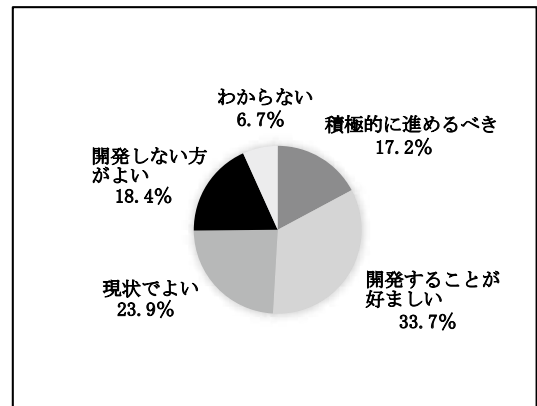


図 15. 都市開発を進めるべきか

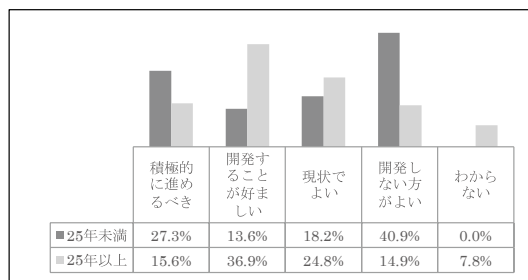


図 16. 「都市開発を進めるべきか」 亀岡市居住年数 25 年未満と 25 年以上での意識調査

次に、選択型コンジョイント分析の条件付きロジットモデルによる推定結果を示す（表 3 参照）。5つの属性の「アユモドキ個体数」、「水質」、「水田保全」、「保全活動人数」、「税負担額」のすべての係数について、t 値と p 値はすべて 1% 以下の水準で有意となり、本推定モデルの信頼性が高いことを示している。また、アユモドキ個体数 (0.003) と保全活動人数 (0.007) の係数の符号は正となった。これは、アユモドキの個体数と保全活動人数が増えれば、回答者の効用（経済学用語で幸福や満足度の尺度を表す）が高まるということを表しており、整合性を満たしている。水質の改善が負の符号になっているのは、設問に BOD 値の大ききで示されているためである。つまり、BOD 値が小さいほど効用が大きいということの意味しているので、これも意識調査の結果とも符合している。

しかしながら、「水田保全 (-7.2943)」だけは、意識調査の結果と符合しなかった。意識調査では、「積極的に保全すべき 17.9%」、「保全することが好ましい 64.3%」と保全に対して肯定的な評価をする人の割合が高かったが、コンジョイント分析の推定結果では負の符号となり、水田を自然保護区としない方が効用は高いということを表している。

表 3. 推定結果

	係数	.9	-9
アユモドキ(個体数)	0.003	10.20	0.000
水質(BOD)	-2.124	-9.00	0.000
水田保全(自然保護区)	-7.294	-11.29	0.000
保全活動(人数)	0.007	10.39	0.000
税(追加税負担額)	-0.001	-11.23	0.000

表 3 の係数から、限界支払意思額を算出すると表 4 のような結果になった。算出方法については、坂上・栗山 (2009, p.88) を参考にした。これらは各属性別の支払意思額を表している。例えば、アユモドキ個体数を増やすためには 1 匹あたり 4.95 円の代価を支払ってもよいことを示している。他の属性も同様に、水質の BOD 値が 0.1 mg/ℓ 下がることに 337.03 円、保全活動人数を一人増やすには 11.63 円を支払ってもよいことを示している。ただし、自然保護区に対しては逆で、自然保護区を増やすために支払う意思はまったくなく、むしろ 115.77 円を受け取るなら、自然保護区を 1% 増やしてもよいということを表している。

表 4. 限界支払意思額

	限界支払意思額
アユモドキ(個体数)	4.95(円/匹)
水質(BOD)	-3370.32(円/mg/ℓ)
水田保全(自然保護区)	-115.77(円/%)
保全活動(人数)	11.63(円/人)

## 6. 考察

今回実施したコンジョイント分析によって、限界支払意思額は属性ごとに、「アユモドキ(個体数) 4.95 円/匹」、「水質 (BOD) -3370.32 円/mg/ℓ」、「水田保全 (自然保護区) -115.77 円/%」、「保全活動 (人数) 11.63 円/人」という結果となった。

CVM を用いた先行研究では、アユモドキを保全するための限界支払意思額として、一世帯当たり 1,800 円と評価していた。しかし、これはアユモドキの総価値としての評価であり、CVM では属性ごとに評価できないという問題があった。これに対して、本研究で用いたコンジョイント分析では、アユモドキを「個体数」、「水質 (BOD)」、「水田保全 (自然保護区)」、「保全活動 (人数)」の 4 つの属性ごとに限界支払意思額を算出することができた。そして、各属性の推定結果の t 値・p 値が有意な数値を示したことは、このコンジョイント分析の結果が信頼できるものであることを表している。

以下は、回答者の意識調査アンケートに対する考察である。

絶滅危惧種「アユモドキ」の経済価値を測る ～コンジョイント分析による非利用価値の評価～

(1) 生態系と都市開発—河川や水田の生態系について、「とても重要である 27.0%」「重要である 64.4%」と回答した人が計 91.4%であった。一方、都市開発を進めるべきかに対しては、「積極的に進めるべき 17.2%」「開発することが好ましい 33.7%」の計 50.9%、ほぼ半数が開発に前向きな姿勢を示した。同様の質問に対して、亀岡市居住年数 25 年未満と 25 年以上でみると（クロス集計分析）、「開発しない方がよい」には、25 年未満の人は 40.9%で、25 年以上の人は 14.9%、また「開発することが好ましい」には、前者の人が 13.6%で後者の人が 36.9%と回答している。これらの結果から、亀岡市民は生態系の重要性を抱きながらも、特に亀岡市居住年数 25 年以上の人は、環境保全のために水田を自然保護区として固定することは避けたいと考えている人が多いと思われる。

(2) 選択的コンジョイント分析による推定結果—5つの属性のうち、唯一意識調査の結果と符合しなかったのが「水田保全（自然保護区）」である。意識調査では、水田を保全すべきかについて「積極的に保全すべき 17.9%」「保全することが好ましい 64.3%」が計 82.8%であった。また、「水田を自然保護区にすべきか」については「積極的にすべき 11.7%」「自然保護区にすることが好ましい 43.6%」が計 55.3%であり、保全・自然保護区化に対して肯定的な人が圧倒的に多い。しかし、コンジョイント分析の推定結果では負の符号となり、自然保護区の割合を増加させるほど効用が小さくなるという結果になった。この理由について、次の 2 点に注目して考察する。まず、「水田を自然保護区にすべきか」を農地保有の有無でみると（クロス集計分析）、農地保有者は土地利用に制限のかかることへの懸念から、自然保護区に対してやや抵抗があるということが考えられる。もう 1 点は、意識調査の結果通り水田保全を重要としながらも、それ以上にアユモドキ個体数や水質改善など、他の属性の改善に重きを置いているためと考

えられる。言い換えれば、各属性での評価とコンジョイント分析における複数の属性間での評価で、重要度に差が生じたということである。このように、属性間で水田保全の優先順位が低かったことが、推定結果の符号が負になった要因の一つであると考えられる。

推定結果から、亀岡市在住の回答者がアユモドキ個体数と保全活動人数の増加と、水質改善の価値を認識し評価しており、それらに対する税への支払意思があることを確認できる。一方、水田を自然保護区にすることへの支払意思は示されず、むしろそのためには 115.77（円／%）の受取額を要求している。

## 7. まとめ

本研究では、国の天然記念物にも指定されている希少な生物種である「アユモドキ」について、その価値を環境評価法の選択型コンジョイント分析により貨幣価値として表すことを目的とした。先行研究で用いられた手法である CVM は、評価対象であるアユモドキを属性別に評価できない点やバイアスによる影響が大きい点が問題として挙げられている。その点、本研究で用いたコンジョイント分析では、評価対象を属性別に評価し、またバイアスによる影響もより少なく抑えることが可能である。本研究ではアユモドキを 5 つの属性「アユモドキ（個体数）」、「水質（BOD）」、「水田保全（自然保護区）」、「保全活動（人数）」、「税（追加的負担）」に分類し、各属性で有意な推定結果を算出することができた。

京都大学大学院岩田明久教授によれば、アユモドキが「遺伝的に悪い状態にならないためには親の数が最低 500 必要（亀岡市保津地域アユモドキ保全協議会会報）」としている。本研究で算出したアユモドキ（個体数）に対する支払意思額は、4.95（円／匹）であり、これに最低必要数の 500 匹を掛けると、一世帯当たり 2,475 円となり、亀岡市民総世帯数 37,852 世帯（平成 26 年 4 月 1 日現在）では、9,368 万円が支払意思額として算出できる（アンケート調査への回答者 163 名を世帯

の代表と考えている)。市場価格として表されていなかった野生生物に、このような高額な貨幣価値があることは亀岡市の遺産であり、当然保全する価値があると考え。それだけでなく、アユモドキを保全せずに開発を進め、環境を破壊した場合、その損失は私たちが被ることになり、状況を修復・改善するために必要な費用はアユモドキのもつ経済価値を上回る可能性も考えられる。そういった場合、さらなる経済的損益は私たちが負担することにもなりかねない。

亀岡市は、サッカースタジアム建設計画において、スタジアム建設地に含まれるアユモドキの生息場所について、「共生ゾーン」によって保全するとの見解を示しているが、未だその内容の実現性に根拠がないとして、複数の団体や専門家から強い懸念がある。本研究のアンケートでは、回答者のほぼ半数(図15参照)が都市開発を進めるべきと回答しているが、同時にアユモドキへの保全の意識も高い。これらを踏まえ、都市開発が進む中でアユモドキの保全が確立される環境が整えば、亀岡市民と市の理想的な街へと拓かれていくのではないかと考える。最後に、今後さらに国内で環境経済価値を評価する研究機会が増え、実際に政策の資料として十分に活用され、環境経済評価が私たちと自然環境が共生するためのツールとなることに期待したい。

## 謝辞

本論文の作成にあたり、ご指導・ご協力いただいた京都学園大学人間文化学部内藤登世一教授、大阪大学環境イノベーションセンター上須道徳特任准教授、並びにアユモドキの調査アンケートにご協力いただいた亀岡市の皆様に深く御礼申し上げます。

## 引用・参考文献

大野栄治(2000) 環境経済評価の実務 勁草書房 pp.105-132.  
 鬼塚知(2011) 農業と生物多様性の共栄に関する研究—CVMによるアユモドキの外部経済効果の測定を実例として。

亀岡市保津地域保全協議会会報(2010年, 2011年) かめおかの環境のシンボルアユモドキを守ろう!

栗山浩一・庄子康(2005) 環境と観光の経済評価—国立公園の維持と管理— 勁草書房 pp.63-94.

坂上雅治・栗山浩一編著(2009) エコシステム・サービスの環境価値—経済価値の試み— 晃洋書房.

レスター・ブラウン(福岡克也監訳, 北濃秋子訳)(2002) エコ・エコノミー 家の光協会 はじめに iii - vii, pp. 4-31.

鷺谷いづみ(2011) 絵でわかる生態系のしくみ 講談社 pp.32-33, pp.138-139.

亀岡市ホームページ 亀岡市人口年齢別平成26年10月1日現在より(2014年10月15日) <<http://www.city.kameoka.kyoto.jp/uketsuke/shise/toke/jinko/h261001nenre.html>> (2014年12月11日取得) .

——— 亀岡市の人口・世帯数の推移(各年4月1日現在) <http://www.city.kameoka.kyoto.jp/uketsuke/shise/toke/jinko/0401sui-02.html> (2014年12月11日取得) .

——— 第2次亀岡市環境基本計画 BODとは 第2章 p.14. <<http://www.city.kameoka.kyoto.jp/kankyousoumu/shise/shisaku/kakushu/kankyokihon/dainijikihonkeikaku.html>> (2014年12月13日取得) .

京都府ホームページ—京都府レッドデータブック, アユモドキより <<http://www.pref.kyoto.jp/kankyo/rdb/bio/db/fis0009.html>> (2014年12月13日取得) .

栗山浩一 ホームページ—環境経済学とは(2002) <<http://kkuri.eco.coocan.jp/whatis.html>> (2014年10月12日取得) .

日本魚類学会自然保護委員会ホームページ 京都府亀岡市のアユモドキ生息地における大規模開発に関する意見より(2013年5月29日) <<http://www.fish-isj.jp/iin/nature/teian/130528.html>> (2013年12月16日取得).

——— 保全をめぐる社会の動き <[http://www.fish-isj.jp/iin/nature/siryou/file/06synp\\_poster.pdf](http://www.fish-isj.jp/iin/nature/siryou/file/06synp_poster.pdf)> (2013年12月16日取得) .

絶滅危惧種「アユモドキ」の経済価値を測る ～コンジョイント分析による非利用価値の評価～

WWF ジャパンホームページ <<http://www.wwf.or.jp/activities/wildlife/cat1014/>> (2014 年 10 月 10 日取得) .

—— 「レッドリストについて」より <<http://www.wwf.or.jp/activities/wildlife/cat1014/cat1085/>> (2014 年 10 月 10 日取得) .