

外来種問題に対する意識と行動に関する研究
——農業生産者と NPO 会員を対象として——

A Study on Awareness and Behavior regarding
Invasive Alien Species Issues among Farmers
and Nonprofit Organization Members

2014

西村 武司

目 次

序 章	本研究の課題および構成	1
序.1	本研究の課題	1
序.2	論文の構成	5
第 1 章	日本における外来種問題への対応	7
1.1	はじめに	7
1.2	外来種問題と国内法	8
1.3	環境法における外来生物法の特殊性	9
1.3.1	外来生物法と予防原則	9
1.3.2	外来生物法と経済調和条項	11
1.3.3	外来生物法と罰則の適用	12
1.4	外来種問題の解決に向けた市民による取り組み	14
1.5	むすび	15
第 2 章	外来種問題と取り組みの概要	17
2.1	はじめに	17
2.2	農業において花粉媒介昆虫として使用される外来種に関する 取り組み	18
2.2.1	施設栽培トマトにおけるセイヨウオオマルハナバチの 使用	18
2.2.2	特定外来生物へのセイヨウオオマルハナバチの指定	20
2.2.3	セイヨウオオマルハナバチから在来種マルハナバチへ の代替	23
2.3	地域固有の外来種問題への地域住民による自主的な取り組み	24
2.3.1	琵琶湖におけるオオバナミズキンバイの繁殖	24
2.3.2	外来種の防除活動への自主的な取り組み	26
2.4	水田を利用して在来種の生息地を再生する取り組み	27
2.4.1	琵琶湖における在来種の減少	27
2.4.2	魚のゆりかご水田による在来種の生息地の再生	28
2.5	むすび	29

第3章	トマト生産者によるセイヨウオオマルハナバチから在来種マルハナバチへの代替に伴う学習プロセス	31
3.1	はじめに	31
3.2	花粉媒介昆虫としてのマルハナバチ	32
3.3	先行研究のレビュー	34
3.4	外来種から在来種への代替の実態	34
3.4.1	アンケート調査の概要	34
3.4.2	在来種の特性に関するトマト生産者の認識	35
3.5	外来種の採用に影響を及ぼす要因	39
3.5.1	分析に用いる変数	39
3.5.2	推定モデル	42
3.5.3	結果および考察	43
3.6	むすび	47
第4章	市民参加によるセイヨウオオマルハナバチのモニタリング活動を通じたトマト生産者によるモラル・ハザード抑制の可能性	49
4.1	はじめに	49
4.2	生産者の部会と市民参加によるモニタリング活動	51
4.2.1	トマト生産者の部会	51
4.2.2	市民参加によるセイヨウオオマルハナバチのモニタリング活動	51
4.3	モニタリング活動によるモラル・ハザードの抑制	52
4.3.1	調査の概要	52
4.3.2	ネガティブな結果がもたらす心理的罰則	53
4.3.3	生態リスクに関する知識	54
4.4	心理的罰則の強さに影響を及ぼす要因	55
4.4.1	分析に用いる変数	55
4.4.2	結果および考察	56
4.5	むすび	59
第5章	外来種の防除と在来種の保護に対する意識に影響を及ぼす要因	61
5.1	はじめに	61
5.2	外来種の防除と在来種の保護に対する意識	62
5.2.1	アンケート調査の概要	62
5.2.2	外来種の防除と在来種の保護に対する人々の意識	63
5.3	外来種の防除と在来種の保護に対する意識に影響を及ぼす要因	65
5.3.1	分析に用いる変数	65
5.3.2	防除すべき外来種と保護すべき在来種の数	66

5.3.3	分類群ごとの防除ないし保護の意識	67
5.4	むすび	71
第 6 章	市民ボランティアによるオオバナミズキンバイの防除活動への参加要因と政策的支援への期待	73
6.1	はじめに	73
6.2	オオバナミズキンバイの防除活動	74
6.2.1	アンケート調査の概要	74
6.2.2	防除活動に関する意識および行動	75
6.3	防除活動への参加に影響を及ぼす要因	78
6.3.1	分析に用いる変数	78
6.3.2	結果および考察	79
6.4	防除活動に対する政策的支援への期待	82
6.5	むすび	85
第 7 章	在来種の生息地を再生する農業の普及過程と各集落の取り組み水準	87
7.1	はじめに	87
7.2	魚のゆりかご水田の普及過程	88
7.2.1	魚のゆりかご水田の概要	88
7.2.2	取り組み集落数の推移からみた普及	89
7.2.3	取り組み面積の推移からみた普及	90
7.3	取り組み水準に影響を及ぼす集落の属性	93
7.4	むすび	96
終 章	結論および含意	99
終.1	各章の要約	99
終.2	含意および残された課題	102
参考文献		107
あとがき		115

序 章

本研究の課題および構成

序.1 本研究の課題

本研究の課題は、外来種問題に対する意識と行動に影響を及ぼす要因を、農業生産者と NPO 会員を対象として、明らかにすることである。外来種問題は人間の行動によって引き起こされる一方で、その問題解決に向けた行動も人間による意思決定に基づくものである。外来種問題には、多数の主体が関係する複雑な状況が背後に潜んでおり、外来種問題の全体像を把握するためには、問題の背後にある多数の関係主体による意識と行動を把握する必要がある。彼らの意識と行動を明らかにすることにより、外来種問題の現状が把握可能になるとともに、外来種問題の解決に向けて、関係主体の意識と行動にどのように働きかけていくことが有効であるかに関する含意を導出することが可能となる。

最初に、本研究における外来種問題の枠組みを整理する。

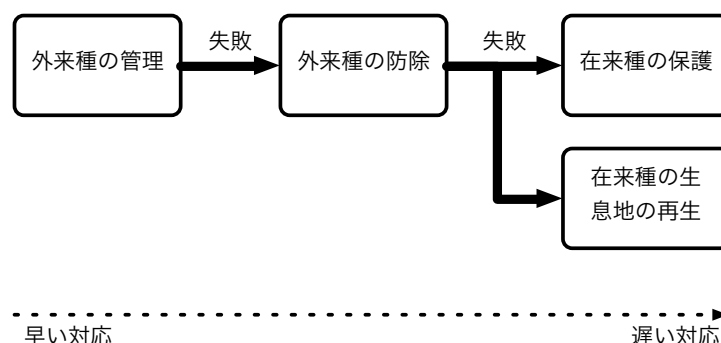
まず、日本生態学会 (2002) に従い、外来種を「過去あるいは現在の自然分布域外に導入（人為によって直接的・間接的に自然分布域外に移動させること）された種、亜種、あるいはそれ以下の分類群を指し、生存し繁殖することができるあらゆる器官、配偶子、種子、卵、無性的繁殖子を含むもの」と定義する。導入年代としては、慣例に従い、おおむね明治以降に導入されたと推定されるものを対象とする。外来種は、公文書や法律等においては、外来生物と呼ばれることがある一方で、これらの区別は曖昧である。本研究では、外来種と外来生物の意味する内容とくに区別を設けず、それぞれの文脈においてより適切な言葉を用いることとする。また、移入種や導入種といった類義語もあるが、いずれも外来種という言葉で代用する。こうした言葉の多様性は、日本語以外の言語においても同様にみられる。例えば、外来種を意味する英語表現には、alien species の他に、exotic species, non-native species, introduced species, non-indigenous species といったものが存在する。日本語も英語も同様に、これら多数の類義語の間に明確な区別があるとは言えない (西川・宮下,

2011)。このため、本研究では、一般に馴染みが深いと考えられる「外来種」を、これらの類義語を代表する言葉として用いる。ただし、侵略的外来種という言葉は重要である。外来種のうち、「その導入もしくは拡散が生物多様性を脅かすもの」を侵略的外来種 (invasive alien species) と呼ぶ (日本生態学会, 2002)。第1章で述べる外来生物法における「特定外来生物」は、侵略的外来種とほぼ同様の意味で用いられている。実際、特定外来生物の英訳としては、侵略的外来種と同じ invasive alien species という訳語が当てられている。侵略的外来種は、外来種がもたらす影響について科学的知見が蓄積されてはじめて外来種と区別されるものであり、事後的な判断を伴う。本研究では、外来種問題を引き起こす可能性のある侵略的外来種に焦点を当てることから、外来種という言葉を用いる場合は侵略的外来種と読み替えて問題ないものとする。

続いて、外来種問題の枠組みを示す。日本生態学会 (2002) では、外来種問題には、生物多様性や生態系への影響、人の健康・生命・産業への影響などがあるとされ、影響のタイプとして、「生物間相互作用を通じて在来種を脅かす」、「在来種と交雑して雑種をつくることにより在来種の純系を失わせる」、「生態系の物理的な基盤を変化させる」、「人に病気や危害を加える」、「産業への影響」という5つの区分が設けられている。これらのうち、人の健康や産業への影響については、通常、外来種問題を引き起こす側（すなわち、原因者）と当該問題によって被害を受ける側（すなわち、被害者）が存在する。この場合、原因者と被害者の間での直接交渉や裁判によって、外来種問題の解決が可能である。コースの定理に従えば、財産権の確定さえ事前に行っておけば、すなわち、原因者に外来種問題を引き起こす権利を与えるか、あるいは、被害者に外来種問題の被害を受けない権利を与えるかさえ明確であれば、政府の介入なしに、パレート効率的な結果がもたらされることが知られている。コースの定理は取引費用が存在しない状況を想定しているため、現実問題の解決には当事者同士だけではなく何らかの工夫が求められるが、少なくとも原因者と被害者との間での補償等を巡る問題として議論することが可能である¹⁾。

しかしながら、外来種問題のうち、生態系への影響については、上記の手法による問題解決はほとんど期待できない。この理由として、被害者が存在しない、あるいは、存在するか否かが不明確であること、そして、いったん生じた生態系への被害は不可逆であることが挙げられる。外来種問題の被害者が在来種である場合、その在来種に対して直接の利害関係を持つ人々がいなければ、被害者は特定の個人ではないことから、外来種問題の原因者と被害者との間での交渉等は不可能となる。また、外来種問題が長期間に及び、当該外来種によって在来種が絶滅するといった影響が生じた場合、在来種を復活させるこ

¹⁾ 原因者と被害者が存在する環境問題においては、市場を通さない外部経済の内部化をいかに行うかが議論の中心となる。また、財産権の観点からは、環境法において、環境権が人権のひとつとして重視されるようになってきたことが近年の特徴である。



図序.1 外来種問題への対応の枠組み

とは事実上不可能となる。外来種問題への対応が遅くなればなるほど、問題解決に時間とコストを要するだけでなく、不可逆的要素が顕著に表れるであろう。このことは、外来種問題への対応を可能な限り早めに行うことの重要性を意味している。

以上を踏まえ、本研究では、外来種問題への対応を4つに区分する。外来種問題への対応のひとつは「外来種の管理」であり、外来種問題を引き起こさないような事前の取り組みを意味する。また、もうひとつ対応は「外来種の防除」であり、外来種問題が引き起こされた後、外来種による生態系への影響を緩和させる事後的な取り組みを意味する。これら2つは外来種対策と呼ぶことができる²⁾。一方、外来種問題が引き起こされた後の対応として、2つの在来種対策が存在し得る。在来種対策のひとつは「在来種の保護」であり、外来種によって減少したり、絶滅の危機に直面している在来種の個体そのものの数の減少を防ぐ取り組みである。もうひとつの在来種対策は「在来種の生息地の再生」であり、外来種による乗っ取り等によって失われた在来種の生息地を復元する取り組みである。これら4つの外来種問題への対応を、時間軸に沿って整理すると図序.1のようになる。同図において、外来種問題への対応が遅くなるほど、必要とされる対策が多岐にわたることを表現している。

外来種問題は生物多様性に関連する重要なトピックのひとつである。Glowka *et al.* (1994) は、外来種問題が、開発等による生息地破壊に次いで2番目に、生物多様性に対する深刻な脅威となっていることを指摘している。Glowka *et al.* (1994) では、本来の生息地の外部に持ち出された外来種は、

²⁾ 日本生態学会 (2002) は、外来種対策を「外来種が野外に出ないようにする予防的措置と、すでに野外に存在している外来種に対する対策とに2大別される」(p. 9)としている。本研究で用いる「外来種の管理」と「外来種の防除」という区分は、日本生態学会 (2002) による外来種対策の区分に対応している。

場所や餌を巡って他の種と競争したり、他の種の捕食者となったり、生息環境を破壊したり、あるいは、病気や寄生生物を伝染させると指摘するとともに、侵略的外来種の持ち込みは、意図的であろうとなかろうと、生態系破壊の原因となり、ときには、在来種の森林に覆われた土地を砂漠に変えさえもすると、外来種問題の深刻さが強調されている。近年、こうした外来種問題は深刻さを増しており、日本生態学会 (2002) や須賀 (2006) では、開発等による生息地破壊よりむしろ外来種問題が、生物多様性に対する最大の脅威となってきたことが指摘されている。このように、外来種問題の深刻さは増大してきており、生物多様性を保全するにあたって、外来種問題の解決が緊急を要する課題となっている。しかしながら、外来種問題に対する関係主体の意識や行動は、現状においてどうなっているのか、そして、外来種問題の解決のためには誰に対してどのような働きかけをすることが有効であるのか、といった論点を扱った研究はほとんど存在しない。

本研究に類似した研究として、環境保全活動に対する市民の意識や行動を分析した研究は多く蓄積されている。例えば、広瀬 (1994) や新玉・広瀬 (2009) は、環境保全活動への参加要因として、心理的要因や対人的な働きかけの重要性を指摘している。また、Martinez and McMullin (2004) や Toomey and Domroese (2013) は、市民によるボランティア活動への参加要因として、年齢や性別といった個人属性だけでなく、彼らの心理的側面に対して多方面から注目した分析を行っている。しかしながら、これらの研究の多くは、すでに悪化した環境の回復に従事する市民の意識や行動を分析対象としており、図序.1 の外来種問題への対応の枠組みにおいて示したような、環境破壊の原因から結果までの時間軸をもった一連の流れの中で、市民の意識や行動を捉えていない。

外来種問題への対応について検討する場合、外来種によって失われた在来種の生息地の再生や、外来種の防除をそれぞれ単独で行うことの重要性は否定できない一方で、外来種の管理の段階で、生態系に悪影響を及ぼす原因を取り除かない限り、その後の外来種の防除や在来種の生息地の再生の段階での取り組みは終わりが見えないものとなりかねない。また、外来種問題を引き起こす可能性のある関係主体は、その外来種の使用や飼育に何らかの価値を見出しているものの、外来種問題を引き起こすとは考えず行動しているかもしれない。さらに、今日抱く在来種の保護に対する意識の高さは、過去に慣れ親しんだ自然が外来種の影響によって失われたことに対する懐古主義的な思考に基づくかもしれない。このように、外来種問題の解決のためには、それぞれの対応の段階において、時間軸をもった外来種問題の一連の流れを考慮に入れつつ、各段階での対応を行うといった総合的なアプローチが望まれる。

なお、本研究では、外来種問題に対する意識と行動に関する分析を行う際、農業生産者と NPO 会員に対象を限定する。この限定は、本研究が扱う事例に由来するものであり、本研究の結論が任意の市民の意識や行動に対して一般化

可能であるか否かは不確定であるために設けた。

序.2 論文の構成

本論文は序章と終章を除き、7つの章から構成される。各章の課題を以下に要約して示す。

第1章では、本研究の背景について述べ、本研究で扱う問題について概観する。とくに、環境法の中での外来生物法の特殊性について詳述し、外来種問題に関する法律および政策が期待する市民の役割に触れ、本研究で扱う実証分析への道筋をつくる。

第2章では、第3章以降で扱う事例分析に関連した基本的な事実関係を確認する。後続の第3章から第7章の内容は、外来種問題の解決策に関連する実証分析という点で共通する一方、それぞれにおいて扱う事例は必ずしも同じではない。本論文では、大きく分けて3つの事例を扱う。各章の冒頭では、それぞれの事例を取り巻く背景について簡単に触れるにとどめ、ここで事前に事例の背景に関する基本的な事実関係を確認しておくことが、読者の理解に役立つであろう。

第3章では、施設栽培トマトの花粉媒介昆虫としての在来種マルハナバチの採用に影響を及ぼす要因について考察する。データは、愛知県のトマト産地を対象に実施したアンケート調査の結果を用いる。トマトの施設栽培において、外来種であるセイヨウオオマルハナバチの使用が普及し、トマトの効率的な生産において不可欠となった時点で、本種に対する規制が始まった。ここでは、セイヨウオオマルハナバチの特定外来生物への指定が、この種を使用してきたトマト生産者の行動にどのように影響し得るのかについて議論する。とくに、トマト生産者が、花粉媒介昆虫であるマルハナバチを外来種から在来種に代替する要因を明らかにする。

第4章では、市民参加によるセイヨウオオマルハナバチのモニタリング活動が、トマト生産者による逃亡防止の努力に関するモラル・ハザードを、心理的罰則を通して抑制する可能性について検討する。結論を先取りすると、外来種の防除活動への市民参加が、トマト生産者による外来種問題の解決をより実効性のあるものにすることが、この章で明らかにされる。そこで次に疑問になるのが、外来種の防除活動に参加する市民はどういった属性を持つ人々なのか、あるいは、彼らの参加への動機づけは何かということである。この疑問については第5章および第6章で接近する。

第5章では、外来種の防除と在来種の保護に対する意識に影響を及ぼす要因について考察する。この章は、可能な限り広範囲かつ具体的な生物種を扱い、外来種の防除および在来種の保護に対するNPO会員の意識について検討する。ここでは、幼少期の体験という過去の記憶が、現在の外来種防除と在来種

保護の意識に影響を及ぼしている可能性について議論する。

第6章では、オオバナミズキンバイの防除活動への参加要因について考察する。NPO 法人として地域固有の外来種問題を解決するために、外来種の防除活動を実施する場合であっても、当該 NPO 法人を構成する会員のすべてがその活動に参加するとは限らない。先行研究では、NPO 法人の会員の中には、環境保全に関する知識が豊富であり、環境保全活動に熱心に参加する者もいれば、そうでない者もいることが指摘されている。彼らの行動の相違は何に起因するのであろうか。NPO 法人の会員が、その地域固有の外来種の防除活動に参加する動機づけは、例えば、自分自身がその種の被害者であるといった個人的な理由かもしれないし、その種がもたらす外来種問題を熟知し、今後生じるであろう問題の深刻さを認識しているためであるかもしれない。

第7章では、滋賀県における魚のゆりかご水田を事例として、在来種の生息地を再生する農業の普及過程を整理するとともに、この取り組み水準に影響を及ぼす集落の属性を明らかにする。魚のゆりかご水田は、水田と排水路の間に魚道を設置することにより、琵琶湖に生息する外来種によって絶滅が危惧される在来種の保護を目的とした取り組みのひとつである。ここでは、個人レベルでの意思決定ではなく、集落レベルでの意思決定が要求される取り組みについて検討する。

最後の終章では、各章の要約を行い、本論文全体を通した結論を述べる。これらを踏まえ、残された課題に言及する。

第1章

日本における外来種問題への対応

1.1 はじめに

国は法律を制定することにより、外来種問題への対応の基本的枠組みを定めている。外来種問題に関連する法律としては、2005年に施行された「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律」（外来生物法）、1993年に施行された「絶滅のおそ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）、2003年に施行された「自然再生推進法」が挙げられる。これらの法律のうち、外来生物法は、外来種対策に直接関係するものであり、外来種の管理と防除を主な内容とする法律である。一方、種の保存法は、「絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約」（ワシントン条約）に対応する国内法であり、希少野生動植物種を定めることにより、絶滅のおそれのある野生動植物の種の個体や生息地等を保護することを主な内容とする法律である。また、自然再生推進法は、過去に損なわれた生態系その他の自然環境を取り戻すことを目的として、関係行政機関、地域住民、NPO法人、自然環境に関する専門的知識を有する者等、地域の多様な主体が参加して、自然環境を保全、再生、創出、維持管理することを主な内容とする法律である。

外来生物法の制定以前は、外来種問題の解決を目的とした法律は存在しなかったため、種の保存法と自然再生推進法においては、在来種の絶滅や在来種の生息地の破壊の原因として外来種の存在には触れていない。このため、種の保存法と自然再生推進法は、本研究で扱う外来種問題の解決そのものを目的とした法律ではなく、より広い観点からの生態系保全の促進が意図されている。

そこで本章では、外来生物法を中心に、日本の国内法にみられる外来種問題への対応について整理する。その後、環境法における外来生物法の特殊性について述べるとともに、現場における外来種問題に関する取り組みを概観する。

1.2 外来種問題と国内法

1992年にブラジルのリオ・デ・ジャネイロで開催された環境と開発に関する国際連合会議（UNCED，地球サミット）において、「生物の多様性に関する条約」（生物多様性条約）が採択され、1993年に発効した。同条約では、締約国は「生態系、生息地若しくは種を脅かす外来種の導入を防止し又はそのような外来種を制御し若しくは撲滅すること」（同条約第8条(h)）とされている。日本は1993年に同条約の締約国となり、同条約に基づいて、1995年に「生物多様性国家戦略」が策定された。その後、2002年には、全面的な見直しを経て「新・生物多様性国家戦略」が策定されるに至った。

2002年の新・生物多様性国家戦略では、予防原則を前提とした、外来種問題に対する姿勢と方針が明確にされた。すなわち、「環境中に直接放出して利用する場合や利用に際して逸出の可能性がある場合には、環境中に定着する可能性と定着した場合に想定される生態系への影響、人の健康や産業への影響を事前に調査、評価し、影響の可能性の高いものの利用を行わないようにすることが、移入種（外来種）による生物多様性への影響を予防するためには必要不可欠」（同国家戦略第4部第2章第1節）とされた。これを受けて、2005年に、「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律」（外来生物法）が施行された。

外来生物法の第2条では、「海外から我が国に導入されることによりその本来の生息地又は生育地の外に存することとなる生物」（外来生物）のうち、「生態系等に係る被害を及ぼし、又は及ぼすおそれがあるもの」が特定外来生物として定義されている。ここでいう「生態系等に係る被害」には、生態系への被害、人の生命・身体への被害、そして、農林水産業への被害の3つが含まれる。特定外来生物に指定された生物は、飼養等（飼養、栽培、保管、運搬）、輸入、譲渡し等（譲渡し、譲受け、引渡し、引取り）が原則的に禁止され（同法第4条、第7条、第8条）、野外へ放つこと等（放つこと、植えること、まくこと）が禁止される（同法第9条）。これに違反した場合、個人では3年以下の懲役もしくは300万円以下の罰金、法人では1億円以下の罰金が科されることになる（同法第32条、第36条）。

また、特定外来生物は防除の対象となり、国等によって防除等の措置が講じられる。ここで注目すべき点は、同法第16条で、「国は、第11条第1項の規定による防除の実施が必要となった場合において、その原因となった行為をした者があるときは、その防除の実施が必要となった限度において、その費用の全部又は一部を負担させることができる」とされていることである。この条文において参照される同法第11条第1項は特定外来生物の防除について述べたものであり、「特定外来生物による生態系等に係る被害が生じ、又は生じるお

それがある場合において、当該被害の発生を防止するため必要があるときは、主務大臣及び国の関係行政機関の長（以下「主務大臣等」という。）は、この章の規定により、防除を行うものとする」とされている。簡潔に述べると、特定外来生物の防除に必要な費用は、（当該外来生物を逃がすなどして）防除しなければならない原因を作った者に負担させることができると、外来生物法では定められていることになる。このことから、防除に必要な費用についても、汚染者負担原則（PPP）が適用されていることがわかる。こうした防除費用の原因者負担の規定は特徴的であり、実際、外来生物法以外の環境法では同様の規定は存在しない。一般的には、PPPは汚染防止費用の負担を汚染者に求めるにとどまり、すでに汚染した環境の復元費用の負担を汚染者に求めることはない¹⁾。このように、外来生物法は、他の環境法と比較して、PPPをより厳格に適用した法律であるとみなせる。

特定外来生物への指定は、特定外来生物被害防止基本方針に基づいて行われ、環境省が作成した候補リストを踏まえて、専門家会合、パブリックコメント、閣議決定を経て、「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律施行令」に定められることによって実現する。2005年6月に第一次指定種が指定された政令が施行された後、2006年2月に第二次指定種が追加されるというように、新たな種がリストに追加される形で特定外来生物に指定される種が増えるブラックリスト方式が採用されている。現在、指定第八次指定種まで指定されている。

1.3 環境法における外来生物法の特殊性

ここでは、上述した外来生物法の環境法における特殊性について触れておく。とくに、予防原則と経済調和条項の2つの点から外来生物法の特徴を述べる。続いて、外来生物法の違反者に対する罰則の適用がいかに困難であるかについて述べる。

1.3.1 外来生物法と予防原則

1.2節で述べたとおり、外来生物法における特定外来生物への指定は、生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種の中から、専門家等の意見を踏まえた上で、環境大臣によって行われる。また、同法では、こうした被害を及ぼす疑いがあるか、実態がよくわかっていない外来種については未判定外来生物として輸入に制限を設けている。さらに、環境省では、こうした被害が懸念される

¹⁾ 例外として、1973年に制定された「公害健康被害の補償等に関する法律」が存在する。ただし、公害による健康被害の補償は、汚染環境の一部の復元であり、汚染環境全体の復元ではないと解釈できる。

ものの、被害に関する科学的知見が不十分な生物種を要注意外来生物として、取り扱いに注意を呼びかけている。したがって、任意の外来種が特定外来生物に指定されるまでには、外来生物法に記載されていない1段階を含む、3つの段階が設けられていることになる。ただし、任意の外来種が要注意外来生物や未判定外来生物に指定されることなく、いきなり特定外来生物に指定される可能性は排除されておらず、上述の3つの段階が段階的に通過しなければならない経路を示しているわけではない。

このように、任意の外来種が特定外来生物に指定されるまでには、逐次的ではないにせよ複数の段階が設けられているため、予防原則を十分に考慮した外来種対策が実施されているように見える。しかしながら、外来種に対して最も予防的な対策が期待できる特定外来生物への指定には、生態系等に被害を及ぼす可能性に関する一定の科学的知見が必要とされると解釈するのが妥当であろう。このことから、任意の外来種が特定外来生物に指定され、生態系等への被害を防止するための規制が効力をもつまでには、多かれ少なかれ年月を要することとなり、それまでの間、外来種による不可逆的な生態系等への被害が生じる可能性がある。

一方、生物多様性に関する法律が予防原則を重視していることは生物多様性条約において確認できる。すなわち、生物多様性条約では、「生物の多様性の著しい減少又は喪失のおそれがある場合には、科学的な確実性が十分でないことをもって、そのようなおそれを回避し又は最小にするための措置をとることを延期する理由とすべきではないことに留意し」（同条約前文）と、予防原則の立場が明確にされている。

また、2008年に制定された生物多様性基本法では、基本原則において、「生物の多様性の保全及び持続可能な利用は、生物の多様性が微妙な均衡を保つことによって成り立っており、科学的に解明されていない事象が多いこと及び一度損なわれた生物の多様性を再生することが困難であることにかんがみ、科学的知見の充実に努めつつ生物の多様性を保全する予防的な取組方法及び事業等の着手後においても生物の多様性の状況を監視し、その監視の結果に科学的な評価を加え、これを当該事業等に反映させる順応的な取組方法により対応することを旨として行われなければならない」（同法第3条第3項）と、予防原則に関する記述が見られる。

予防原則は、生物多様性条約にあるように、因果関係に関する科学的知見が十分でないことを、対策の先送りの理由としてはならないと一般的には理解されている。ただし、予防原則には唯一確定的な定義は存在せず、若干曖昧な概念である。このことは、生物多様性基本法において「予防的な取組方法」と記述されていることから推測できる²⁾。そこで、予防原則が適用される場合、

²⁾ 例えば、大塚（2010a）は、生物多様性基本法において、予防原則が「取組方法」（アプロー

法律はどうあるべきかについて整理することにより、予防原則を理解することにした。大塚 (2010a) では、「化学物質・遺伝子組換え生物・外来種・農薬等のリスク評価、環境影響評価のように、未調査の物質や新規開発行為の事前審査に関する制度は、リスク評価や影響評価がなされるまで（科学的に不確実ではあるが）その製造・輸入や開発行為を禁止している点で予防原則の適用といえる」(p. 304) とされている。すなわち、外来種については、その種がもたらすリスクを評価するまで、輸入等が禁止されている場合、予防原則が適用されていると言えよう。

1.2 節で述べたように、外来生物法における特定外来生物の指定にはブラックリスト方式が採用されており、新たに規制対象となる種は既存のリストに追加される。対照的な規制リストの作成方法としては、事前にすべての外来種を規制対象とし、リスク評価の後、リスクのない外来種を規制対象から外すという、いわゆるホワイトリスト方式が想定され得る。ここでは、ブラックリスト方式による外来種規制とホワイトリスト方式による外来種規制のどちらが望ましいかについて議論しない。経済学的な観点からは、ブラックリスト方式による外来種規制はホワイトリスト方式による外来種規制よりも、規制に伴って必要となるコストが低く抑えられるため、現状のブラックリスト方式による外来種規制が外来生物法に採用されていると推測される³⁾。

1.3.2 外来生物法と経済調和条項

外来生物法において予防原則の適用が不十分であることは、経済調和条項と無関係ではない。日本における環境法成立の歴史は公害対策であった (大塚, 2010b)。公害によって人に生じる健康被害が深刻になるにつれて、環境法によ

チ)にとどまっている点に言及している。ここでは、専門用語の使用方法に関する細かい議論は避けるため、「予防的な取組方法」を予防原則と区別して扱わないこととする。

³⁾ 大塚 (2010b) では、外来生物法制定前に、ホワイトリスト方式を採用した案が存在したことに言及し、国内生物種台帳に記載されていない種は許可制ないし輸入禁止 (すなわち、ホワイトリスト方式) にした場合、国内生物種台帳の作成に相当の期間がかかるため、その間に外来種の輸入に相当の制限がかかる可能性があったことが指摘されている。また、公益財団法人世界自然保護基金ジャパン (WWF ジャパン) の Web サイト (<http://www.wwf.or.jp/activities/wildlife/cat1016/cat1100/>) では、今日でも、ホワイトリスト方式採用への法改正を求める記述がみられる。しかしながら、環境省による「外来種被害防止行動計画 (仮称) の検討」のその他関連会議 (<http://www.env.go.jp/nature/intro/1outline/koudou.html>) の「H25.10.01 外来種被害防止行動計画・侵略的外来種リストに関する NGO・NPO 及び関係事業団体と委員との意見交換会」の議事概要 (<http://www.env.go.jp/nature/intro/1outline/koudou/ngonpo/gaiyou.pdf>) からは、専門家の間ではホワイトリスト方式の採用に対する消極的な意見が存在することがうかがえる。そこでは、「侵略的外来種リストを作ってもキリがない。誰も責任を持たずに観賞魚が放流される実態がある。ホワイトリスト方式で対応すべき。」といった意見に対する委員からの回答として、「方式については外来生物法の時に議論になり、多種の外来種に対応するにはブラック方式が適当となった。現在の日本の体制ではホワイトリストは難しい」といった記述がみられる。

る規制は強化されてきた。1970 年までは、公害対策基本法には、「生活環境の保全については、経済の健全な発展との調和が図られるようにする」といういわゆる経済調和条項が存在した。しかしながら、経済調和条項は、1970 年の同法の改正に伴い削除された。このことは、環境問題の解決よりも経済発展が重視される時代から、経済発展よりも環境問題の解決が重視される時代への移行であったとみなすことができよう。

こうした環境重視の時代への移行は次の例からも理解できる。かつて、旧水質二法と称される「公共用水域の水質の保全に関する法律」（水質保全法）および「工場排水等の規制に関する法律」（工場排水規制法）が、環境法の一部として存在していた（いずれも 1959 施行）。これらの法律では、工業発展を損なわない範囲で漁業保全をするという趣旨の調和条項が規定されており、指定水域制によって規制が適用される水域が限定され、極めて深刻な環境汚染のみが規制の対象とされた。また、利害関係者への経済的影響に配慮するために、新たな指定水域の指定には長期間を要することもあった（畠山ら、2007）。旧水質二法は、1971 年の水質汚濁防止法の施行に伴い廃止された。同法では、水域を限定するのではなく、全水域を対象とする一律の排水基準が設定されている。このように人の健康に被害を及ぼすおそれのある水質汚染に対しては、経済調和条項の緩和とともに、予防原則が徹底されるよう法改正が行われた歴史的経緯がある。

一方、外来生物法において特定外来生物が指定されるプロセスにおいては、経済調和条項に類似する考え方が存在する。すなわち、「特定外来生物被害防止基本方針」には、特定外来生物の選定に関する基本的な事項が述べられており、選定の際の考慮事項として、「特定外来生物の選定に当たっては、原則として生態系等に係る被害の防止を第一義に、外来生物の生態的特性や被害に係る現在の科学的知見の現状、適正な執行体制の確保、社会的に積極的な役割を果たしている外来生物に係る代替物の入手可能性など特定外来生物の指定に伴う社会的・経済的影響も考慮し、随時選定していくものとする」とされている。ここで言う「社会的・経済的影響」が経済調和条項に該当する記述と解釈できる。実際、特定外来生物に指定される種の選定段階において、この社会的・経済的影響という考え方が、生態系等への被害を抑えつつ産業も保護するという曖昧な基準を残す原因となっており、生態系等への被害の有無だけでなく、指定に伴う社会的・経済的影響の程度によって、特定外来生物に指定されるか否かが決まるのが実態である（デナリ、2007）。

1.3.3 外来生物法と罰則の適用

1.2 節で述べたとおり、外来生物法には他の環境法同様に、汚染者負担原則が適用されている。汚染者負担原則の適用は、潜在的汚染者が予防的行動をと

るインセンティブを与えるため、予防原則実現の手法として有意義である(大塚, 2010a)。しかしながら、実践的な課題として、法執行の問題が存在する。すなわち、外来生物法における違法行為を誰が監視し、違法行為を行った者に対してどのように罰則の適用するかという問題である。特定外来生物に指定された生物種は、輸入の段階で発見し、輸入しようとした者に罰則を与えることが理想であるが、環境省の職員が少なく、空港や港湾等の水際で外来種の輸入されていないかを監視することは事実上不可能である(外園, 2010)。

また、大久保(2009)では、「生物多様性の保全を求める訴訟において、裁判所が実体判断を行った事案は多くない。ましてや自然破壊や生物多様性の損失を理由に、認容判決が出された例はきわめて稀である。原告適格がないことなどを理由に請求が却下されることが多い日本の現状は、生物多様性をめぐる紛争について司法アクセスが十分に保障されていないことを示している」(p. 135)と述べられている。そこではまた、この原告適格が、「個人であれ、環境団体であれ、生物多様性を保全しようとする者が訴訟を提起する場合に突き当たる(中略)壁」であると指摘されている。一方、被告を特定することも困難である場合が多いと考えられる。観賞用やペット等として輸入された外来種についてはとくに、屋内で飼養されるかもしれない。また、その輸入理由から市民にとっては好意的に受け入れられ、特定外来生物とは知らずに道路沿いや歩道等の共有地に植えられる事例もあり、実際に訴訟が提起されにくいと考えられる。

これらのことは、防除費用の原因者負担についても同様に当てはまる。問題となる外来種の個体識別がマイクロチップの埋め込み等により正確に行われないう限り、防除費用の原因者負担に関する条文の実効性は乏しいと考えられる(大塚, 2010b)。これに関する具体的な理由を述べるために、第3章および第4章で取り上げるセイヨウオオマルハナバチの事例を紹介する。セイヨウオオマルハナバチは、施設栽培トマトの生産において必要不可欠な花粉媒介昆虫である一方、任意のトマト栽培施設から逃亡する可能性が常に存在する。しかも、1人の生産者が複数のトマト栽培施設を所有・管理しており、そうした施設が一定地域に多数存在しているのが現状である。こうした状況では、仮に野外でセイヨウオオマルハナバチが発見されたとしても、それがどの施設から逃亡したかを特定することは困難である。このため、生態系破壊の(おそれの)原因を作ったトマト生産者を見つけ出し、その人に罰則を科すことは現実的ではない。この結果、原因者から防除費用を徴収することは不可能となる。また、生態系を復元するために必要な金額によっては、トマト生産者個人の支払能力の観点から請求が困難となる可能性が容易に想像できる。すなわち、法律上は、防除費用を原因者負担としてPPPの理念が徹底されているものの、該当する条文が適用されることのない、いわゆる「ざる法」として形骸化している可能性がある。

以上、外来生物法の特殊性をやや批判的に取り上げたが、これらの問題点の克服は法改正を待たなければならないのであろうか。現場では外来種問題解決に向けたさまざまな取り組みが自発的になされている場合があり、外来生物法の枠内には収まらない部分で物事がうまくいっている事例が存在する可能性がある。こうした事例を詳細に観察することで、外来生物法を補完する現場での取り組みに影響を及ぼす要因を検討することは理に適っていると言えよう。

1.4 外来種問題の解決に向けた市民による取り組み

国は、2008年に制定された生物多様性基本法に基づいて、生物多様性国家戦略とともに、必要な法律を整備しつつ、生物多様性に関連する政策を全国的な視野から実施する役割を担っている。また、地方自治体は、各地域に固有の生物多様性問題に即した条例を制定し、国では行き届かない地域独自の施策が実施されている。多くの地方自治体は、里山保護条例、棚田保護条例、ヨシ群落保全条例、ウミガメ保護条例などを制定することにより、地域独自の生物多様性問題の解決に取り組んでいる(畠山, 2006; 南, 2011)。

これらに対して、市民と生物多様性との関係は、国や地方自治体ほど明確ではない。2006年に開催された生物多様性条約の第8回締約国会議(COP8)において、民間参画に関する決議がなされた。これを受けて、事業者や民間団体の中には、積極的に生物多様性保全に取り組む動きが見られるようになってきた。市民は、こうした取り組みに従事する事業者や民間団体に関わることで、生物多様性保全の取り組みに参加することが可能であり、またこうした団体に関わらずとも、個人的に何らかの行動を起こすことも可能である⁴⁾。

内閣府が実施した環境問題に関する世論調査⁵⁾によると、生物多様性という「言葉の意味を知っている」という回答が19.4%、「意味は知らないが、言葉は聞いたことがある」が36.3%、「聞いたこともない」が41.4%であり、市民による生物多様性に関する認識は決して高いとは言えない。一方、生物多様性保全のための取り組みに対する意識に関する質問については、「人間の生活がある程度制約されても、多種多様な生物が生息できる環境の保全を優先する」が38.7%、「人間の生活が制約されない程度に、多種多様な生物が生息できる環境の保全を進める」が52.8%、「人間の生活の豊かさや便利さを確保するためには、多種多様な生物が生息できる環境が失われてもやむを得ない」が2.1%という回答が得られている。この調査結果から、市民の中には、自分たちの生活

⁴⁾ 生物多様性と民間参画のガイドラインについて整理された環境省自然環境局(2009)では、事業者のみならず、消費者や国民一人ひとりによる取り組みの重要性が指摘されている

⁵⁾ 内閣府大臣官房政府広報室「平成24年度環境問題に関する世論調査」(<http://www8.cao.go.jp/survey/h24/h24-kankyoku/index.html>)を参照。なお、本世論調査の結果は、全国の市区町村に居住する満20歳以上の日本国籍を有する者の中から無作為に抽出された3,000人の回答に基づいている。

が制約されたとしても、生物多様性保全への取り組みに対して肯定的な意識を示す人々が潜在的には存在していることがわかる。

外来種問題の解決にあたっては、生物多様性保全の取り組みと同様に、多様な市民を巻き込むことが期待される。しかしながら、実際に外来種問題の解決に向けた行動がみられる市民は一部であり、大多数の市民には外来種問題の解決に向けた行動はみられない。例えば、ブラックバスを釣った後リリースしないこと、日本には生息しない珍しいクワガタムシを飼育する子供が飽きたとしても近所の山に逃がさないこと、あるいは、きれいな花を咲かせる外来植物を玄関先に植えるのを控えるとともに、道路脇の外来植物を積極的に引き抜くことは、ある程度外来種の知識をもつ一部の市民の間に実際にみられる行動である。一方、これらとは対照的な行動をとり、外来種問題を引き起こす市民も一定数存在する。ただし、こうした行動について統計的な分析を実施するのに十分な数のサンプルを収集することは困難である。アンケート調査票を無作為に郵送した場合、内容が具体的になればなるほど、内容に直接関わらない回答者が増えるとともに、回収率が低下し、統計的分析に支障をきたすことが予想される。

このとき、市民の一部ではあるけれども、実際に行動がみられる関係主体の集まりに対象を絞って、分析を進めた方が、より有益な含意が得られると考えられる。本研究で取り上げる事例にみられるように、農業生産者と NPO 会員は、外来種問題の解決に向けた実際の行動がみられる市民として先進的かつ貴重な存在である。多様な市民を対象に研究を進めていくための最初のステップとして、彼らの意識と行動に注目することは合理的な判断であろう。

1.5 むすび

本章では、外来生物法を中心に、日本の国内法にみられる外来種問題への対応について整理し、その後、環境法における外来生物法の特殊性について整理した。続いて、地方自治体の役割と、外来種問題の解決に向けた市民による取り組みについて概観した。

具体的には、予防原則、経済調和条項、そして、罰則の適用の観点から、他の環境法と比較して外来生物法は特殊性を有していた。この特殊性は、外来種問題の解決にあたって外来生物法が不十分である可能性を示唆している。

一方、市民の中には、何らかの外来種対策を支持していたり、あるいは、実際に行動を起こすことにより外来種問題の解決に直接関わっている人々も存在する。そうした関係主体の意識や行動について分析するにあたって、農業生産者と NPO 会員は注目に値する。次章では、彼らが直面している外来種問題に関する基本的な事実関係を確認する。

第2章

外来種問題と取り組みの概要

2.1 はじめに

本章では、第3章以降で扱う事例分析に関連した基本的な事実関係を確認する。

第3章以降で扱う事例は大きく3つに分類される。すなわち、第3章および第4章で扱う事例、第6章で扱う事例、そして、第7章で扱う事例の3つである。第7章を除き、実証分析で用いるデータはすべて著者自身が実施したアンケート調査結果に基づくものである。また、第3章と第4章は、実証分析に用いるデータソースは異なるものの、同じ背景をもつ事例である。第5章と第6章は、データ・ソースについては同一である。ただし、第6章が回答者の実際の行動に関する分析である一方、第5章はさまざまな生物種を取り上げつつ回答者の意識に関する分析を行っているため、第5章に関連した具体的事例については詳述しない。

本論文の各章で扱う外来種問題の内容と対象を表2.1に整理する。

表 2.1 各章で扱う外来種問題

章	分析内容	分析対象	主なデータ・ソース
3	外来種の管理	農業生産者の行動	愛知県の農業生産者に対するアンケート調査結果
4	外来種の管理	農業生産者の意識	北海道の農業生産者に対するアンケート調査結果
5	外来種の防除と在来種の保護	NPO 会員の意識	滋賀県の NPO 会員に対するアンケート調査結果
6	外来種の防除	NPO 会員の行動	滋賀県の NPO 会員に対するアンケート調査結果
7	在来種の生息地の再生	集落（農業生産者の集合）の行動	滋賀県の集落の行動に関する既存資料

2.2 農業において花粉媒介昆虫として使用される外来種に関する取り組み

農業においては鳥獣害が農業生産者の耕作意欲を減退させることで問題視されており、この鳥獣の中には外来種が少なからず存在する。例えば、アライグマやヌートリアはペットや商業目的で輸入・飼育されていたものが野生化し、今日では農業に深刻な被害をもたらしている。これらは農業が一方的に被害を受ける例である。一方、農業に貢献している外来種もまた存在する。例えば、セイヨウミツバチやセイヨウオオマルハナバチがこれに該当する。前者はスイカやメロンなどの花粉媒介昆虫として、後者はトマトやナスなどの花粉媒介昆虫として日本全国で使用されている。いずれにしてもこれらは外来種であることから、生態系への被害をもたらす可能性がある。このように、農業は外来種による被害を受ける場合がある一方で、外来種を通して生態系への被害の原因となり得る。農業が外来種の被害を受ける場合、農業側の対策としてはその被害を取り除くための捕獲や外来種の防除が課題となる。対照的に、農業が被害を与える側になる場合は、その被害を予防するための管理や、被害の原因となる外来種に代替する農業技術の開発および普及が課題となる。

2.2.1 施設栽培トマトにおけるセイヨウオオマルハナバチの使用

施設栽培トマトでは、自然による風媒や虫媒による受粉が期待できないため、植物ホルモン剤を開花中の花に噴霧することによって着果および果実肥大を促進させる技術が普及してきた¹⁾。植物ホルモン剤の噴霧は花ひとつひとつに対して要求されるため非常に労働集約的な技術であり、施設栽培トマトの規模拡大における障害となっていた。こうした受粉技術を代替するものとして、1991年にセイヨウオオマルハナバチを使用する受粉技術がヨーロッパから導入され、施設栽培トマトに不可欠な農業技術として日本全国に徐々に普及していった²⁾。

日本におけるセイヨウオオマルハナバチの巣箱の流通量の推移を図 2.1 に示す。1992 年から本格的に販売され始めたセイヨウオオマルハナバチの巣箱の流通量は、2003 年には約 7 万箱にまで達した。導入後 3 年目では日本の施設栽培トマトの 3 から 5% 程度しか普及していなかったが、2003 年には約 70% にまで普及し、花粉媒介昆虫としてのセイヨウオオマルハナバチの使用

¹⁾ 他に、電気振動器を用いて開花花房に振動を与えることで花粉を飛散させる方法もあるが、この受粉技術はヨーロッパなどでは普及したのに対して日本では一般的ではない。

²⁾ セイヨウオオマルハナバチの導入プロセスおよび実用化試験等、普及の初期段階については池田・忠内 (1992) や岩崎 (1995) が詳しい。また、施設栽培トマトにおけるセイヨウオオマルハナバチの普及のプロセスの詳細については、光畑 (2000) を参照。

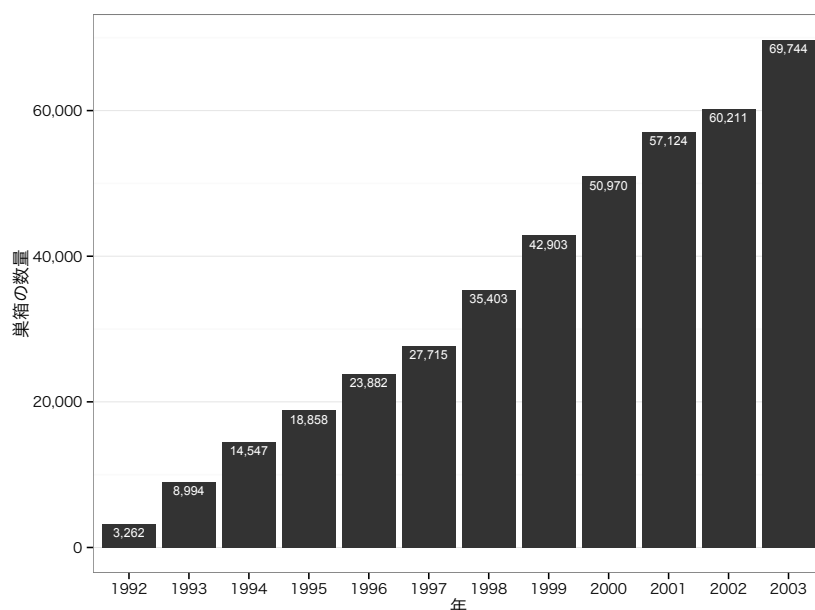


図 2.1 セイヨウオオマルハナバチの巣箱の流通量

出所：マルハナバチ普及会 (2004)「日本におけるマルハナバチ利用の現状—その経済効果と現地での取り組みなど—」(第 1 回 特定外来生物等分類群専門家グループ会合 (昆虫類) セイヨウオオマルハナバチ小グループ会合における光畑雅宏氏による説明資料 (http://www.env.go.jp/nature/intro/4document/sentei/ins_bombus01/ext02.pdf)) より作成。なお、2004 年以降の流通量に関するデータは入手不可能なため、近年の流通量の実態は不明である。

は施設栽培トマトにおいては不可欠な農業技術となった³⁾。

トマトは花蜜を分泌しないため、花粉のみが花粉媒介者の餌資源となる。そのため、ミツバチは花粉媒介昆虫の役割を果たすことができず、振動集粉をするハナバチのみがその候補となり得る。その中でも大量増殖法が確立され、商業生産に成功したものがセイヨウオオマルハナバチであり、この種がヨーロッパだけでなく世界中で使用されるようになった (加藤, 1993)。

セイヨウオオマルハナバチが日本に導入された当初は、労働節約的技術として位置づけられていたが、さまざまな試験研究により、他の利点も見出されるようになった。そのひとつは、受粉過程を経ることによってトマトの品質が向上することが明らかになったことである⁴⁾。また、セイヨウオオマルハナバチ

³⁾ 日本の施設栽培トマトにおける普及率については、小野 (1994) およびマルハナバチ普及会 (2004) を参照。一方、松浦 (1993) において、「1992 年には、北ヨーロッパを中心に 20 か国を越える 3,500ha 以上で利用され、トマトの場合、国によっては栽培面積のほぼ 100% に達している」(p. 173) と述べられているように、この農業技術はヨーロッパでは広範囲に普及した。

⁴⁾ 松浦 (1993) では、空洞果の減少、食味の向上、ビタミン C の含有量の増加、着果率の向上、ホルモン過剰害の回避などといった果実の品質向上や植物生理への好影響が指摘されている。ただし、これらは植物ホルモン剤を噴霧した場合との比較であり、セイヨウオオマルハナバチの使用を電気振動器の代替技術としてみた場合、品質向上は期待できない。

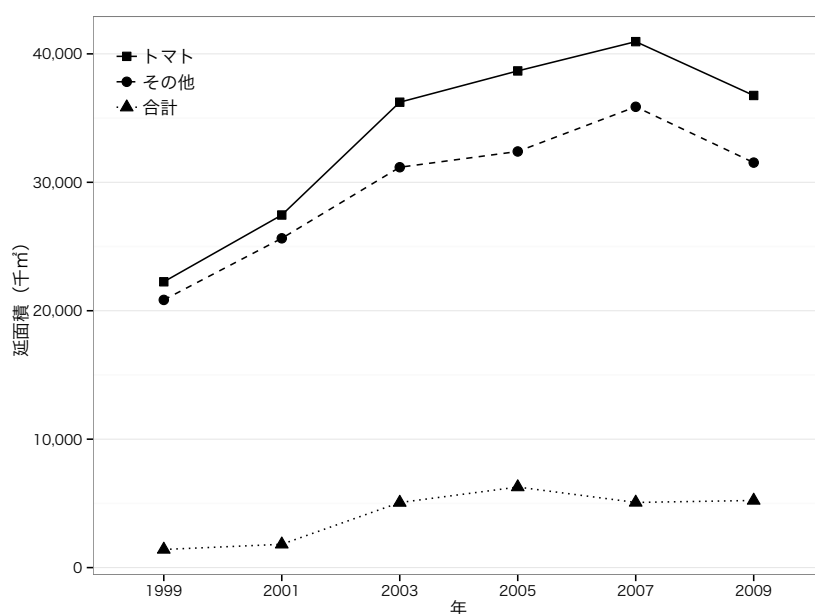


図 2.2 施設野菜におけるマルハナバチの使用状況

出所：農林水産省大臣官房統計部経営・構造統計課『園芸用ガラス室・ハウス等の設置状況』1999年（1998年7月～1999年6月実績）から2007年（2006年7月～2007年6月実績）までの隔年、および、農林水産省大臣官房統計部経営・構造統計課『園芸用施設及び農業用廃プラスチックに関する調査』2009年より作成。いずれも、農林水産省のWebサイト（<http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/engei/>）より入手可能である。

を施設内で使用するためには化学農薬の使用を制限せざるを得ないため、トマト生産者やマルハナバチ取扱業者の間では安全な農産物の生産に貢献する農業技術として理解されるようになった（光畑, 2000）。さらに、受粉に昆虫を使用することから連想されるイメージの良さにより、環境保全型農業技術として好意的に受け入れられるようになった（小野, 1996）。こうした複数の要因により、日本でもセイヨウオオマルハナバチを受粉媒介昆虫として採用するトマト生産者が増加した。

ここで、施設野菜におけるマルハナバチの使用状況を図 2.2 に示す。ただし、同図に示されるデータは、マルハナバチを使用する施設の延面積であり、外来種（すなわち、セイヨウオオマルハナバチ）と在来種の内訳だけでなく、マルハナバチの使用箱数ないし使用実面積については把握できないため、セイヨウオオマルハナバチがどの程度普及しているのかについて、正確には把握できないことに注意が必要である。

2.2.2 特定外来生物へのセイヨウオオマルハナバチの指定

トマト生産者はセイヨウオオマルハナバチの使用により生産効率向上等のメリットを享受してきた一方で、1996年に北海道で野生巣が発見されたことに

より、セイヨウオオマルハナバチに対する見方は一変する。この野生巢の発見を受けて、五箇 (1998) や鷺谷 (1998) などにより、セイヨウオオマルハナバチが施設外へ逃亡し、定着することによる生態系への被害の実態について議論されるようになった。それ以前にも、加藤 (1993) ではセイヨウミツバチが小笠原諸島等に定着した経験を踏まえて、導入当初からセイヨウオオマルハナバチの定着の可能性が指摘され、小野 (1994, 1996) でも同様に、将来的にはセイヨウオオマルハナバチに代わる在来種の実用化が必要であることが指摘されていた。ただし、この時点では実際に定着した事例は報告されていなかったため、セイヨウオオマルハナバチがもたらす生態系への被害に関する科学的証拠は不足していた。

セイヨウオオマルハナバチがもたらす生態リスクにはさまざまなものが考えられるが、米田ら (2008) はそれらを4つに整理している。すなわち、第1に、在来種マルハナバチとの営巣空間や餌資源などの獲得競争が生じる可能性であり、とくにセイヨウオオマルハナバチの密度の増加によってその女王バチによる在来種マルハナバチの巢の乗っ取りが増加する可能性が指摘されている。第2に、顕花植物の種子生産の低下をもたらす可能性が挙げられる。セイヨウオオマルハナバチには開花植物の花弁にかみ傷をつけて花蜜を吸う習性（盗蜜行動）があり、この盗蜜行動は植物の花粉媒介には貢献しないとされている。在来種マルハナバチにもこの習性は確認されているが、狭い地域内でセイヨウオオマルハナバチの密度が極端に上昇した場合、野生植物の種子生産に悪影響が生じる可能性がある。また、リンドウなどの花卉やインゲンマメなどの豆類も盗蜜行動によって傷がつけられることがあるため、生態系だけでなく農業への被害の可能性も指摘されている⁵⁾。第3に、在来種マルハナバチと交雑する可能性であり、遺伝的攪乱ないし繁殖攪乱のリスクをもたらすことになる。そして第4に、商品とともに寄生生物が海外から持ち込まれる可能性であり、未知の寄生生物や病気などが蔓延することによって在来種マルハナバチを衰退させる可能性が存在する。トマト生産者による継続的な使用を前提としてこれらの生態リスクを予防するためには、彼らに施設外への逃亡防止を強制する必要がある⁶⁾。

2006年9月、生態系への被害をもたらすことが懸念されていたセイヨウオオマルハナバチが特定外来生物に指定された。セイヨウオオマルハナバチが特定外来生物に指定されるまでのプロセスにおいては、保全生態学や応用昆虫

⁵⁾ インゲンマメなどの豆類については、松村・鷺谷 (2002) を参照。

⁶⁾ 寄生生物の持ち込みに関する生態リスクについては税関での検疫によって予防する方法も考えられるが、それを実現するための法律がないのが実態である。五箇ら (2000) では、「我が国では古くから産業利用されているセイヨウミツバチは家畜とみなされ、「家畜伝染病予防法」によって、病原菌や寄生性ダニ等の持ち込みは厳しく制限されている。しかし、セイヨウオオマルハナバチを含む、多くの生物資材に関しては、何ら検疫に関わる法的規制はない」(p. 47) と述べられている。

学等の専門家による慎重な議論がなされた⁷⁾。慎重にならざるを得なかったのは、特定外来生物の指定には規制による社会経済的影響が考慮されるためである⁸⁾。1991年に日本に導入されたセイヨウオオマルハナバチはこのときすでに施設栽培トマトにおいて欠かすことのできない農業資材となっていたため、この種が使用禁止になるかどうかは施設栽培トマトの存続を、ひいては、トマト産地の存続をも左右するほどの問題であった⁹⁾。そのため、セイヨウオオマルハナバチの指定にあたっては、既存の農業技術を前提とした農業生産の効率性を維持しながら、生物多様性を保全しなければならず、これらの両立が問題とされた。ただし、外来生物法における飼養等の原則的禁止の例外として、「学術研究の目的その他主務省令で定める目的」で「主務大臣の許可」を受けた者は飼養等が可能になる（同法第5条）。ここで許可の対象となり得る学術研究以外の目的は「特定外来生物被害防止基本方針」で定められており、「展示や教育、許可規制を行うことで遺棄や逸出等に対して十分な抑止力が働く生業などの場合」とされている。したがって、施設栽培トマトでは「許可規制を行うことで遺棄や逸出等に対して十分な抑止力が働く生業」であることを根拠として、セイヨウオオマルハナバチの継続的な使用が可能となり得た。

結果的には、「逃亡防止用ネットの展張」と「使用済み巣箱の適正処分」が義務づけられる許可制として、トマト生産者によるセイヨウオオマルハナバチの使用継続が認められることとなった。トマト生産者は、外来生物法に従い、一定の基準を満たした特定飼養等施設において飼養等を行うことを申請し、環境大臣の許可を受けなければならない。許可を受けた場合は、飼養等の許可に必要な書類を提出し、毎年、巣箱の数量を報告しなければならない。これに違反すると、個人では3年以下の懲役もしくは300万円以下の罰金、法人では1億円以下の罰金が科されることになる。一度申請して許可が認められると3年の期限付きで飼養等が可能になり、3年後に再び飼養等を望む場合は更新手続きを行わなければならない。

一方、トマト生産者は、セイヨウオオマルハナバチの使用を継続する代わり

⁷⁾ 外来生物法第2条3項に基づいて、学識経験者の議論の場として、特定外来生物等専門家会合の下に設置された昆虫類グループ会合の下にさらにセイヨウオオマルハナバチ小グループ会合が設置され、2004年11月から2005年12月にかけて7回この会合が開催された。そのうち4回までの議論については庭瀬(2005)に要約されている。

⁸⁾ 「特定外来生物被害防止基本方針」では、「特定外来生物の選定に当たっては、原則として生態系等に係る被害の防止を第一義に、外来生物の生態的特性や被害に係る現在の科学的知見の現状、適正な執行体制の確保、社会的に積極的な役割を果たしている外来生物に係る代替物の入手可能性など特定外来生物の指定に伴う社会的・経済的影響も考慮し、随時選定していくものとする」とされている。社会経済的影響が考慮されている極端な例として、アメリカザリガニが挙げられる。詳細については、藤田(2006)を参照。

⁹⁾ 松永(2004)において、「昨年、外来生物被害防止法案の検討が始まり、トマト産地の農協などはセイヨウオオマルハナバチを特定外来生物に指定しないように、環境省や国会に意見書などを提出した」(p. 17)と述べられていることから、セイヨウオオマルハナバチの使用禁止がトマト産地に与える影響は大きかったと考えられる。

に、在来種マルハナバチを使用することも可能である。

2.2.3 セイヨウオオマルハナバチから在来種マルハナバチへの代替

セイヨウオオマルハナバチから在来種マルハナバチへの代替を視野に入れる場合、トマト生産者がそれを市場で入手可能であることが前提となる。セイヨウオオマルハナバチが世界的に普及したのは、その大量増殖法が確立されたためであった。一方、在来種についても同様に大量増殖できる可能性はある。在来種の大量増殖に関する研究は比較的早くから進められており、1998年にはオオマルハナバチが試験的に販売され、1999年からはクロマルハナバチが北海道を除く全国で販売されるようになった¹⁰⁾。ただし、実用化研究により大量増殖が可能となったとしても、他の種と比較して割高な増殖コストが必要となるかもしれない。一般的には、在来種マルハナバチの増殖にはセイヨウオオマルハナバチよりも大きなコストが必要である¹¹⁾。

マルハナバチの価格に関する公開されたデータは存在しないが、松浦 (1993) では1箱あたり3万円を超えるとされていたセイヨウオオマルハナバチの巣箱が、藤田ら (2007) では2万円から2万5千円までとされており、この間に何らかの理由により価格が低下している¹²⁾。増殖コストの相対的な高さを考慮すると、在来種マルハナバチがセイヨウオオマルハナバチよりも安く販売できる可能性は低いであろう。

一方、在来種マルハナバチを使用する場合、トマト生産者は、セイヨウオオマルハナバチを使用するために必要な許可申請書類等を作成する必要はなく、また、逃亡防止用ネットの展張と使用済み巣箱の適正処分も義務づけられない。このため、在来種に代替することにより、これらに必要なコスト負担は回避できる¹³⁾。

¹⁰⁾ 五箇・マルハナバチ普及会 (2003) および光畑・和田 (2005) を参照。クロマルハナバチが北海道で販売されない理由は、北海道がクロマルハナバチがもともと生息していない地域であるためであり、マルハナバチ取扱業者による自主規制により、北海道ではクロマルハナバチが入手不可能となっている。

¹¹⁾ 光畑・和田 (2005) では、「トラマルハナバチ (*B. diversus*) を2001年から2002年にかけて試験的に販売した。しかし、本種はオオマルハナバチ亜種の種と比較すると3倍以上の増殖コストがかかることがわかり、生産を中止している」(p. 308)と述べられており、他の在来種についてもセイヨウオオマルハナバチと比較して割高な増殖コストが必要であると考えられる。

¹²⁾ 藤田ら (2007) は「セイヨウは価格競争に陥り、ビジネスのうまみがない」(p. 48)というマルハナバチ取扱業者の言葉を引用し、マルハナバチ取扱業者間における価格競争によるセイヨウオオマルハナバチの価格低下を指摘している。日本国内で販売されているセイヨウオオマルハナバチはすべてヨーロッパから輸入されており、この事業への参入障壁と撤退障壁は低いと考えられる。この状況では正の利潤が獲得できる限り新規参入が起こるため、既存の業者が参入を排除するために価格を下げている可能性が示唆される。

¹³⁾ 逃亡防止用ネットの展張コストは施設の形状によりさまざまである。国武・五箇 (2006) で

ここでトマト生産者は、逃亡防止策への投資と各種書類の提出を行ってセイヨウオオマルハナバチの使用を継続するか、規制の対象ではない在来種マルハナバチに代替するかの選択に迫られることになる。あるいは、ホルモン剤の噴霧といった花粉媒介昆虫に頼らない旧来の農業技術に戻ることも可能であり¹⁴⁾、また、他の代替的な農業技術を採用するという選択肢もあり得る¹⁵⁾。外来生物法は、セイヨウオオマルハナバチの使用を許可制にすることによって規制しているが、将来的にトマト生産者にその使用をやめさせる制度にはなっていない。しかも、生業の維持という目的のため、他の作物を栽培していた農業生産者が、新たにトマト栽培を開始した場合、新規のセイヨウオオマルハナバチの使用は許可される。一方、農林水産省は在来種マルハナバチへの切り替えを指導する立場をとっている(庭瀬, 2005)。

こうした背景の下、トマト生産者のうち、何人がセイヨウオオマルハナバチを使用し続け、何人が在来種マルハナバチへの代替を選択したかに関する公開されたデータは存在しない。同時に、それぞれの選択を行うのは、どのようなトマト生産者であるのかについて検討した研究は存在しない。さらに、セイヨウオオマルハナバチを使用し続ける場合、実際に、逃亡防止に注意を払っているのかについて検討した研究もまた存在しない。いずれも外来種の管理に関する問題であり、それぞれ第3章と第4章で扱う。

2.3 地域固有の外来種問題への地域住民による自主的な取り組み

2.3.1 琵琶湖におけるオオバナミズキンバイの繁殖

オオバナミズキンバイは、南米・北米南部原産のアカバナ科の水草であり、主に観賞用として日本国内でも流通している。何らかの経路により野生化したオオバナミズキンバイは、最初に、兵庫県加西市のため池で発見され、続いて、琵琶湖の一部である守山市の赤野井湾で発見された。オオバナミズキンバイの繁殖能力は高く、琵琶湖や河川の水面に繁茂し、生物に関する専門知識を持た

は、「例えば、トマトハウスへのネット展張コストは10a当たり約10万円かかる(全国農業協同組合連合会)。また自力での展張が困難な高齢化した農家では、業者に依頼するための費用も加算される」(p. 197)とされている。

¹⁴⁾ 高齢化や後継者不足が進行している今日の日本農業において労働集約的な農業技術が再び採用される可能性は低いかもしれない。ただし、米田ら(2008)が、「セイヨウが生態系に悪影響を及ぼすという結論が導かれたことにより、法律施行以前にセイヨウの使用を中止し、人手による授粉作業へ転換した農家もある」(p. 55)と述べているように、トマト生産者の選択肢のひとつとしては十分にあり得る。

¹⁵⁾ 例えば、もし花粉媒介昆虫を採用した理由が労働の節約ではなく品質向上にあるのであれば、電気振動器を採用する可能性もある。ただし、施設規模に比較して労働力が不足する場合は、労働節約的技術は不可欠であり、花粉媒介昆虫を使用し続けなければならないかもしれない。

ない一般市民の目にも付きやすい。オオバナミズキンバイは水面を覆いつくすことから、在来の植物や魚への悪影響や水質悪化が懸念されてはいるものの、オオバナミズキンバイによる被害の種類や被害の大きさに関する科学的知見は存在せず、現時点では、外来生物法が定める特定外来生物には指定されていない¹⁶⁾。

しかしながら、滋賀県守山市の赤野井湾を主な漁場とする漁協では、オオバナミズキンバイの存在が問題視されるようになった。「ふなずし」の原料のニゴロブナの漁場である同湾では、漁協全体の 2013 年上半期のニゴロブナの漁獲量は前年比で半減することとなった。この要因のひとつとして、オオバナミズキンバイがニゴロブナの産卵場所である湖岸のヨシ帯に侵食したことが挙げられている¹⁷⁾。このように、オオバナミズキンバイがもたらす生態系等への被害は科学的には明らかにされていないものの、一部の人々はその被害を疑っており、オオバナミズキンバイの防除の必要性を認識している。

オオバナミズキンバイは、琵琶湖には熱帯魚と一緒に持ち込まれたと考えられており、2009 年 12 月に赤野井湾で約 142 m²繁茂していることが確認された。その後、2012 年 12 月には約 18,292 m²へと拡大した。専門家からは、「これ以上の拡大は根絶を困難にする」ことから、早期の防除の必要性が訴えられている。ただし、オオバナミズキンバイは、ちぎれた茎からも根を生やすほど繁殖力が強いいため、機械による刈り取りができず、手作業で根こそぎ回収するため時間がかかる上、ヨシなどの在来種の生息地にも入り込んでいるため、防除作業を困難にしている。そこで県は、効率的な駆除方法などを検討するため、関係団体に呼びかけ、協議会を設置する方針を決定し、国の生物多様性保全推進支援事業の指定を目指す一方、琵琶湖環境科学研究センターでオオバナミズキンバイの詳しい生態の解明を進め、駆除に適した時期や、拡散の危険の少ない水草刈り取り機の導入方法などを探っている。また、県は国に対して、特定外来生物への指定を要請した¹⁸⁾。

¹⁶⁾ 守山市の広報誌「広報もりやま」平成 25 年 7 月 15 日号 (<http://www.city.moriyama.lg.jp/pub/submit.nsf/ecbd6dc8a5cd9ee949256db100454033/f8a4c75408e32a6449257b9f000e6e8c> から入手可能), pp. 12-13 を参照。なお、本章のアンケート調査実施後の 2014 年 3 月 7 日に、オオバナミズキンバイが外来生物法の定める特定外来生物に指定されることが、環境省の専門家会合において合意された（「異常繁茂の水草を特定外来指定へ 琵琶湖オオバナミズキンバイ」『京都新聞』2014 年 3 月 7 日, <http://www.kyoto-np.co.jp/environment/article/20140307000174>)。

¹⁷⁾ 「琵琶湖、水草エイリアン オオバナミズキンバイ、3 年で 120 倍」『朝日新聞』2013 年 8 月 21 日, 夕刊, 1 面を参照。

¹⁸⁾ 「琵琶湖、水草エイリアン オオバナミズキンバイ、3 年で 120 倍」『朝日新聞』2013 年 8 月 21 日, 夕刊, 1 面, 「外来種水草駆除へ、官民で協議会 琵琶湖で異常繁殖、効果的方法探る」『朝日新聞』2013 年 12 月 10 日, 朝刊 (滋賀), 33 面, および, 「琵琶湖を“侵略”水草駆除へ オオバナミズキンバイ 守山で繁殖」『読売新聞』2013 年 12 月 10 日, 朝刊 (滋賀), 33 面を参照。

2.3.2 外来種の防除活動への自主的な取り組み

オオバナミズキンバイの他にも琵琶湖の外来植物を除去する取り組みは存在する。例えば、成功例としてミズヒマワリが挙げられ、ミズヒマワリは発見からすぐに対策に着手したため、根絶するまでに至ったとされている。一方、ナガエツルノゲイトウは、発見から防除開始まで約3年を要したため、本種の拡大を招く結果となり、現在では湖岸全域で見られるようになった。これらの防除活動への取り組みの違いは、発見当時、前者が特定外来生物に指定されていたのに対して、後者は特定外来生物に指定されていなかった点が指摘されている¹⁹⁾。

特定外来生物に指定された外来種の防除を実施する主体は、外来生物法に従い、環境大臣の確認・認定を受けた者とされており、実際の防除活動従事者は、確認・認定を受けた地方自治体やNPO法人が中心となり、ボランティアを募集（あるいは、NPO法人の会員が参加）し、防除活動を実施するのが実態である²⁰⁾。地方自治体が外来種の防除活動を実施する場合は、環境大臣の確認・認定を受け、外来種防除活動の実施主体となるための特定外来生物への指定が前提条件となり、上述した例のとおり、特定外来生物に指定されているか否かによって、防除活動への最初の取り組み時期が左右され得る。すなわち、地方自治体が外来種の防除活動を実施する場合、防除対象となる種が特定外来生物に指定されている否かが決定的に重要となるであろう。

一方、防除活動に従事するNPO法人は、必ずしも外来生物法において指定される特定外来生物のみを選択的に防除対象とするとは限らない。任意のNPO法人等に属する防除従事者は、同法人等が直面する地域固有の生物多様性に関する問題解決に自主的に取り組むかもしれない。このとき、彼らの活動によって、一定期間の生態系等への被害が緩和される可能性が考えられ、彼らの意識的ないし無意識的な行動が、予防原則の観点から外来生物法を補完する役割を果たし得ると言えよう。もしこのことが真実であるならば、外来種防除の実施主体として、地方自治体よりもNPO法人の方が、臨機応変かつより有意義な防除活動の結果をもたらし得ると考えられる。

こうした外来種の防除活動への参加要因について検討した研究は見当たらない。そこで、環境保全活動を実施しているNPO法人が中心となり、地域住民による防除活動への取り組みがみられるオオバナミズキンバイの事例を取り上げるにより、防除活動への参加に対してNPO法人の会員の個人属性のう

¹⁹⁾ 「守山の湖岸 外来水草 新たな難敵 水面覆う「オオバナミズキンバイ」」『読売新聞』2013年6月9日、朝刊（滋賀）、30面を参照。

²⁰⁾ 外来生物法に基づき防除の確認・認定を受けた者については、環境省自然環境局が作成している外来生物法に関するWebサイト（<http://www.env.go.jp/nature/intro/4control/kakunin.html>）に掲載されている。

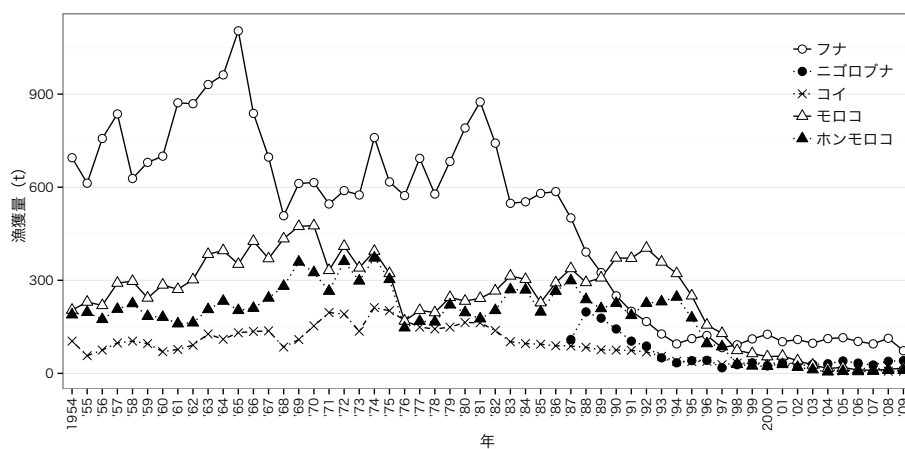


図 2.3 琵琶湖漁業魚種別漁獲量

出所：農林水産省近畿農政局滋賀農政事務所『滋賀農林水産統計年報』より作成。

ちどのような要因が影響しているのかについて、第6章で明らかにする。また同時に、特定外来生物に指定されていない外来種の防除活動に取り組むNPO法人が、活動の継続性を確保するにあたって、どのような外部支援を求めているかについて確認しておくことは、政策的支援のあり方を検討する上で興味深いと考えられる。

2.4 水田を利用して在来種の生息地を再生する取り組み

2.4.1 琵琶湖における在来種の減少

農業における生物多様性保全の取り組みは全国各地で観察されるようになっており、取り組み事例を紹介する「生きものマークガイドブック」が、2010年に農林水産省によって作成された²¹⁾。このガイドブックの中で、滋賀県の魚のゆりかご水田の取り組みが取り上げられている。滋賀県では、かつて琵琶湖に生息する在来魚が繁殖時に水田に遡上していた。しかし、圃場整備によって、在来魚が水田を繁殖場所にすることが不可能になるとともに、琵琶湖で産卵した在来魚は成長するまでの間に外来魚の食害に合う可能性が高いため、琵琶湖に生息する在来魚の個体数は減少していったと考えられている。

図2.3は、琵琶湖漁業魚種別漁獲量の推移を示している。琵琶湖に生息する

²¹⁾ 農林水産省大臣官房環境バイオマス政策課発行による「生きものマークガイドブック 考えてみませんか？ 私たちと生きものたちのつながり」（2010年3月）は、農林水産省のWebサイト（http://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/s_ikimono/guidebook/index.html）より入手可能である。

フナの漁獲量は、1965 年の 1,104 トンから減少傾向を示し、2009 年には 73 トンにまで減少した。ホンモロコとコイについても同様に、減少傾向を示している。フナのうち琵琶湖固有種であるニゴロブナの漁獲量（1987 年に統計が整備された）をみると、1988 年の 198 トンから 1993 年まで毎年減少し続け、それ以降は 40 トン前後で推移している。ニゴロブナは古くから琵琶湖の伝統的特産品である「ふなずし」の原料として利用されてきたため、近年の漁獲量の減少は単なる一魚種の消滅だけでなく、伝統的特産品の消滅の危機をも意味することになる。これら琵琶湖におけるフナ、ホンモロコ、コイ等の漁獲量の減少を食い止め、漁業資源を回復させる方法が模索される中で、繁殖場所としての水田の重要性が琵琶湖博物館等により指摘され始めた（嘉田, 2010）。

2.4.2 魚のゆりかご水田による在来種の生息地の再生

2001 年度から、滋賀県農村振興課、水産試験場、農業工学研究所が中心となり、魚類の繁殖場所としての水田を復活させる方策が検討された。この取り組みは魚のゆりかご水田プロジェクトと呼ばれ、水田を魚類の繁殖場所とするためのさまざまな実験が行われた。この結果、2005 年度に、水田への魚類の侵入機会の安定的確保とともに、県内における普及を視野に入れた排水路堰上式水田魚道が開発された（田中, 2006）。こうした人工的な魚道の設置により、魚類の繁殖場所となった水田は、魚のゆりかご水田と呼ばれている。

魚のゆりかご水田において生産された米のうち、滋賀県が定める基準を満たした米は、魚のゆりかご水田米と呼ばれるブランド名で販売することが可能となる。魚のゆりかご水田米の具体的な名称使用基準は、(1) 魚毒性の最も低い除草剤の使用、(2) 魚の生息環境に影響を与えない肥培管理の実施、(3) 落水時の稚魚の流下促進、(4) 魚道を利用して遡上した在来魚の繁殖、という 4 つから構成される²²⁾。このように、ブランド米としての販売には、生産過程における生物多様性に配慮した取り組みが重視される。ただし、魚のゆりかご水田米の生産には、以上の 4 つの基準を満たすための労力に加え、魚道に対する初期投資、魚道設置、排水路補修のための共同作業への出役や、これらのために集落内における農家間調整を要するなど、慣行農業に比べ追加的な負担が生じる。そこで、2006 年度には対象農地（約 40 ha）に対して環境直接支払という形で県から取組農家に助成金が支払われ、2007 年度より当該措置は農地・水・環境保全向上対策に継承されている²³⁾。

また、消費者は、在来種の保護や在来種の生息地の再生といった生物多様性

²²⁾ 滋賀県「魚のゆりかご水田米の名称使用に関する要綱」2007 年 3 月を参照。

²³⁾ 農地・水・環境保全向上対策は、2011 年度以降、農地・水保全管理支払交付金へと名称変更された。滋賀県では、いずれも「世代をつなぐ農村まると保全向上対策」として助成が行われている。

保全に関する取り組みを知ることにより、こうした取り組みを通して生産された製品を購入することにより、取り組みの継続性を支える役割を果たし得る。例えば、兵庫県豊岡市におけるコウノトリ育む農法が普及したひとつの要因として、コウノトリ育む米に対する一定の価格プレミアムの存在が指摘されている(大沼・山本, 2009)。また、コウノトリ育む農法に関する事前知識を有する消費者は、コウノトリ育む米を高く評価することが明らかにされている(矢部・林, 2011)。すなわち、在来種の保護や在来種の生息地の再生といった生物多様性保全の重要性を消費者にアピールすることにより、その取り組みを通じて生産された米を消費者が一定の価格プレミアムの下で購入するようになり、この結果、米を栽培する農業生産者による取り組みの持続性が確保されることにつながる可能性がある。魚のゆりかご水田米に対する消費者評価に関する研究においても、消費者による取り組みへの理解促進が高い評価につながる事が明らかにされている(西村ら, 2012a,b)。

一方、農業生産者は、個人の考えのみで、在来種の生息地を再生する農業に組み込むか否かを判断できるとは限らない。とくに米生産の場合、他の作物の生産と比較して、地域内の他の農家と協調して意思決定を行う傾向にあることが知られている(Talhelm *et al.*, 2014)。本事例も例外ではなく、排水路に魚道を設置することにより、在来種の生息地を再生する農業への取り組みは、農家レベルでの単独の意思決定よりむしろ集落レベルでの意思決定を必要としている。集落レベルでの意思決定を必要とする場合、各集落の属性が、在来種の生息地を再生する農業の普及過程にどのような影響を及ぼすかについて検討した研究は存在しない。こうした在来種の生息地の再生に関する問題については、第7章で扱う。

2.5 むすび

本章では、第3章以降で扱う事例分析に関連した基本的な事実関係を確認した。第3章以降で扱う事例は大きく3つに分類された。

第1に、外来種の管理に関する問題として、農業において花粉媒介昆虫として使用される外来種に関する取り組みについて詳述した。施設栽培トマトの花粉媒介昆虫として外来種であるセイヨウオオマルハナバチが使用され始めてからしばらくして、セイヨウオオマルハナバチが外来生物法の特定外来生物に指定された。この結果、一方で、トマト生産者による本種から在来種に代替する動きが見られ、一部の生産者は外来種の使用を中止するようになった。こうした外来種の管理の事例については、第3章で扱う。また他方で、ボランティア市民によるセイヨウオオマルハナバチの防除活動を行うようになった地域があり、こうした防除活動が、外来種の使用を継続する生産者にどのような影響を及ぼすのかといった観点からの外来種の管理の事例については、第4章で

扱う。

第2に、地域固有の外来種問題への地域住民による自主的な取り組みについて詳述した。外来種のオオバナミズキンバイが琵琶湖の湖面に繁茂し始めたことを背景として、地元の環境保全活動に取り組むNPO法人が中心となって本種の防除活動が実施され始めた。本種がもたらす生態系等への被害については科学的には明らかになっておらず、外来生物法における特定外来生物には指定されていないものの、地元の一部の人々はその被害を認識し、防除活動にも参加している。こうした外来種の防除に関する事例については、第6章で扱う。

そして、第3に、水田を利用して在来種の生息地を再生する取り組みについて詳述した。琵琶湖における外来魚の繁殖および琵琶湖周辺の水田における圃場整備に起因する在来魚の減少を背景として、排水路に魚道を設置することにより、在来種の生息地を再生する農業への取り組みが始まった。こうした在来種の生息地の再生に関する事例については、第7章で扱う。

第3章

トマト生産者によるセイヨウオオマルハナバチから在来種マルハナバチへの代替に伴う学習プロセス

3.1 はじめに

「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律」（外来生物法）における特定外来生物への指定は、特定外来生物被害防止基本方針に基づいて行われ、環境省が作成した候補リストを踏まえて、専門家会合、パブリックコメント、閣議決定を経て、「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律施行令」に定められることによって実現する。2005年6月に第一次指定種が指定された政令が施行された後、2006年2月に第二次指定種が追加され、2006年9月に第三次指定種が追加された政令が施行された。この第三次指定種に、第一次指定時から指定が検討されてきたセイヨウオオマルハナバチが含まれた。

セイヨウオオマルハナバチは、施設栽培トマトの花粉媒介昆虫として、日本全国で広く使用されてきた。このため、本種の特定外来生物への指定にあたっては、使用禁止に伴う社会経済的影響が考慮された結果、外来生物法が定める飼養等の原則的禁止の例外規定が適用された。同法第5条には、「主務大臣の許可」を受けた者は「学術研究の目的その他主務省令で定める目的で特定外来生物の飼養等」が可能になると定められており、「特定外来生物被害防止基本方針」には、学術研究以外の目的のひとつとして、「許可規制を行うことで遺棄や逸出等に対して十分な抑止力が働く生業」が記されている。この例外規定を踏まえ、環境大臣による許可を条件として、トマト生産者は本種を継続的に使用することが可能となった。

しかしながら、トマト生産者にとって本種の逃亡を完全に防止することは容易なことではない(小出ら, 2008)。このとき、トマト生産者には、本種の使用継続の他に、本種から在来種マルハナバチに代替する選択肢も存在する。在来種マルハナバチについては、管理技術が未確立であり、本種と比較して働きが悪く、受粉効率が劣ることが知られている。このため、在来種マルハナバチを新たに採用するトマト生産者は経験および学習のプロセス (learning by doing) を通して、在来種の特性を知り、本種に代替するものかどうかを試行錯誤することになる。試行錯誤の結果、餌の与え方等の飼育ノウハウを習得し、在来種の受粉効率を本種と同程度に保たせることが可能となるかもしれない(金子・藤田, 2007)。こうした学習プロセスを経て、代替可能だと判断した生産者は在来種を使用する一方、代替可能ではないと判断した生産者は再びセイヨウオオマルハナバチの使用や植物ホルモン剤処理といったその他の代替案を採用することが予想される。

そこで、本章では、施設栽培トマトの花粉媒介昆虫としての在来種マルハナバチの採用に影響を及ぼす要因について考察する。

3.2 花粉媒介昆虫としてのマルハナバチ

施設栽培トマトの受粉には、自然による風媒や虫媒が期待できないため、植物ホルモン剤を開花中の花に噴霧することにより、着果および果実肥大を促進する技術が主として採用されてきた。ところが、植物ホルモン剤の噴霧はトマトの花ひとつひとつに対して手作業で行うため、労働集約的であり、また、当該作業が収穫作業と時期的に重複することから、植物ホルモン剤の使用に伴って、トマト生産者は労働面から大きな負担を強いられてきた。この負担を軽減するため、1991年に、セイヨウオオマルハナバチを花粉媒介昆虫として使用する受粉技術がヨーロッパから日本に導入され、施設栽培トマトに対する植物ホルモン剤の代替技術として日本全国に広く普及した。本種の使用は、トマト生産者に対して労働の節約をもたらしただけでなく、受粉過程を経ることに由来するトマトの品質向上をもたらした (Velthuis and van Doorn, 2006; Hatami *et al.*, 2013)。このため、本種を使用する受粉技術は、施設栽培トマトに不可欠なものとなった。図 2.1 (p. 19) に示したとおり、1992年から日本国内で本格的に販売され始めた本種の巣箱は、毎年、流通量を拡大させてきた。

しかしながら、1996年に本種の野生巣が発見されたことを契機として、本種が施設外に逃亡し、定着することによる生態系への被害が問題視され始めた。本種がもたらしうる生態リスクは、次の4つに整理される(米田ら, 2008)。すなわち、(1) 在来種マルハナバチとの営巣空間や餌資源などの獲得競争が生じる可能性、(2) 開花植物の花弁にかみ傷をつけて花蜜を吸う習性(盗蜜行動)により、顕花植物の種子生産の低下をもたらす可能性、(3) 在来種マルハナバ

チと交雑し、遺伝的攪乱ないし繁殖攪乱をもたらす可能性、そして、(4) 商品とともに寄生生物や病気が海外から持ち込まれる可能性である。こうした生態リスクを予防するため、2005年に施行された外来生物法が定める特定外来生物への第一次指定の候補とされた。

その後、保全生態学者や応用昆虫学者等の専門家によって、施設栽培トマトの花粉媒介昆虫として使用されてきた状況を考慮しつつ、慎重に議論された結果、2006年9月、本種が特定外来生物に指定された。ただし、農業生産における使用は同法による規制の例外として扱われ、施設外への逃亡防止策の完備（すなわち、逃亡防止用ネットを展張すること¹⁾）を条件に、施設栽培トマトの花粉媒介昆虫としての本種の使用継続は認められることとなった。また、これまで他の作物を生産してきた農業者がトマト生産を新規に開始する場合であっても、本種使用の許可申請が認められさえすれば、本種の使用は可能となる²⁾。

一方、在来種マルハナバチの商業化も進展し、1999年以降、花粉媒介昆虫として在来種のクロマルハナバチの使用が可能となった（五箇・マルハナバチ普及会、2003）。農林水産省は、トマト生産者に対して、セイヨウオオマルハナバチから在来種マルハナバチへの切り替えを指導する立場をとっている（庭瀬、2005）。ただし、この切り替えの促進を目的とした政策は、これまで実施されていない。在来種マルハナバチによる花粉媒介昆虫としての働きは、セイヨウオオマルハナバチより劣ることが一般的に知られており、外来種から在来種への切り替えにあたって、トマト生産者は受粉効率低下の可能性を懸念せざるを得ず、自らの試行錯誤によって受粉効率を高めなければならないことを知りつつ、切り替えの判断に迫られるであろう³⁾。このため、トマト生産者が外来種から在来種への切り替えには、イノベーションの採用と同様の学習プロセスが付随し、彼らが容易に切り替えるか否かは不確定であることから、採用に関する判断は彼らのイノベーション採用に対する意識や態度等が関係すると考えられる。

¹⁾ 逃亡防止用ネットの展張の他に、使用済み巣箱の適正処分も、使用が許可されるための条件に含まれる。ただし、議論の単純化のため本章では省略する。

²⁾ ただし、新規就農者は、「生業の維持」という条件が満たされないため、本種の使用は認められない。

³⁾ 日本以外では、各国の在来種と外来種の受粉効率の比較に関する文献がみられ、後者と比較して劣る前者の働きをいかに高めるかが議論されている（Ings *et al.*, 2005; Palma *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2009）。一方、日本における類似した文献は見当たらないものの、同様の状況にあると推測できる。また、オーストラリアでは、保全生態学者や関心のある市民団体は在来種への切り替えを望んでいるのに対して、トマト生産者は経済的効率性を考えるとセイヨウオオマルハナバチの使用が唯一現実的な選択肢であると主張している（Vergara, 2008）。

3.3 先行研究のレビュー

施設栽培トマト生産者にとって、セイヨウオオマルハナバチに代えて在来種マルハナバチを採用するか否かは、生態系リスクを回避する一方で、トマトの生産性低下のリスクが生じ得る。こうした生産者の意思決定に類似したものとして、EUの共通農業政策（CAP）における Agri-Environment Schemes (AESs) や Environmentally Sensitive Areas (ESAs) 等に関する先行研究が存在する。

まず、農業経営の属性として、経営規模に注目した研究がみられる。多くの研究は、農場規模が大きい農業者ほど、環境保全型農業を採用することが明らかにされている (Bonnieux *et al.*, 1998)。一方、Vanslebrouck *et al.* (2002) は、農業環境政策の違いによって、大規模経営が参加する場合もあれば、小規模経営が参加する場合もあるということが明らかにされており、規模だけではなく土地集約的かどうかにも注目する必要性が指摘されている。

次に、農業生産者の属性として、性別や年齢に注目した研究もみられる。例えば、高齢者は保守的であり、イギリスの ESAs 計画のようなイノベーションに対して懐疑的であることが指摘されている (Wilson, 1997)。同様に、若者ほど環境保全型農業ないし類似した農業を採用する傾向にあるといった研究は多数存在する (Vanslebrouck *et al.*, 2002; Mathijs, 2003)。また、Burton *et al.* (1999) は、有機園芸に従事する生産者は、女性や若者であることを明らかにしている。

加えて、Dupraz *et al.* (2003) は、環境に対するポジティブな態度が環境計画への参加に影響を及ぼすことを指摘している。さらに、Toma and Mathijs (2007) は、有機農業プログラムへの参加に影響を及ぼす要因として、環境リスクに対する認識に注目している。そこでは、水質汚染が人間や家畜、農作物に対するリスクだと知っている農業者ほど、有機農業プログラムに参加することが明らかにされている。

3.4 外来種から在来種への代替の実態

3.4.1 アンケート調査の概要

愛知県の平野部と山間部のトマト産地の施設栽培トマト生産者を対象に、2011年3月から6月にかけて、アンケート調査を実施した。ここで、平野部はJA豊橋、山間部はJA愛知東を選定し、調査への協力を得た。各地域の農協に対して、まず、調査の趣旨を説明するとともにアンケート調査実施の許可を得、さらに地域の実態に即した質問項目を作成するために、農協職員および

表 3.1 マルハナバチ使用の地域的差異

		マルハナバチ				合 計	
		外来種		在来種			
平野部	トマト	32	(94.1%)	2	(5.9%)	34	(100.0%)
	ミニトマト	55	(85.9%)	9	(14.1%)	64	(100.0%)
山間部	トマト	11	(32.4%)	23	(67.6%)	34	(100.0%)
	ミニトマト	9	(34.6%)	17	(65.4%)	26	(100.0%)

代表的なトマト生産者を対象としたヒアリング調査を実施した。その後、各農協の部会を通じて、アンケート調査票を、平野部において 245 部配布し、108 部回収するとともに、山間部においては 100 部配布し、62 部回収した。回収率はそれぞれ 44.1%、62.0% であった。

平野部と山間部のいずれも愛知県東部に位置し、各地域がそれぞれ別の農協に属する。いずれの地域においても、トマト生産者は農協経由でマルハナバチを購入しており、各地域の農協およびトマト生産者部会の意向を反映して、平野部ではセイヨウオオマルハナバチ（以下、外来種）が、山間部では在来種マルハナバチ（以下、在来種）が、主に使用されている。表 3.1 は、それぞれの地域におけるトマト・ミニトマト別の調査時点におけるマルハナバチの種類を、アンケート調査結果に基づいて示している。なお、トマトとミニトマトのどちらも生産している生産者は山間部に 2 人いたため、同表においては、彼らの回答が重複している。

3.4.2 在来種の特性に関するトマト生産者の認識

アンケート調査に先立って実施したヒアリング調査では、トマト生産者や農協職員の多くが、在来種マルハナバチはセイヨウオオマルハナバチより、花粉媒介昆虫としての働きが劣ると考えていた。とくに在来種マルハナバチの使用経験のあるトマト生産者に対するヒアリング調査では、在来種マルハナバチの相対的劣位性として、以下の 4 点が頻繁に指摘された。花粉媒介昆虫の役割を果たすものは、巣箱の中のハチのうち、雌の働きバチのみであり、時間の経過とともにその個体数は減少し、在来種マルハナバチの場合、1 つの巣箱が使用できる期間は 60 日から 90 日程度である。

(i) (働きバチの生存) 期間が短い

在来種は、外来種よりも、使用できる期間が短い。

(ii) (働きバチの) 数が少ない

在来種は、外来種よりも、巣箱から出てくるハチの数が少ない。

(iii) (働きバチが) 訪花しない

在来種は、外来種よりも、天窓等に集まってしまい、受粉のために働いてくれない。

(iv) (働きバチが) 大きい

在来種は、外来種よりも大きいため、トマト・ミニトマトの花粉媒介には向いていない。

そこで、アンケート調査票では、上記4項目に対するトマト生産者の認識を尋ねた。

集計結果を概観すると、在来種マルハナバチの使用経験の有無によって、在来種マルハナバチの特性に対する認識に変化がみられることがわかった。在来種マルハナバチ使用経験の有無別にみた、在来種マルハナバチの特性に対する生産者の認識の比較を図3.1に示す。

図3.1は、上述のアンケート調査票の4項目に分類した後、各項目別に、上段に在来種の使用経験のない生産者の回答を、下段に在来種の使用経験のある生産者の回答を示している。同図において、在来種の使用経験のない生産者は「どちらともいえない」を相対的に多く選択していることから、在来種の特性に関する認識をあまり持っていない傾向が読み取れる。これに対して、在来種の採用経験のある生産者は、4項目すべてにおいて、「どちらともいえない」の選択は相対的に減少し、「強くそう思う」と「ややそう思う」、あるいは、「あまりそう思わない」と「まったくそう思わない」が相対的に多く選択される傾向がみられる。実際、4項目のすべてにおいて、カイ二乗検定の結果、在来種の使用経験の有無の間に、5%水準で有意差が存在することが確認できた。これらのうち、とくに(i)期間が短いと(ii)数が少ないについては、在来種の使用経験のある生産者は、「強くそう思う」または「ややそう思う」を選択する傾向にあることから、トマト生産者は在来種の使用により、これら2つの特性に関する在来種の相対的劣位性に対する認識を強めていることが示唆される。

続いて、いったん在来種マルハナバチを使用した後、調査時点において、在来種の使用を継続している生産者とその使用を中止した生産者との間に、在来種マルハナバチの特性に対する生産者の認識の違いがあるか否かをみておく。この観点から、在来種マルハナバチの特性に対する生産者の認識を比較したものが、図3.2である。

図3.2は、図3.1同様にアンケート調査票の4項目に分類した後、各項目別に、上段に在来種の使用を継続している生産者の回答を、下段に在来種の使用を中止した生産者の回答を示している。同図は、在来種マルハナバチの使用経験のある生産者を対象としたものであり、図3.1の下段で示した生産者の認識をさらに2組に分けたものである。同図から、在来種の使用を中止した生産者は、その使用を継続している生産者は、「強くそう思う」または「ややそう思う」を選択する傾向が確認できる。実際、4項目のすべてにおいて、カイ二乗

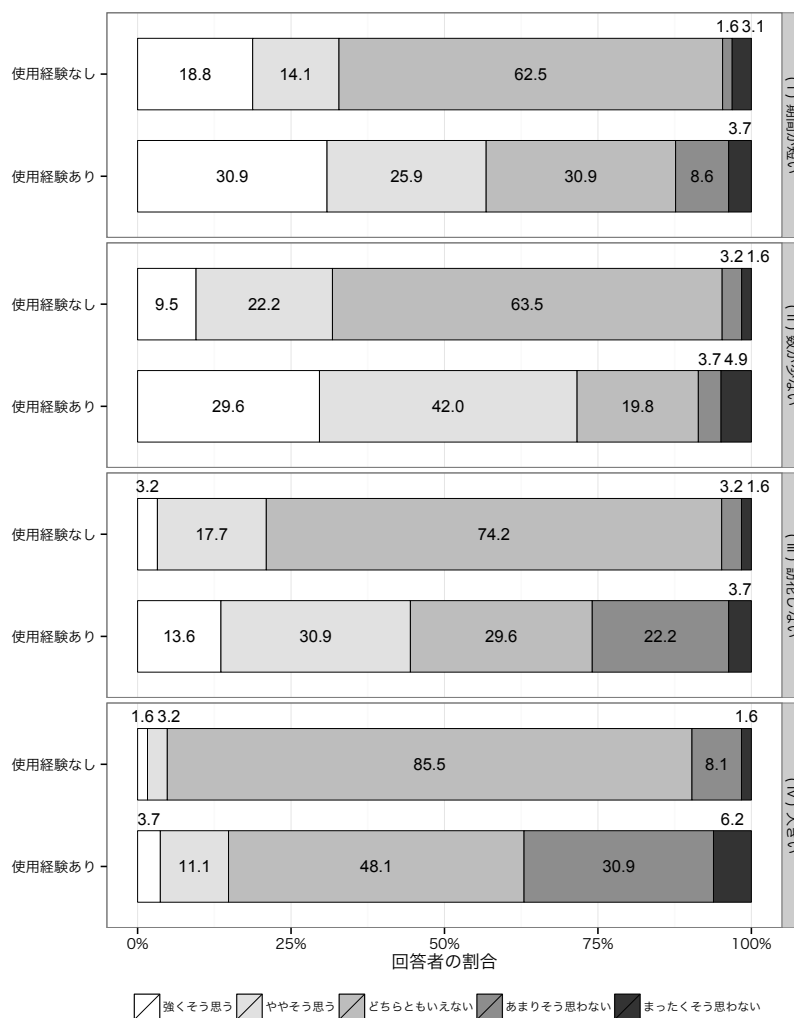


図 3.1 在来種マルハナバチの特性に対する生産者の認識の比較 1

注：1) 各帯グラフの上段は在来種マルハナバチ使用経験がない生産者、下段は在来種マルハナバチ使用経験がある生産者の認識をそれぞれ示している。

2) 各質問の内容は以下のとおりである。

(i) (働きバチの生存) 期間が短い

在来種マルハナバチは、セイヨウオオマルハナバチよりも、使用できる期間が短い。

(ii) (働きバチの) 数が少ない

在来種マルハナバチは、セイヨウオオマルハナバチよりも、巣箱から出てくるハチの数が少ない。

(iii) (働きバチが) 訪花しない

在来種マルハナバチは、セイヨウオオマルハナバチよりも、天窓等に集まってしまい、受粉のために働いてくれない。

(iv) (働きバチが) 大きい

在来種マルハナバチは、セイヨウオオマルハナバチよりも大きいため、トマト・ミニトマトの花粉媒介には向いていない。

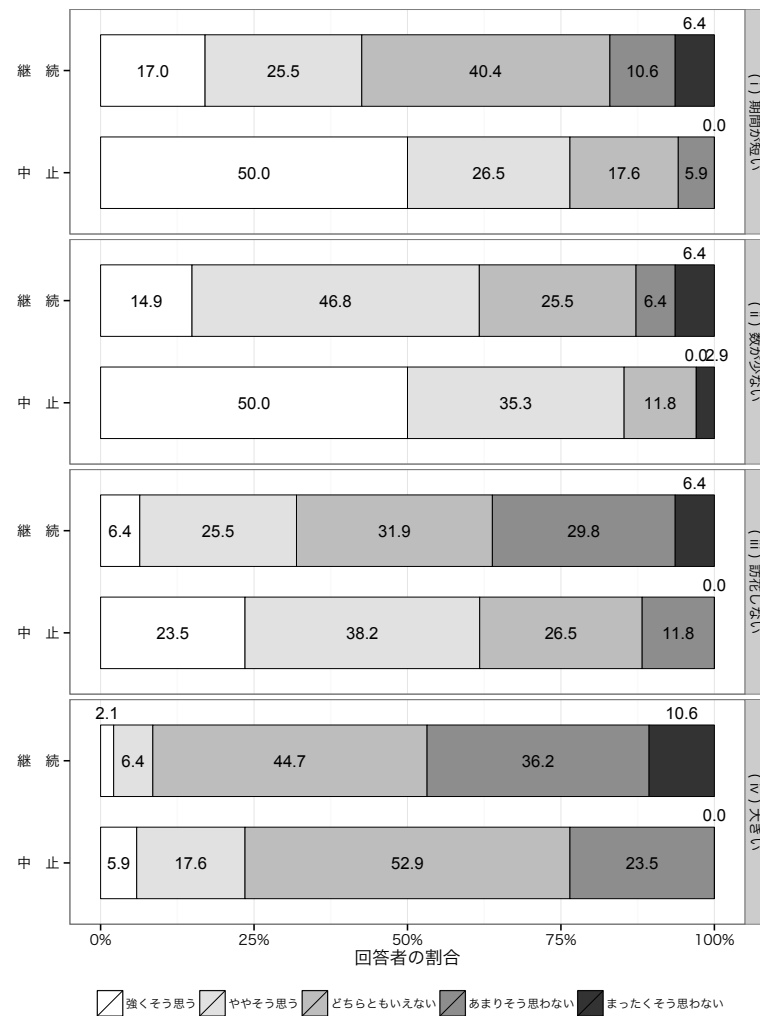


図 3.2 在来種マルハナバチの特性に対する生産者の認識の比較 2

注：1) 各帯グラフの上段は、在来種マルハナバチ使用経験がある生産者のうち、調査時点において、使用を継続している生産者、下段は、使用を中止した生産者の認識を示している。
 2) 各質問の内容については、図 3.1 に同じ。

検定の結果、在来種の継続使用か否かの間に 5% 水準で有意差が存在した。ここでも、とくに (i) 期間が短いと (ii) 数が少ないについて、在来種の使用を中止した生産者は、在来種の使用を継続している生産者より、「強く思う」または「やや思う」を選択する傾向にあることから、トマト生産者は在来種の使用の経験による学習プロセスを経て、これら 2 つの特性に関する在来種の相対的劣位性に対する認識を強めた一部の生産者が、その使用を中止した可能性が示唆される。

表 3.2 トマトの種類別施設面積・労働者数（平均値）

	トマト	ミニトマト
施設面積 (m ²)	3,495	2,355
労働者数 (人)	3.1	3.7
うち、家 族	2.4	2.7
雇 用	0.7	1.0
1人あたり施設面積	1,159	644

3.5 外来種の採用に影響を及ぼす要因

3.5.1 分析に用いる変数

3.3節で述べた先行研究を踏まえ、トマト生産者による在来種の採用要因の候補となりうる変数を整理する。

まず、経営属性として、ミニトマトを生産しているか否かを考慮する。ミニトマトはトマトより、施設面積あたりの花の数が多い。トマトが受粉しているか否かは、トマトの花に付けられたバイトマークによって生産者の目視により判断される。バイトマークがついていない花には植物は植物ホルモン剤を噴霧する必要がある、この作業に生産者は多くの時間を費やさなければならない。したがって、もし在来種の働きが悪いため、受粉できていない花に対して植物ホルモン剤の噴霧が必要となった場合、トマトよりもミニトマトの方が生産者の負担は大きくなる。表3.2は、トマトと比較したとき、ミニトマトは労働集約的であることを示している。このことから、ミニトマト生産者はトマト生産者よりも在来種を採用しないと考えられる。

次に、生産者の個人属性として、性別、年齢を考慮する。先行研究から、女性や若者が環境保全型農業を採用する傾向が観察されるため、在来種の採用についてもこの傾向がみられるかもしれない。

続いて、生態リスクに関する知識を考慮する。外来種がもたらす生態リスクに関する知識については、上述の4つに整理された生態リスクをすべて知っているか否かを判断基準とした。外来種の生態リスクに関する知識のある生産者は、外来種に代えて在来種を採用する傾向にあると考えられる⁴⁾。

加えて、生態リスクに関する知的欲求を考慮に入れる。セイヨウオオマルハナバチがもたらす生態リスクに関する知識については、生態学等の専門家以外

⁴⁾ これら4つの生態リスクについては、学術論文だけでなく、東京大学保全生態学研究室「セイヨウ情勢：市民参加による外来種（セイヨウオオマルハナバチ）モニタリングと対策のためのリアルタイム情報共有サイト」(<http://seiyoubusters.com/seiyou/coneco/seiyou1.html>)にも掲載されており、インターネット接続や閲覧端末等の一定の環境さえ整っていれば誰でも専門知識に触れることができる。

には理解が難しいと考えられる。このため、生産者は、外部から情報を得て、生態リスクに関する知識は持っていたとしても、それを正しく解釈していなかったり、どの程度生態系に悪影響が及ぶのか実際のところよくわかっていないかもしれない。生態リスクに関する知的欲求がある生産者は、外来種がもたらす生態リスクについて納得いくまで、在来種の採用を見送る可能性が考えられる。一方、生態リスクに関する詳細な情報には特別な関心を持たず、周囲から言われるとおりに行動する生産者は、無難な選択肢である在来種採用を選ぶであろう。

さらに、マルハナバチに関する経験による学習のプロセスを2つの観点から分析に取り入れる。1つは、外来種の使用年数が長いほど、外来種の特性に対する理解が深まり、外来種を花粉媒介昆虫として使用するためのノウハウがトマト生産者に蓄積されることを考慮するものである。このノウハウの蓄積は、外来種の継続使用を促進し、在来種の採用を妨げる要因となるかもしれない。すなわち、過去の経験により、外来種の使用から抜け出せなくなる可能性が考えられる⁵⁾。以上を踏まえ、外来種の使用年数と外来種の評価を、在来種の採用要因の変数として考慮する。後者の外来種の評価については、植物ホルモン剤による受粉処理と比較した場合、外来種の使用がトマトの収穫量増加ないし労働力削減に貢献したか否かとして把握する。

もう1つの経験による学習のプロセスは、前節で述べた在来種マルハナバチに関するものである。生産者が在来種を自分自身で実際に使用するまでは、在来種の特性に対する生産者の認識は、他の生産者やマルハナバチ取扱業者等、外部からの情報に頼らざるを得ない。一方、生産者が在来種を使用することによって、在来種の特性に対する生産者の認識は実感を伴うものとなる。図3.1でみたように、在来種の使用経験のある生産者は、使用経験のない生産者と比較して、在来種の相対的劣位性を強く認識している。このことから、生産者は在来種の使用を通して、在来種の特性について学習していると考えられる。そして、図3.2でみたように、在来種の特性に関する相対的劣位性を強く認識した生産者ほど、在来種の使用をやめ、花粉媒介昆虫としての働きが優れた外来種を再び使用することになると考えられる。ただし、在来種の採用と在来種の特性に関する認識との間には明確な因果関係はなく、それぞれがお互いに影響し合うと考えられるため、在来種の採用要因のひとつの変数として在来種の特性に関する認識を採用するのではなく、2つの変数を同時推定するモデルを用いて分析する。

最後に、生産者にイノベーターの気質があるか否かを考慮に入れる。試行錯誤を好むイノベーターは、未確立の新しい技術を積極的に採用し、技術の改良

⁵⁾ イノベーションに関する先行研究は、過去の経験に縛られることにより、新技術は採用されにくくなる傾向を明らかにしている (Wilson and Tisdell, 2001; Jaffe *et al.*, 2002; 西村, 2004)

表 3.3 変数の定義と記述統計量

変 数	定 義	平 均	標準偏差	最 小	最 大
ミニトマト	ミニトマトを生産している=1, それ以外=0	0.542	0.501	0	1
性 別	女性=1, 男性=0	0.084	0.279	0	1
年 齢	年齢 (歳)	53.019	12.256	24	77
生態リスク知識	次の外来種の生態リスクのうち, 知っている項目の数 (1) 外来種の施設外への逃亡は, 在来種との営巣場所やエサなどの獲得競争の原因となる (2) 外来種の施設外への逃亡は, 野生植物の花にかみ傷をつけること (盗蜜行動) により, 植物の繁殖を妨害する原因となる (3) 外来種の施設外への逃亡は, 在来種との交雑 (遺伝子かく乱, 生殖かく乱) により, 在来種の繁殖を妨害する原因となる (4) 外来種の輸入は, 海外から持ち込まれる未知の寄生生物や病気の蔓延の原因となる	1.636	1.403	0	4
知的欲求	セイヨウオオマルハナバチが生態系に及ぼす影響を知りたい †	3.551	1.066	1	5
外来種使用年数	調査時点におけるセイヨウオオマルハナバチの使用年数 (在来種採用した生産者の場合は, 在来種採用年 - 外来種採用年, それ以外は, 2011 - 外来種採用年)	8.000	5.086	0	21
収穫量増加	セイヨウオオマルハナバチは, 植物ホルモン剤と比較して, トマト・ミニトマトの収穫量の増加に貢献している †	3.925	1.147	1	5
労働力削減	セイヨウオオマルハナバチは, 植物ホルモン剤と比較して, トマト・ミニトマト生産の労働力削減に貢献している †	4.888	0.317	4	5
イノベーター	あえて難しい農業技術に挑戦して, 試行錯誤するのが好きだ †	2.804	1.013	1	5
地域ダメー	山間部=1, 平野部=0	0.299	0.460	0	1

注: † は 5 段階のリッカート尺度であり, 1 から 5 に近づくにつれて「そう思う」程度が強くなる。

を行い, より効率的なトマト生産の実現に向けて主体的に努力すると考えられる。

上記の変数を表 3.3 に要約した。次に, これらを説明変数として在来種の採用要因について検討する。

3.5.2 推定モデル

トマト生産者による在来種の採用要因について検討する際、在来種の特性に対する生産者の認識についても考慮に入れる必要がある。ただし、上述のように、在来種の使用経験のある生産者は、在来種の相対的劣位性を強く認識している傾向が確認できる一方、もし生産者が在来種の相対的劣位性をはじめてから強く認識するならば、在来種は採用しないはずであると考えるのが妥当であろう。このため、在来種の採用要因のひとつの候補として、在来種の特性に対する生産者の認識を扱うのではなく、在来種の採用と在来種の特性に対する認識を同時推定する bivariate ordered probit モデルを用いる。

ここで、Brécard *et al.* (2009) に従い、bivariate ordered probit モデルを定式化する。在来種に関する認識 (C^*) と在来種の採用 (A^*) は、以下の式 (3.1) と式 (3.2) で規定されると仮定する。

$$C_i^* = x_{1i}\beta_1 + \varepsilon_{1i} \quad (3.1)$$

$$A_i^* = x_{2i}\beta_2 + \gamma C_i^* + \varepsilon_{2i} \quad (3.2)$$

ここで、 β_1 、 β_2 、そして γ は未知のパラメータであり、 ε_{1i} と ε_{2i} は誤差項であって、両者は観察不可能な要因の存在により ρ で相関し得る。 i は個々のサンプルを表す。また、式 (3.1) と式 (3.2) の説明変数は外生性 ($E(x_{1i}\varepsilon_{1i}) = 0$ および $E(x_{2i}\varepsilon_{2i}) = 0$) を満たすと仮定する。このとき、観察される在来種に関する認識 (C_i) と在来種の採用 (A_i) は、

$$C_i = \begin{cases} 1, & \text{if } C_i^* \leq \alpha_{11} \\ 2, & \text{if } \alpha_{11} < C_i^* \leq \alpha_{12} \\ 3, & \text{if } \alpha_{12} < C_i^* \leq \alpha_{13} \\ 4, & \text{if } \alpha_{13} < C_i^* \leq \alpha_{14} \\ 5, & \text{if } \alpha_{14} < C_i^* \end{cases}$$

および

$$A_i = \begin{cases} 0, & \text{if } A_i^* \leq \alpha_{21} \\ 1, & \text{if } \alpha_{21} < A_i^* \end{cases}$$

と表すことができる。ここで、 $\alpha_{11} < \alpha_{12} < \dots < \alpha_{14}$ とし、境界問題を避けるため、 $\alpha_{10} = \alpha_{20} = -\infty$ および $\alpha_{15} = \alpha_{22} = \infty$ と定義する。誤差項 ε_1 と ε_2 は ρ で相関する 2 変量標準正規分布に従うとすると、個人 i が $C_i = j$ かつ

$A_i = k$ を選択する確率は次式で表すことができる。

$$\begin{aligned} \Pr(C_i = j, A_i = k) = & \phi_2(\alpha_{1j+1} - x_{1i}\beta_1, (\alpha_{2k} - \gamma x_{1i}\beta_1 - x_{2i}\beta_2)\zeta, \tilde{\rho}) \\ & - \phi_2(\alpha_{1j} - x_{1i}\beta_1, (\alpha_{2k} - \gamma x_{1i}\beta_1 - x_{2i}\beta_2)\zeta, \tilde{\rho}) \\ & - \phi_2(\alpha_{1j+1} - x_{1i}\beta_1, (\alpha_{2k-1} - \gamma x_{1i}\beta_1 - x_{2i}\beta_2)\zeta, \tilde{\rho}) \\ & + \phi_2(\alpha_{1j} - x_{1i}\beta_1, (\alpha_{2k-1} - \gamma x_{1i}\beta_1 - x_{2i}\beta_2)\zeta, \tilde{\rho}) \\ & \text{for } j = \{1, 2, \dots, 5\}, k = \{0, 1\} \end{aligned} \quad (3.3)$$

なお、 $\phi_2(\cdot)$ は累積 2 変量標準正規分布関数であり、 $\zeta = \frac{1}{\sqrt{1+2\gamma\rho+\rho^2}}$ である。未知のパラメータは、式 (3.3) から対数尤度関数を導出し、最尤法によって得られる。

3.5.3 結果および考察

3.4.2 節で述べたように、在来種の特性に対する生産者の認識は、4 つの観点から把握可能であることから、4 つの推定モデルが必要となる。

この 4 つの推定結果を表 3.4 から表 3.7 に示した。被説明変数は、トマト生産者による在来種の採用経験（採用したことがある=1, ない=0）を左列に、在来種の特性に対する生産者の認識（強くそう思う=5, ややそう思う=4, どちらともいえない=3, あまりそう思わない=2, まったくそう思わない=1）を右列に並べている。

表 3.4 および表 3.5 から、トマト生産者による在来種の採用経験と、在来種の特性に対する生産者の認識との間に、正の相関関係が存在することがわかった。このことは、図 3.1 から得られる情報と整合的な結果であると言えよう。すなわち、(i) 期間が短いと (ii) 数が少ないの 2 つの特性について、トマト生産者は実際に在来種を使用することにより、在来種の相対的劣位性を学習していると解釈できる。

表 3.4 から表 3.7 における在来種の採用要因については、ほぼすべてにおいて共通した傾向がみられた。まず、性別は負かつ統計的に有意となった。女性よりも男性の方が、在来種を採用する傾向にあることがわかった。このことは、男性よりも女性の方が環境に配慮した農業に取り組む傾向があるという先行研究の結果と整合的ではない。アンケート調査票はトマト生産者の世帯ごとに 1 部配布し、家族の中でトマト生産に中心的に取り組んでいる方に記入してもらうよう注意書きを添えていた。しかしながら、回答者が世帯内において、在来種の採用に最も影響し得る意思決定者であるとは限らない。このため、性別に関する結果の解釈については留意が必要である。

次に、知的欲求については、負かつ統計的に有意となった。このことから、外来種がもたらす生態リスクに関する知的欲求のある生産者は、在来種を採用しない傾向が確認できた。アンケート調査前後に複数の生産者を対象に実施し

表 3.4 在来種の採用と在来種の特性 (i) に対する認識に影響を及ぼす要因

	在来種の採用			(i) 期間が短い		
	係 数	標準誤差		係 数	標準誤差	
ミニトマト	-0.154	0.331		0.029	0.244	
性 別	-1.386	0.596	**	-0.827	0.313	***
年 齢	0.018	0.014		0.004	0.010	
生態リスク知識	0.087	0.113		0.109	0.074	
知的欲求	-0.294	0.149	**	-0.159	0.110	
外来種使用年数	-0.200	0.039	***	-0.029	0.025	
収穫量増加	0.214	0.166		0.189	0.111	*
労働力削減	1.175	0.565	**	-0.124	0.299	
イノベーター	-0.307	0.177	*	0.016	0.135	
地域ダミー	2.116	0.421	***	-0.482	0.290	*
cut point 0/1	4.236	2.883				
1/2				-2.327	1.521	
2/3				-1.973	1.560	
3/4				-0.467	1.566	
4/5				0.132	1.558	
サンプル・サイズ				105		
相関係数				0.533 (0.143)	***	
Log Pseudolikelihood				-165.186		

注：不均一分散に対して頑健な標準誤差を用いた。***, **, *はそれぞれ 1%, 5%, 10% 水準で統計的に有意であることを示す。

表 3.5 在来種の採用と在来種の特性 (ii) に対する認識に影響を及ぼす要因

	在来種の採用			(ii) 数が少ない		
	係 数	標準誤差		係 数	標準誤差	
ミニトマト	-0.287	0.325		-0.287	0.260	
性 別	-1.466	0.590	**	-1.140	0.384	***
年 齢	0.020	0.014		0.001	0.012	
生態リスク知識	0.055	0.112		0.062	0.077	
知的欲求	-0.271	0.154	*	-0.073	0.126	
外来種使用年数	-0.200	0.035	***	-0.039	0.023	*
収穫量増加	0.135	0.155		0.261	0.102	**
労働力削減	1.559	0.580	***	0.362	0.356	
イノベーター	-0.300	0.183		-0.107	0.128	
地域ダミー	2.531	0.477	***	-0.200	0.330	
cut point 0/1	5.933	2.992				
1/2				-0.191	1.728	
2/3				0.072	1.747	
3/4				1.506	1.794	
4/5				2.589	1.810	
サンプル・サイズ				104		
相関係数				0.696 (0.095)	***	
Log Pseudolikelihood				-157.913		

注：表 3.4 に同じ。

表 3.6 在来種の採用と在来種の特性 (iii) に対する認識に影響を及ぼす要因

	在来種の採用			(iii) 訪花しない	
	係 数	標準誤差		係 数	標準誤差
ミニトマト	-0.259	0.346		-0.441	0.241 *
性 別	-1.225	0.630	*	-0.790	0.415 *
年 齢	0.015	0.015		0.006	0.011
生態リスク知識	0.102	0.116		0.060	0.083
知的欲求	-0.295	0.155	*	0.041	0.123
外来種使用年数	-0.186	0.037	***	-0.022	0.018
収穫量増加	0.172	0.165		0.173	0.097 *
労働力削減	1.172	0.604	*	-0.381	0.355
イノベーター	-0.259	0.178		-0.099	0.135
地域ダメー	2.218	0.462	***	-0.657	0.303 **
cut point 0/1	4.086	3.052			
1/2				-3.635	1.846
2/3				-2.689	1.861
3/4				-1.263	1.859
4/5				-0.284	1.856
サンプル・サイズ			104		
相関係数			0.230 (0.160)		
Log Pseudolikelihood			-171.133		

注：表 3.4 に同じ。

表 3.7 在来種の採用と在来種の特性 (iv) に対する認識に影響を及ぼす要因

	在来種の採用			(iv) 大きい	
	係 数	標準誤差		係 数	標準誤差
ミニトマト	-0.256	0.347		0.220	0.230
性 別	-1.230	0.639	*	-0.753	0.459
年 齢	0.013	0.015		0.029	0.010 ***
生態リスク知識	0.116	0.113		-0.032	0.093
知的欲求	-0.308	0.156	**	0.086	0.131
外来種使用年数	-0.186	0.037	***	-0.006	0.022
収穫量増加	0.182	0.166		0.010	0.105
労働力削減	1.144	0.604	*	0.318	0.342
イノベーター	-0.261	0.171		0.064	0.136
地域ダメー	2.252	0.479	***	-1.093	0.315 ***
cut point 0/1	3.846	3.026			
1/2				1.011	1.722
2/3				2.466	1.797
3/4				4.464	1.813
4/5				5.284	1.846
サンプル・サイズ			104		
相関係数			0.024 (0.165)		
Log Pseudolikelihood			-144.911		

注：表 3.4 に同じ。

たヒアリング調査においても、外来種がもたらす生態リスクについて懐疑的であったり、納得できる説明を欲している生産者が少なからず存在していた。彼らは、外来種がもたらす生態リスクの内容について納得できるまで態度を保留しているため、在来種を採用せず、外来種の使用を継続しているものと解釈できる。このことから、在来種採用の促進のためには、生態学等の専門家だけによる会議の結果や法的規制の通知だけでなく、外来種の使用に関して最も利害関係のある生産者をも巻き込んだリスク・コミュニケーションの機会が必要とされる可能性が示唆される。

また、外来種使用年数は負かつ統計的に有意となった。外来種使用年数が負であることは、外来種の使用年数が長ければ長いほど、在来種を採用しないことを意味する。ここで、表 3.3 の定義を確認しておくと、生産者が早期に在来種に切り替えた場合、外来種使用年数は短くなる。そこで、イノベーターの変数により、この変数の解釈を補完する。イノベーターの変数は、表 3.4 においてのみ負かつ統計的に有意であるとともに、他の 3 つの表のすべてにおいて符号が負であり、15% 水準では統計的に有意となった。したがって、イノベーターは在来種を採用しない傾向が読み取れる。これは前節で述べた予想とは逆の結果である。ただし、植物ホルモン剤からマルハナバチの使用という技術変化と、マルハナバチの中の外来種から在来種への切り替えという技術変化では、前者の方が多くの試行錯誤が伴ったと想像できる。実際、光畑 (2000) からは、外来種が日本に導入された当時の試行錯誤の様子がうかがえる。一方、在来種の使用には外来種で培われたノウハウが通用しない場合がある。これらを総合して考えると、外来種の使用におけるノウハウの蓄積が、在来種採用の阻害要因となっていると考えることができよう。ただし、このことに関しては、今後より詳細な分析が望まれる。

続いて、労働力削減は正かつ統計的に有意となった。したがって、植物ホルモン剤と比較した場合、マルハナバチの使用によって労働力削減の恩恵を受けた生産者は、外来種の使用に規制が設けられた現在では、植物ホルモン剤に戻るよりは、在来種の使用に切り替える方を選ぶ傾向にあると解釈できる。

最後に、地域ダミーは正かつ統計的に有意となった。地域ダミーについては、表 3.1 に示したように、山間部ほど在来種を採用している生産者が多いことと関連している。各農協職員に対するヒアリング調査では、山間部の農協では生産者に対して在来種への切り替えを推奨していたことがわかった。本章の調査地の中でも山間部は平野部より平均気温が低く、セイヨウオオマルハナバチの原産地であるヨーロッパの気候に比較的近いと、外来種が及ぼす生態系への悪影響を危惧しているという考えを、一部の農協職員や生産者から聞くことができた。気象庁の Web サイトから入手可能な気温データベースには、本章の調査地の山間部に関するデータが含まれておらず、数値で確認することはできないため、明確な証拠を示すことはできないが、地域全体で外来種から在

来種に切り替えようとする動きは明らかに存在した。ただし、外来種と在来種のどちらを使用するかは、生産者の自主性に任されているため、山間部でも在来種を採用しない生産者も存在する。

一方、在来種の特性に対する生産者の認識に影響を及ぼす要因についてみると、特性のすべての観点に共通する要因はないものの、ほぼすべてに共通する要因として、性別と地域ダミーの変数が確認できた。性別は負かつ統計的に有意となった。すなわち、男性は女性より、在来種の相対的劣位性を強く認識していることがわかった。ただし、上述した理由により、性別に関する結果の解釈には留意が必要である。地域ダミーは負かつ統計的に有意となった。すなわち、山間部は平野部と比較して、在来種の特性について好意的に受け入れられている傾向がみられた。このことは上述の気候の違いが関係しており、平均気温が低いと予想される山間部では、在来種についても外来種同様に働きが良い可能性が考えられる。

次に、表 3.4 から表 3.6 においては、収穫量増加が正かつ有意となった。収穫量増加は、植物ホルモン剤と比較した場合の外来種の評価であり、この変数の値が大きいくほど、生産者はこれまでに外来種の使用から収穫量増加という恩恵を被ってきたと考えられる。このため、外来種の収穫量増加について高く評価している生産者は、花粉媒介昆虫としての在来種の働きを評価する基準が高くなるため、在来種の評価が相対的に低下すると解釈できる。

その他に、表 3.6 からは、ミニトマトが負かつ有意であり、表 3.7 からは、年齢が正かつ有意となった。すなわち、ミニトマト生産と比較した場合のトマト生産は、受粉が必要な花の数が相対的に少なく、ハチが働いてほしい場所が限られてくることから、ハチの活動場所により注意を払うことになり、訪花することなく受粉のために働かない在来種を気にするものと推測できる。また、年齢が高いほど、在来種の働きぶりではなく、外見で不適格だと判断されるのは、Wilson (1997) が指摘するような高齢者による保守的な思考の表れである可能性が考えられる。

3.6 むすび

本章では、施設栽培トマトの花粉媒介昆虫としての在来種マルハナバチの採用に影響を及ぼす要因について考察した。

分析の結果、在来種マルハナバチの採用には、外来種がもたらす生態リスクについて知り、納得したいという生産者の知的欲求や、外来種であるセイヨウオオマルハナバチの使用経験、マルハナバチ使用による労働力削減の恩恵を受けたことが影響することが明らかになった。生産者の知的欲求を満たすために、生態学等の専門家と生産者によるリスク・コミュニケーションの機会を設けることが、在来種マルハナバチへの採用を促進する可能性が示唆される。ま

た、過去にセイヨウオオマルハナバチを使用した経験が、在来種マルハナバチの採用を妨げる要因となっている可能性が示唆されたが、この点については今後より詳細な分析が求められる。さらに、セイヨウオオマルハナバチの使用によって労働力削減の恩恵を強く認識する場合、外来種か在来種かにこだわりなく、マルハナバチの使用を継続したいと生産者が考えることが示唆された。

加えて、トマト生産者は、在来種を実際に使用することにより、在来種の相対的劣位性を学習していることがわかった。この在来種の相対的劣位性に対しては、セイヨウオオマルハナバチの使用がトマトの収穫量に貢献したと考える生産者ほど、在来種マルハナバチの評価が厳しくなることがわかった。また、ミニトマトと比較して相対的に花の数が少ないトマトの生産者は、ハチの活動場所に注意を払い、訪花することなく受粉のために働かない在来種の評価を低くすると考えられる。さらに、高齢者による保守的な思考は、在来種の外見を理由に、花粉媒介昆虫として不適格だと判断する可能性が示唆された。

第4章

市民参加によるセイヨウオオマルハナバチのモニタリング活動を通じたトマト生産者によるモラル・ハザード抑制の可能性

4.1 はじめに

ヨーロッパ産の外来種マルハナバチであるセイヨウオオマルハナバチは、トマト施設栽培における花粉媒介昆虫として1991年に日本に導入され、それ以降、トマト生産に不可欠な昆虫として日本全国に普及した(光畑, 2000)。本種の導入以前は、植物ホルモン剤を開花中の花に噴霧することにより、果実を肥大化させる農業技術が一般的であり、本種の使用により、トマト生産者は受粉作業の省力化とトマトの高品質化のメリットを享受した。しかしながら、1996年にセイヨウオオマルハナバチの野生巣が日本国内で発見されたことを契機として、施設外への逃亡により本種がもたらす生態リスクが生態学者を中心に問題視され始めた(米田ら, 2008)。その後、2006年9月にセイヨウオオマルハナバチが特定外来生物に指定された。2005年に施行された「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律」(外来生物法)において、生態系等への被害をもたらすおそれのある侵略的外来種である特定外来生物に指定された種は、飼養、栽培等の取り扱いが厳しく規制される。ただし、トマト生産等、農業での使用については、条件付きで認められることとなった。

法的規制の下では、トマト生産者は、施設の開口部にネット展帳していることを示す書類を3年ごとに環境省に提出し、一定の審査を経た後、本種の使用が許可される。このため、本種を使用するトマト生産者は、許可申請時には、施設に必ずネット展帳しなければならない。しかしながら、本種の逃亡防止のためには、形式的なネット展帳だけでなく、生産者自身の施設への出入り時の

細心の注意や経年劣化したネットの補修等の努力も要求される。生産者によるこうした努力は、彼らにとってコストを伴う一方、規制当局には観察不可能である(国武・五箇, 2006)。

また、トマト生産者は同一地域に多数存在し、各生産者は複数の施設を所有していることから、施設外で発見された本種が、どの施設から逃亡したかを特定することは困難である。このため、たとえ本種が施設外で目撃・捕獲されたとしても、(故意であろうとなかろうと)自身の施設からの逃亡を防止できなかった生産者に対して、罰則を科すことは現実的には不可能である。このとき、生産者と規制当局の間には情報の非対称性が生じ、生産者による本種の逃亡防止の努力は隠された行動となる。この結果、生産者は逃亡防止のための努力を怠るインセンティブをもち、モラル・ハザードの問題が生じる。

この状況は、環境経済学の文献で扱われる非点源汚染の問題に類似している。非点源汚染の場合、一定の地域全体の汚染量は把握可能であったとしても、汚染者個々の汚染量は把握できないため、潜在的汚染者に対する環境税や補助金といった市場メカニズムに依存した環境政策は適用できない(Tomasi and Braden, 1994)。一方、一定の観測点において地域全体の汚染量が観測可能であるとき、観測された汚染物質の削減量が目標を達成できなかった場合、地域全体に対して罰則を科すという連帯責任制の導入が、汚染量削減の効果的な手段のひとつとなり得る(Holmström, 1982; 中泉, 2003)。

北海道では、市民参加によるセイヨウオオマルハナバチのモニタリング活動が行われており、本種の捕獲・目撃数に関する情報が地域別に公開されている。このことから、野外での捕獲・目撃数が自分たちの地域で多かった場合、トマト生産者は不名誉に感じるかもしれない。すなわち、本種のモニタリング活動が、連帯責任に基づいた心理的罰則として機能し、各生産者による逃亡防止の努力に関するモラル・ハザードを抑制する可能性が考えられる。経済実験では、グループに対する罰金は他の手段と比較して効果的でないことが指摘されている(Spraggon, 2002; Cochard *et al.*, 2005)。しかしながら、連帯責任に基づいた心理的罰則によるモラル・ハザード抑制を扱った文献は見当たらない。

そこで、本章では、市民参加によるセイヨウオオマルハナバチのモニタリング活動が、トマト生産者による逃亡防止の努力に関するモラル・ハザードを、心理的罰則を通して抑制する可能性について考察する。

4.2 生産者の部会と市民参加によるモニタリング活動

4.2.1 トマト生産者の部会

北海道では、農協の広域合併は進んでおらず、ほぼ市町村ごとに1つの農協が存在する。各農協には作物別に部会が組織されており、トマト生産者は自身が加入する農協のトマト生産部会に所属するのが一般的である。トマト生産者は、部会に所属することにより、栽培技術講習会において新技術に関する知識を共有したり、収穫したトマトを共同選果場に持ち込み、農協のブランドを冠したトマトとして販売するといったメリットを享受できる。このため、トマト生産そのものは各生産者が個別に行う一方、新技術習得や市場出荷は部会を単位としたグループの様式をとる。このとき、もし地域固有の名声や評判に対して消費者や市場関係者（仲卸業者等）が抱くイメージが悪くなれば、その地域の部会に所属する生産者全員が金銭的な損害を被る可能性がある。

一方、前述のとおり、トマト生産者はセイヨウオオマルハナバチ使用の許可申請を経て、実際に使用が許可される。外来生物法では、いったん本種の使用が許可された生産者であっても、法律に違反した場合等に許可が取り消される可能性が明記されている（第6条2項）。また、同法には、生産者にネットの補修等の定期点検を義務づける条文が存在する（第5条5項）。本種の使用許可が取り消された事例はこれまでにないため、実務上の法執行には不透明な部分が残るが、規制当局が違反事例の取り締まりを強化する場合、客観的に逃亡防止の努力が不十分であることが明白な地域に重点を置くことは合理的な判断であろう。こうした許可の取り消しはあくまでも個人単位であるのに対して、野外の一定地域における本種の密度が高くなり、生態リスクがさらに高まった場合、トマト生産者に対する本種の使用が一律に禁止される可能性も否定できない¹⁾。

このように、トマト生産者は部会に所属することにより、他の部会との生産物市場での競争や本種の使用に関する規制強化の圧力に対して、地域単位での連帯意識を持ちつつ行動することになる。

4.2.2 市民参加によるセイヨウオオマルハナバチのモニタリング活動

東京大学保全生態学研究室は、2006年度より、事前登録制度を設けない市民参加によるセイヨウオオマルハナバチのモニタリング活動を実施し、活動に

¹⁾ Vergara (2008) は、日本では本種が将来輸入禁止になると述べている。

関する情報を公開している(菊池・鷺谷, 2008)。活動への参加者はモニターと称され, 本種の目撃・捕獲数等を同研究室に報告する。同研究室は, 報告された情報をデータベース化することにより, Web サイト「セイヨウ情勢」において地域別の目撃・捕獲数等の可視化を行っている。2012 年度時点のモニター数は北海道全域で 249 人であり, 目撃数は 50,545 頭, 捕獲数は 43,648 頭であった²⁾。

2007 年度には, 北海道がセイヨウオオマルハナバチバスターズ(以下, バスターズ)を募集し始め, 関心のある市民がボランティアとしてモニタリング活動に参加している。バスターズは上述のモニターのサブセットとして位置づけられ, バスターズに参加した市民には腕章が貸与され, 活動内容を知らない地域住民に不信感や誤解を与えることなく, 本種のモニタリング活動に従事できる。目撃・捕獲数等については, 北海道ないし保全生態学研究室に報告する。バスターズの活動に関して公開されている最新の情報は, 現在のところ, 2009 年度のものであり, 「セイヨウ情勢」のみが更新されている³⁾。

本章では, 市民参加によるモニタリング活動を, 本種の目撃・捕獲だけでなく, 情報公開を含む意味として捉える。そして, 公開された任意の地域が目撃・捕獲数が他地域と比較して多い場合を, ネガティブな結果と呼ぶ。なお, モニタリング活動に参加可能な市民に制限はなく, トマト生産者やその家族も参加可能である。ただし, 個人情報保護のため, モニタリング活動に参加する市民の職業や居住地等, 詳細な情報は公開されていない。

4.3 モニタリング活動によるモラル・ハザードの抑制

4.3.1 調査の概要

2012 年 12 月から 2013 年 2 月にかけて, 北海道の農協内のトマト生産部会に所属する生産者に対してアンケート調査を実施した。調査対象として, 農林水産省の『作物統計』⁴⁾に基づき, トマトの作付面積および収穫量の多い 3 地域(平取町, 美瑛町, 余市町)を選定した。各地域の農協に対して, まず, 調査の趣旨を説明するとともにアンケート調査実施の許可を得, さらに地域の実態に即した質問項目を作成するために, ヒアリング調査を実施した。その後, 各農協の部会を通じて, アンケート調査票を 290 部配布し, 141 部回収した。

²⁾ 東京大学保全生態学研究室「セイヨウ情勢: 市民参加による外来種(セイヨウオオマルハナバチ)モニタリングと対策のためのリアルタイム情報共有サイト」(<http://seiyoubusters.com/seiyou/coneco/seiyou1.html>)を参照。

³⁾ 北海道環境生活部自然環境課「平成 21 年度 セイヨウオオマルハナバチバスターズによる活動結果」(<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/skn/grp/03/seiyoukekka21.pdf>)を参照。

⁴⁾ 総務省統計局「政府統計の総合窓口」(<http://www.e-stat.go.jp/>)を参照。

回収率は 48.6% であった。

市民参加によるモニタリング活動については、バスターズという用語が広く浸透しているという事前のヒアリング結果を踏まえ、調査票ではバスターズの防除活動と表記した。バスターズを知っているか否かを尋ねた結果、回答者のうち 34.8% が「知らない」と回答した。バスターズを知らない回答者に対してバスターズに関する質問を繰り返すことは、回答者に負担をかけ、回収率に悪影響を及ぼすことが予想されたため、彼らにはバスターズに関する質問をすべて飛ばして回答できるよう調査票を設計していた。このため、本章では、バスターズを知らない回答者およびこの質問に対する無回答者については分析に必要なデータが得られないことから、それらを除外した 90 のサンプルについて分析する。

4.3.2 ネガティブな結果がもたらす心理的罰則

調査票では、連帯責任に基づいた心理的罰則に対する生産者意識について把握するため、自身の地域におけるネガティブな結果が不名誉なことだと認識されているか否かに関する質問を設けた。具体的には、「あなたの市町村で目撃・捕獲され、公表されたセイヨウオオマルハナバチの数が、他の市町村より多かった場合、地域として不名誉なことだと思いますか」と尋ね、5 段階のリッカート尺度の選択肢を用意した⁵⁾。この質問に対する回答結果を図 4.1 に示す。

同図中の「全地域」をみると、回答者の 22.2% と 46.7% の合計約 7 割が「不名誉だと思う」と回答しており、モニタリング活動によるネガティブな結果が大半の生産者に対して、心理的罰則として機能していることがわかる。

ネガティブな結果に対して不名誉だと考えるトマト生産者が多い地域ほど、モニタリング活動がモラル・ハザードを抑制し、目撃・捕獲数が減少する可能性が考えられる。そこで、モニタリング活動による目撃・捕獲数がゼロである地域と、正である地域に分類することにより、心理的罰則の程度に地域差が存在するか否かについて確認しておく。調査対象地域のうち、本種の目撃・捕獲数がゼロである地域は平取町と余市町であり、正である地域は美瑛町である⁶⁾。図 4.1 における「目撃・捕獲なし」と「目撃・捕獲あり」は、分類後の回答者の割合を示している。サンプル・サイズは、それぞれ 41, 49 である。

同図における「目撃・捕獲なし」と「目撃・捕獲あり」を比較すると、後者の方が相対的にあまり不名誉ではないと考えている傾向が若干確認できる。こ

⁵⁾ ここで、本種の目撃・捕獲数がゼロである地域も調査対象としたことから、「実際に多くない場合でも、多くなったことを想像してお答えください」と注釈を添えた。

⁶⁾ 「セイヨウ情勢」によると、美瑛町における 2012 年度の本種の目撃数は 4,804 頭、捕獲数は 4,503 頭であった。注 2) の Web サイトを参照。なお、この地域分類は 2009 年度以降変化していない。

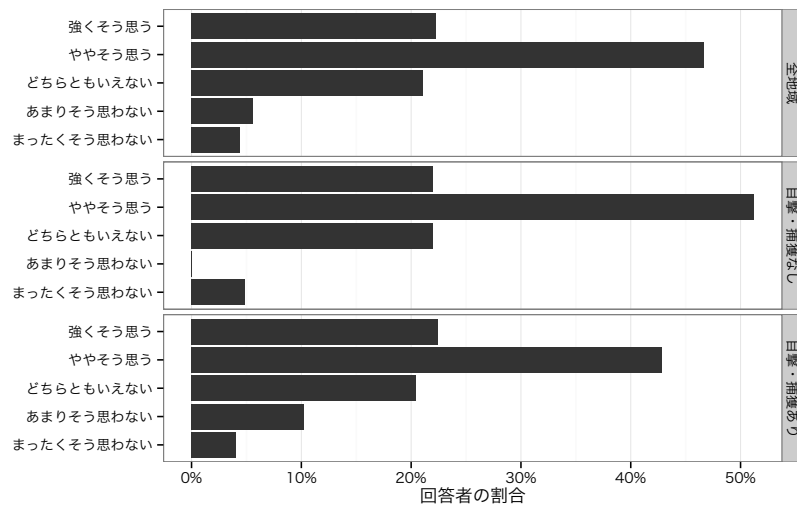


図 4.1 モニタリング活動によるネガティブな結果に対して、トマト生産者が不名誉だと思わない程度

の背景として、「目撃・捕獲なし」の地域では、不名誉であると感じる程度が強いことが、モラル・ハザード抑制につながり、結果として目撃・捕獲数がゼロになっている可能性や、「目撃・捕獲あり」の地域では、ネガティブな結果を認識した生産者が自己肯定意識を高めている可能性が考えられよう。しかしながら、カイ二乗検定の結果、 p 値は 0.333 となり、5% 水準で両地域間に有意差は存在しなかった。このため、心理的罰則の程度に関する地域差は、調査結果からは確認できなかった⁷⁾。

4.3.3 生態リスクに関する知識

セイヨウオオマルハナバチがもたらす生態リスクに関する知識をトマト生産者が持っていない場合、生態リスクに配慮した行動はとられにくく、モラル・ハザードが生じやすくなる可能性が考えられる。そこで、回答者がこれらの知識を持っているか否かを確認しておく。米田ら (2008) では、本種がもたらす生態リスクが 4 つの観点から指摘されており、調査票ではそれぞれについて尋ねた。すなわち、(1) 本種の施設外への逃亡は、在来種マルハナバチとの営巣場所やエサなどの獲得競争の原因となる、(2) 本種の施設外への逃亡は、野生植物の花にかみ傷をつけること（盗蜜行動）により、植物の繁殖を妨害する原因となる、(3) 本種の施設外への逃亡は、在来種マルハナバチとの交雑（遺伝子かく乱、生殖かく乱）により、在来種の繁殖を妨害する原因となる、(4) 本種

⁷⁾ Kadoya *et al.* (2009) では、北海道におけるセイヨウオオマルハナバチの分布地域はトマト産地とは関係なくなっており、トマト施設から分散する初期段階から、野外に定着した個体から分散する段階に入ったことが指摘されている。

の輸入は、海外から持ち込まれる未知の寄生生物や病気の蔓延の原因となる、という4つの質問を設けた。

各質問について「知っている」と回答した割合は、それぞれ、(1)78.7%、(2)60.7%、(3)67.8%、(4)36.7%であった。このことから、本種がもたらす生態リスクの内容によって知識にばらつきが存在するものの、在来種マルハナバチに対する悪影響を意味する(1)と(3)が比較的わかりやすい生態リスクとして認識されており、多くの回答者が生態リスクに関する知識を持っていると言える。

次節では、トマト生産者が感じる心理的罰則の強さに影響を及ぼす要因について検討する。

4.4 心理的罰則の強さに影響を及ぼす要因

4.4.1 分析に用いる変数

心理的罰則の強さに影響を及ぼす要因として、ここでは、(i) トマト生産における本種への依存度、(ii) 本種の逃亡防止に対する態度、(iii) モニタリング活動への参加、(iv) モニタリング活動結果に対する信頼性、(v) 部会との関わりについて検討する。

まず、(i) トマト生産における本種への依存度として、本種の使用年数、使用箱数、トマト品質向上効果を取り上げる。本種の使用年数が長いほど、本種がトマト生産に不可欠となっていると考えられる。また、年間使用箱数の多さも、本種が不可欠である程度を表している。同様に、本種の使用によってトマトの品質が向上したという認識が強いほど、生産者は本種を使用し続けたいと考えるだろう。こうした本種への依存度が高いほど、使用許可継続を妨げる可能性のあるネガティブな結果に対して、生産者が心理的罰則を強く感じると推測できる。

次に、(ii) 本種の逃亡防止に対する態度として、本種の帰巢本能に対する固定観念、ネットの補修に対する意識を取り上げる。本種の帰巢本能に対する固定観念が強い生産者は、本種が施設内に設置した巣箱に戻る習性をもっていたり、訪花特性として施設外の花に興味を示さないという理由で、法的規制がなければネット展帳は必要ないと考えているはずである。ネットの補修に対する意識が低い生産者についても同様である。彼らにとって、ネット展帳は、施設内での効率的な受粉を促すというよりむしろ法的規制が存在するためであり、前述した生態リスクに関する知識の高さを考慮してもなお、彼ら自身に直接被害をもたらさない生態リスクを予防することを目的とした行動（すなわち、逃亡防止の努力）に対する彼らの主観的コストは相対的に高いであろう。この結果、心理的罰則を感じる程度は弱くなると考えられる。

(iii) モニタリング活動への参加としては、自分（生産者自身）、自分以外の家族、親戚・友人・知人の3つに区分した参加経験を取り上げる。なお、多重共線性を考慮し、上記3区分からなるすべての組み合わせをダミー変数とする。モニタリング活動に参加したことのある生産者は、活動の意義について、そうでない生産者より強く認識するため、ネガティブな結果に対する心理的罰則を強く感じると推測できる。

(iv) モニタリング活動結果に対する信頼性としては、近隣の影響と活動の地域差を取り上げる。近隣の市町村の施設から逃亡した本種が、自分たちの市町村で目撃・捕獲されていると生産者が考えていたり、バスターズの活動の地域差が目撃・捕獲数に影響していると考ええるならば、モニタリング活動の結果として公開される情報に生産者は不信感を抱くだろう。このとき、たとえ彼らの地域にとってネガティブな結果が公開されたとしても、原因が彼ら自身にはないと考えるため、心理的罰則を感じる程度は弱いと推測できる。

最後の(v)部会との関わりとしては、部会の集まりへの参加頻度を取り上げる。部会の集まりへの参加頻度が高いほど、生産者グループとしての連帯意識を重視し、地域に対する不名誉という連帯責任に基づいた心理的罰則を強く感じると考えられる。

これらの変数を表4.1に要約した。

4.4.2 結果および考察

心理的罰則の強さ（すなわち、モニタリング活動によるネガティブな結果に対してトマト生産者が不名誉だと思える程度）を被説明変数とした順序プロビット・モデルの推定結果を表4.2に示した。以下では、同表に基づいて結果の考察を行う⁸⁾。

まず、(i) トマト生産における本種への依存度としては、使用箱数が有意かつ正であった。このことは、使用箱数の多い生産者ほど、本種が使用できなくなった場合の受粉作業に必要な追加的労働が大きいと、ネガティブな結果に対する心理的罰則が強くなることを意味していると考えられる。

次に、(ii) 本種の逃亡防止に対する態度については、帰巢本能は有意かつ負であり、定期的補修は有意かつ正であった。すなわち、本種の帰巢本能に対する固定観念が強く、法的規制によって仕方なく施設にネット展帳している生産者ほど、ネガティブな結果に対する心理的罰則は弱くなる傾向にあり、また、定期的に施設の補修を行う必要性を認識している生産者ほど、心理的罰則は強くなる傾向にあることがわかる。

⁸⁾ 図4.1の地域分類をダミー変数として分析に用いた場合、地域ダミーは統計的に有意とはならず、他の変数については表4.2と同様の結果が得られた。また、生態リスクに関する知識の有無を変数として用いた場合も、表4.2と同様の結果が得られた。

表 4.1 変数の定義と記述統計量

変 数	定 義	平 均	標準偏差
(i) トマト生産における本種への依存度			
使用年数	本種の使用年数（2013 – 採用年）	13.014	4.948
使用箱数	本種の年間使用箱（コロニー）数	6.912	3.419
品質向上	本種は、植物ホルモン剤と比較して、トマトの品質向上に貢献している [†]	4.446	0.796
(ii) 本種の逃亡防止に対する態度			
帰巢本能	本種が一時的に施設外に出たとしても、また戻ってくるため、トマトの受粉のことだけを考えればネット展帳は必要ない [†]	2.365	1.288
定期的補修	展帳しているネットに少しでも穴が空いていれば、本種が逃亡しないように、すぐに補修しなければならない [†]	4.581	0.619
(iii) モニタリング活動への参加 （自分、自分以外の家族、親戚・友人・知人の組み合わせ）			
自分のみ参加	自分のみが参加したことがある＝1，それ以外＝0	0.149	0.358
家族のみ参加	自分以外の家族のみが参加したことがある＝1，それ以外＝0	0.014	0.116
知人のみ参加	親戚・友人・知人のみが参加したことがある＝1，それ以外＝0	0.027	0.163
自分・家族参加	自分と自分以外の家族は参加したことがあるが、親戚・友人・知人は参加したことがない＝1，それ以外＝0	0.027	0.163
自分・知人参加	自分と親戚・友人・知人は参加したことがあるが、自分以外の家族は参加したことがない＝1，それ以外＝0	0.014	0.116
家族・知人参加	自身以外の家族と親戚・友人・知人は参加したことがあるが、自分は参加したことがない＝1，それ以外＝0	0.027	0.163
すべて参加	自分、自身以外の家族、親戚・友人・知人のすべてが参加したことがある＝1，それ以外＝0	0.014	0.116
(iv) モニタリング活動結果に対する信頼性			
近隣の影響	あなたの市町村で目撃・捕獲される本種の多くは、近隣の市町村から逃亡してきたハチだと思う [†]	2.919	0.736
活動の地域差	実際には、生存する本種の数が少ない市町村でも、バスターズの活動が活発なため、他の市町村より目撃・捕獲数が多いと公表されることがあり得る [†]	3.554	0.878
(v) 部会との関わり			
部会参加頻度	部会の集まりのすべてに参加＝3，参加する方が多い＝2，参加しない方が多い＝1	2.270	0.531

注：†は5段階のリッカート尺度であり，1から5に近づくにつれて「そう思う」程度が強くなる。なお，各変数定義中の「本種」は，調査票では「セイヨウオオマルハナバチ」と記述した。

表 4.2 心理的罰則の強さに影響を及ぼす要因

	係 数	標準誤差	
使用年数	0.047	0.030	
使用箱数	0.091	0.040	**
品質向上	-0.094	0.187	
帰巢本能	-0.405	0.134	***
定期的補修	0.775	0.280	***
自分のみ参加	-0.565	0.403	
家族のみ参加	-0.501	0.315	
知人のみ参加	8.075	0.732	***
自分・家族参加	-1.114	0.417	***
自分・知人参加	5.059	0.482	***
家族・知人参加	-0.141	0.335	
すべて参加	0.246	0.574	
近隣の影響	0.133	0.193	
活動の地域差	-0.080	0.173	
部会参加頻度	0.739	0.342	**
cut point 1/2	2.412	1.757	
2/3	3.411	1.715	
3/4	4.448	1.713	
4/5	6.140	1.715	
サンプル・サイズ	74		
Log Pseudolikelihood	-73.330		
Pseudo R ²	0.252		

注：不均一分散に対して頑健な標準誤差を用いた。***, **はそれぞれ 1%, 5% 水準で統計的に有意であることを示す。

続いて、(iii) モニタリング活動への参加のうち、知人のみ参加と自分・知人参加が有意かつ正、自分・家族参加が有意かつ負であった。モニタリング活動に親戚・友人・知人が参加した場合、ネガティブな結果が広く知れ渡ることになるため、心理的罰則を強く感じるようになると考えられる。このことは、モニタリング活動により多くの市民を巻き込むことによって、生産者が感じる心理的罰則は強まることを示唆している。逆に、生産者が家族総出で参加した場合は、外来種防除に貢献したという生態系保全意識が不名誉の程度を弱めていると解釈できる。

一方、(v) 部会との関わりは、有意かつ正であった。すなわち、部会への参加頻度が高いほど、生産者グループとしての連帯意識を重視しており、ネガティブな結果によって地域固有の名声や評判が傷つけられることをおそれるため、心理的罰則を強く感じると思われる。

4.5 むすび

本章では，市民参加によるセイヨウオオマルハナバチのモニタリング活動が，トマト生産者による逃亡防止の努力に関するモラル・ハザードを，心理的罰則を通して抑制する可能性について検討した。

トマト生産者に対するアンケート調査に基づいた分析から，モニタリング活動によるネガティブな結果が，地域に対する不名誉という連帯責任に基づいた心理的罰則を，生産者に与え得ることが明らかになった。また，生産者が感じる心理的罰則を強めるためには，モニタリング活動により多くの市民を巻き込むことが効果的であることが示唆された。

本章の結果は，逃亡防止の努力に関する直接的な監視コストを規制当局が負担せずとも，トマト生産者によるモラル・ハザードを抑制する可能性を示していることから，市民参加によるモニタリング活動は，外来生物法による規制を補完するものとして，重要な役割を担っていると考えられる。

第 5 章

外来種の防除と在来種の保護に対する意識に影響を及ぼす要因

5.1 はじめに

生態系の変化は不可逆的であり、外来種の防除や在来種の保護には即時性が求められる。しかしながら、外来種の防除や在来種の保護に必要とされる公的資金の投入には限界があるため、限られた予算内での防除や保護の実施には、対象となる種に優先順位を付ける必要があるだろう。

日本では、2005 年に、「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律」（外来生物法）が施行された。同法では、生態系等に対して被害を及ぼしたり、及ぼすおそれのある種が、特定外来生物に指定されるとともに、防除の対象となる。同法に従い、地方自治体や NPO 法人等が環境大臣の確認・認定を受け、計画的な防除を実施する。

しかしながら、任意の外来種の防除の必要性の認識は人によって異なると考えられる。実際の防除活動に従事する人は、地方自治体が募集したボランティアや NPO 法人の会員といった環境保全団体の構成員であることが多いため、彼らの積極的な参加の可否が効果的な防除の実施を左右し得る。したがって、外来種の防除を実施する際、NPO 法人等の理解や協力がどの程度得られるかが重要な関心事となる。

こうした人々の意識の差は在来種の保護についても同様であろう。かつて自然界に普通に存在していた種が個体数を激減させている事例は枚挙に暇がない。1993 年に施行された「絶滅のおそ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）に従い、環境大臣の確認・認定を受けた地方自治体や民間団体が、希少な野生動植物の保護増殖事業を実施する。

しかしながら、任意の種を絶滅の危機から救いたいと考え、行動するかどうかは人によって、また対象となる種によって異なるであろう。例えば、絶滅の危機から救いたいと人々が考える種に関して、人間に類似した特徴を持つ大型

哺乳類や鳥類が好意的に捉えられる一方、昆虫、カエル、ヘビ等の無脊椎動物は好意的には捉えられない傾向が指摘されている (Small, 2012)。

ここで、環境保全活動に従事する NPO 法人の構成員等が外来種の防除や在来種の保護に関する活動を積極的に実施する種が明確であるならば、それらの種については彼らの自主性に任せ、その他の種に対して経済的インセンティブを与えるといった選別的な対策の導入により、より多様な種に関する生態系保全が可能となると考えられる。

そこで、本章では、外来種の防除と在来種の保護に対する人々の意識に影響を及ぼす要因について考察する。

5.2 外来種の防除と在来種の保護に対する意識

5.2.1 アンケート調査の概要

2013 年 7 月、滋賀県守山市に拠点を置き、環境保全活動を行う NPO 法人びわこ豊稜の郷の会員に対して、アンケート調査を実施した。アンケート調査票は、同 NPO 法人に所属する全会員 298 人に対して郵送により配布し、郵送により 100 部回収した。回収率は 33.6% であった。

まず、回答者の属性を確認する。回答者の性別は、71.0% が男性であり、29.0% が女性であった。年齢については、20 代前半から 85 歳以上まで幅広く存在するものの、65 歳から 74 歳までが全体の 42.0% を占めており、回答者は高齢層にやや偏っている。性別年齢階層別回答者数を図 5.1 に示した。

調査対象者が NPO 法人の会員であることから、生物多様性に関する知識は一般市民よりも豊富であることが予想された。実際、生物多様性に関する知識について尋ねると、「よく知っている」が 41.8%、「少し知っている」が 43.9%、「知らない」が 14.3% という結果であった。一方、内閣府大臣官房政府広報室「平成 24 年度 環境問題に関する世論調査」¹⁾では、生物多様性という「言葉の意味を知っている」が 19.4%、「意味は知らないが、言葉は聞いたことがある」が 36.3%、「聞いたこともない」が 41.4% であり、予想通り、本調査対象者は一般市民より生物多様性に関する知識を持っていた。

¹⁾ 内閣府大臣官房政府広報室「平成 24 年度 環境問題に関する世論調査」(<http://www8.cao.go.jp/survey/h24/h24-kankyoku/index.html>)を参照。本世論調査の結果は、全国の市区町村に居住する満 20 歳以上の日本国籍を有する者の中から無作為に抽出された 3,000 人の回答に基づく。

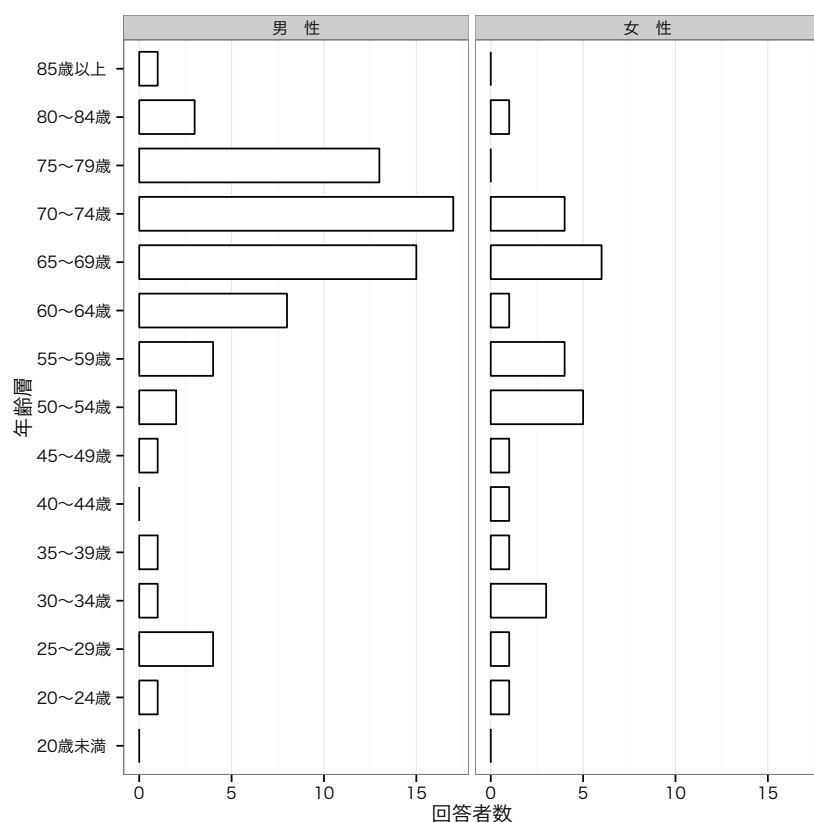


図 5.1 性別年齢階層別回答者数

5.2.2 外来種の防除と在来種の保護に対する人々の意識

調査票では、在来種と外来種を複数挙げ、防除すべき外来種はどれか、また、保護すべき在来種はどれかをそれぞれ複数回答で尋ねた²⁾。各 11 種に対する回答結果を、図 5.2 および図 5.3 に示す。

回答者の半数以上が防除すべきと考えている外来種は 2 種のみであるのに対して、保護すべき在来種は 5 種あった。これらの結果は西川ら (2011) の調査結果と整合的であり、在来種の保護については相対的に多くの種が支持されているのに対して、外来種の防除について支持される種は少ない結果となった。

²⁾ 調査票では、防除といった専門用語の使用を避け、(a)「駆除しなければならない」とあなたが考える外来種はどれですか、(b)「絶滅の危機から救わなければならない」とあなたが考える日本の固有種はどれですかという質問を設け、選択肢に○印を求めた。ここで、回答者が知らない種について適当に回答することを防ぐため、「まったく知らない生き物には○をしないでください」という注釈を添えた。このため、回答者が知っている種を選ぶ質問と解釈した可能性が危惧される。ただし、後掲する図 5.2 をみると、一般的に認知度が高いと予想される「ニジマス」を防除すべき外来種とした回答者は 4.4% と少数にとどまることから、回答者は知っているか否かではなく、防除（ないし保護）すべき種を考えて回答していることが読み取れる。

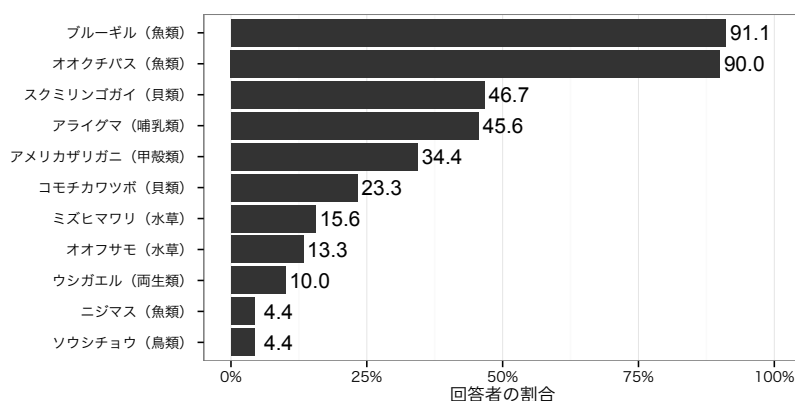


図 5.2 防除すべき外来種

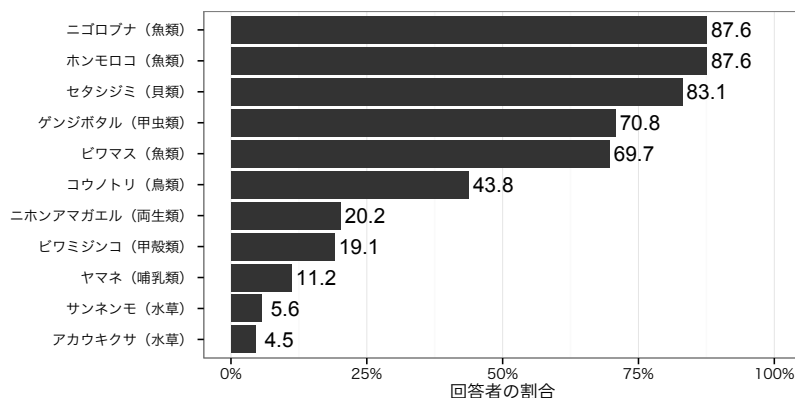


図 5.3 保護すべき在来種

このことから、人々の在来種保護に対する意識は外来種防除よりも相対的に高いと言える。ただし、各生物種に対する回答者の認知度が結果に影響を及ぼした可能性は否定できないため、今後、認知度が防除・保護意識に及ぼす影響を考慮し得る調査票の設計方法とともに、より多くの種に対する同様の調査・分析が求められる。

本調査票では、外来種と在来種のそれぞれの分類群が可能な限り多様になり、お互いに対応する種を選定した。この結果、外来種と在来種のどちらにも、魚類、貝類、両生類、甲殻類、哺乳類、鳥類、および、水草が含まれる。ただし、調査対象である NPO 法人がゲンジボタルに関する保全活動に熱心であることを考慮し、在来種としてゲンジボタル（甲虫類）を、その対となる外来種としてコモチカワツボ（貝類）を含めた³⁾。

³⁾ コモチカワツボはゲンジボタルの餌となるため、ホタルを取り戻すために積極的に移入された経緯をもつ外来種である（浦部, 2007）。

これら分類群間における特徴をみると、魚類に対する防除ないし保護の意識が、外来種と在来種のいずれにおいても相対的に高いことがわかる。外来種のブルーギル、オオクチバス、そして、在来種のニゴロブナ、ホンモロコ、ビワマスがこれに該当する。魚類に対する関心の高さを示すこの結果は、西川ら (2011) の結果と同様であり、諸外国とは異なる日本特有の傾向である可能性が考えられる。西川ら (2011) は、日本で行われた調査結果で魚類に対する関心が高い理由のひとつとして、「メダカに代表される小魚が田園風景の一部として慣れ親しんだ対象」であることに触れ、「魚と密接な文化的背景が人びとの魚類に対する強い関心に結びついている」可能性を指摘している。ただし、そこでは可能性の指摘にとどまり、実際に幼少期に川で遊んだり、魚を釣った体験の記憶が、大人になった現在の魚類の保護意識に影響しているか否かは検討されていない。

そこで次に、防除すべき外来種と保護すべき在来種のそれぞれに対する人々の意識に影響を及ぼす要因について、上記の幼少期の体験を含めて検討する。

5.3 外来種の防除と在来種の保護に対する意識に影響を及ぼす要因

5.3.1 分析に用いる変数

Bremner and Park (2007) では、外来種の防除に対する支持率が高いのは、男性、高齢者、防除プロジェクトに関する事前知識のある人等が指摘されている。そこで、これらのデモグラフィック変数を踏まえ、また防除プロジェクトに関する知識の代わりに生物多様性に関する知識を考慮する。生物多様性に関する知識が豊富な人は、外来種の防除と在来種の保護の意識が高いことが予想される。

また、防除や保護の活動が成果に結びつくか否かに関する認識は人によって異なるであろう。成果は上げられないと考えつつ活動に従事するより、成果を上げられることを実現可能な目標として活動に従事する方が、活動に積極的であると考えられる。そこで、「みんなの努力によって、琵琶湖の外来魚を絶滅させられる日がいつかやって来る」という質問を設け、努力と成果との関係に対する認識を把握する。

さらに、White *et al.* (2005) および西川ら (2011) によると、諸外国の先行研究では、哺乳類や鳥類の外来種や在来種に対する人々の防除ないし保護意識が高い一方、日本国内の先行研究では、外来魚に対する防除意識と、在来魚に対する保護意識が高いことが指摘されていることがわかる。この理由としては、前節で触れたように、幼少期の体験が防除意識や保護意識に影響している可能性が考えられる。ここでは、調査対象が琵琶湖沿岸に位置するという地理

表 5.1 変数の定義と記述統計量

変 数	定 義	平 均	標準偏差
水泳体験	子どもの頃、琵琶湖で泳いでいた †	3.045	1.618
魚釣り体験	子どもの頃、琵琶湖で魚釣りをしていた †	2.784	1.650
シジミ捕り体験	子どもの頃、琵琶湖でシジミを捕っていた †	2.318	1.594
努力の成果	みんなの努力によって、琵琶湖の外来魚を絶滅させられる日がいつかやって来る †	3.170	1.127
生物多様性	「生物多様性」という言葉をよく知っている=3, 少し知っている=2, 知らない=1	2.250	0.715
性 別	女性=1, 男性=0	0.284	0.454
年 齢	年齢 (歳代)	57.386	15.124
距 離 ‡	居住地から琵琶湖までの距離 (km)	5.008	1.734

注：†は5段階のリッカート尺度であり、1から5に近づくにつれて「あてはまる」ないし「そう思う」程度が強くなる。

‡の変数については、サンプルを守山市居住者に限定した記述統計量を示している。

表 5.2 防除すべき外来種と保護すべき在来種の数に影響を及ぼす要因

	防除すべき外来種		保護すべき在来種	
	係 数	標準誤差	係 数	標準誤差
水泳体験	0.112	0.202	0.164	0.241
魚釣り体験	-0.056	0.195	-0.204	0.222
シジミ捕り体験	0.182	0.224	0.268	0.240
努力の成果	-0.426	0.220 *	-0.322	0.246
生物多様性	0.900	0.343 **	0.361	0.294
性 別	0.366	0.518	0.857	0.670
年 齢	0.036	0.015 **	0.073	0.019 ***
定数項	0.119	1.406	-0.260	1.543
サンプル・サイズ	88		88	
R ²	0.199		0.257	

注：不均一分散に対して頑健な標準誤差を用いた。***, **はそれぞれ1%, 5% 水準で統計的に有意であることを示す。

的特徴を踏まえ、琵琶湖での幼少期の体験を考慮に入れる。

以下の分析で用いる変数を表 5.1 に要約した。

5.3.2 防除すべき外来種と保護すべき在来種の数

防除すべき外来種と保護すべき在来種について、回答者ごとのそれぞれの種の合計数を被説明変数とする線形回帰モデルによる推定結果を表 5.2 に示した。

同表より、年齢が高くなるほど、防除すべき外来種と保護すべき在来種の数が多くなる傾向がわかった。また、防除すべき外来種の数多さには、努力の成果と生物多様性が影響していた。努力の成果については、自分たちの防除活動が実際の外来種防除に効果的であるか否かを示す実現可能性の指標

であり、実現可能性が高いと考える人ほど、防除すべき外来種の数が多くなると予想した。しかしながら、実際には少なくなる傾向がみられた。この結果の解釈には、本章で考慮した回答者の意識のみならず、彼らの行動についても考慮した分析が求められるであろう。

以上、防除すべき外来種と保護すべき在来種の数に注目してきた。一方、White *et al.* (2005) は、生物種の違いによって、人々の生態系管理の意識が異なることを指摘している。このことから、次に、単純に数だけではなく、生物の分類群ごとの防除ないし保護の意識に影響を及ぼす要因について検討する。

5.3.3 分類群ごとの防除ないし保護の意識

ここでは、これまでの説明変数に加え、回答者の居住地から琵琶湖までの距離を考慮に入れる。琵琶湖の近くに居住する人は、遠くに居住する人と比較して、より琵琶湖への親しみが強く、琵琶湖の外来種防除と在来種保護への関心が高いことが予想される。ただし、調査対象の NPO 法人の所在地である守山市以外に居住する回答者もサンプルに含まれるため、居住地から琵琶湖までの距離を考慮に入れる場合、琵琶湖から極端に離れて居住する回答者の回答が結果に大きく影響する可能性が考えられる。実際、滋賀県外の回答者は 7 府県と広域に存在していた。サンプルを守山市内居住者に限定した結果、回答者数は 72 に減少した⁴⁾。サンプル・サイズ減少後の距離変数については、既出の表 5.1 に示すとおりである。図 5.4 において、この距離変数を守山市の地図上にプロットした。

図 5.2 に挙げた外来種と図 5.3 に挙げた在来種のうち、それぞれの分類群の代表となる種を任意に選定し、同種を防除ないし保護すべきか否かを被説明変数（防除ないし保護すべきである=1、それ以外=0）とするプロビット・モデルによる推定結果を表 5.3 および表 5.4 に示した。

表 5.3 より、魚釣りやシジミ取りといった幼少期の体験が、魚類と水草の外来種防除の意識を高めていることがわかった。このことは、琵琶湖周辺で育ったことによって生じた琵琶湖への親しみが、琵琶湖の外来種防除の意識を駆り立てる可能性を示唆している。一方、生物多様性の変数については、両生類以外のすべての分類群で正かつ有意となったことから、生物多様性に関する知識

⁴⁾ 調査票では、回答者の居住地の郵便番号を尋ねた。こうして得られた郵便番号を、日本郵便株式会社の Web サイト (<http://www.post.japanpost.jp/zipcode/download.html>) から利用可能な郵便番号データと農林水産省大臣官房統計部編『2010 年農業集落地図データ CD-R 版』を用いて、各地域名に変換するとともに、シェープファイルのデータに対応させた。その後、各地域から琵琶湖までの距離を Hubeny の公式に基づき計算した。ただし、各地域から琵琶湖までの正確な距離の把握は困難であるため、琵琶湖に面した 5 地域のうち、本章で扱う NPO 法人のシンボリック存在である赤野井湾の北端に位置し、湖岸線の長い地域である守山市木浜町の中心点から各地域の中心点までの距離を、琵琶湖までの距離に近似する値として用いた。

表 5.3 外来種の防除意識に影響を及ぼす要因

	魚類 (ブルーギル)		貝類 (スクミリンゴガイ)		両生類 (ウシガエル)		哺乳類 (アライグマ)		鳥類 (ソウシチョウ)		水草 (ミズヒマワリ)	
	係 数	標準誤差	係 数	標準誤差	係 数	標準誤差	係 数	標準誤差	係 数	標準誤差	係 数	標準誤差
水泳体験	-0.092	0.198	0.066	0.183	0.325	0.204	-0.022	0.177	0.336	0.239	-0.109	0.291
魚釣り体験	0.277	0.159 *	0.046	0.163	-0.080	0.185	-0.081	0.171	0.039	0.150	0.593	0.239 **
シジミ捕り体験	0.398	0.238 *	0.169	0.158	-0.343	0.218	0.128	0.168	-0.373	0.198 *	-0.183	0.222
努力の成果	0.357	0.253	-0.000	0.170	-0.433	0.203 **	-0.006	0.164	-0.192	0.173	-0.652	0.246 ***
生物多様性	1.111	0.502 **	0.469	0.258 *	0.463	0.357	0.410	0.244 *	0.879	0.333 ***	1.460	0.518 ***
性 別	0.404	0.784	0.180	0.508	-0.471	0.772	-0.740	0.493	0.965	0.496 *	0.734	0.668
年 齢	-0.112	0.048 **	-0.021	0.023	0.065	0.037 *	-0.056	0.021 ***	0.031	0.027	0.031	0.032
距 離	0.059	0.165	0.215	0.107 **	0.137	0.169	0.068	0.117	0.001	0.112	0.158	0.164
定数項	4.097	2.669	-1.568	1.731	-5.711	2.282 **	2.422	1.521	-4.436	2.451 *	-6.739	2.982 **
サンブル・サイズ	60		60		60		60		60		60	
Log pseudolikelihood	-10.108		-35.293		-18.847		-36.388		-28.718		-16.001	
Pseudo R ²	0.312		0.151		0.200		0.119		0.197		0.369	

注：表 5.2 に同じ。

表 5.4 在来種の保護意識に影響を及ぼす要因

	魚類 (ニゴロブナ)			貝類 (セタシジミ)			両生類 (ニホンアマガエル)			哺乳類 (ヤマネ)			鳥類 (コウノトリ)			水草 (アカウキクサ)		
	係 数	標準誤差		係 数	標準誤差		係 数	標準誤差		係 数	標準誤差		係 数	標準誤差		係 数	標準誤差	
水泳体験	0.083	0.231		0.316	0.281		0.045	0.176		0.230	0.200		0.352	0.209 *		0.048	0.221	
魚釣り体験	-0.159	0.258		-0.186	0.250		-0.155	0.176		-0.203	0.244		-0.193	0.170		-0.014	0.124	
シジミ捕り体験	0.168	0.167		0.067	0.250		-0.005	0.181		-0.128	0.228		-0.087	0.184		-0.198	0.300	
努力の成果	-0.042	0.161		0.086	0.188		-0.112	0.182		-0.446	0.218 **		-0.400	0.175 **		-0.336	0.226	
生物多様性	-0.192	0.279		1.043	0.317 ***		-0.112	0.273		0.114	0.218		0.564	0.265 **		-0.049	0.307	
性 別	0.054	0.677		0.607	1.099		0.054	0.523		-0.191	0.842		0.523	0.507		0.237	0.709	
年 齢	0.049	0.023 **		0.018	0.022		0.016	0.025		0.022	0.034		0.000	0.023		0.063	0.033 *	
距 離	0.135	0.098		0.264	0.161		0.215	0.115 *		-0.010	0.130		-0.074	0.111		-0.064	0.092	
定数項	-2.125	1.894		-3.796	2.034 *		-1.997	1.871		-1.489	2.114		-0.207	1.706		-3.890	2.201 *	
サンプル・サイズ	59			59			59			59			59			59		
Log pseudolikelihood	-18.859			-12.104			-28.718			-14.755			-33.876			-12.817		
Pseudo R ²	0.122			0.376			0.077			0.138			0.158			0.124		

注：表 5.2 に同じ。

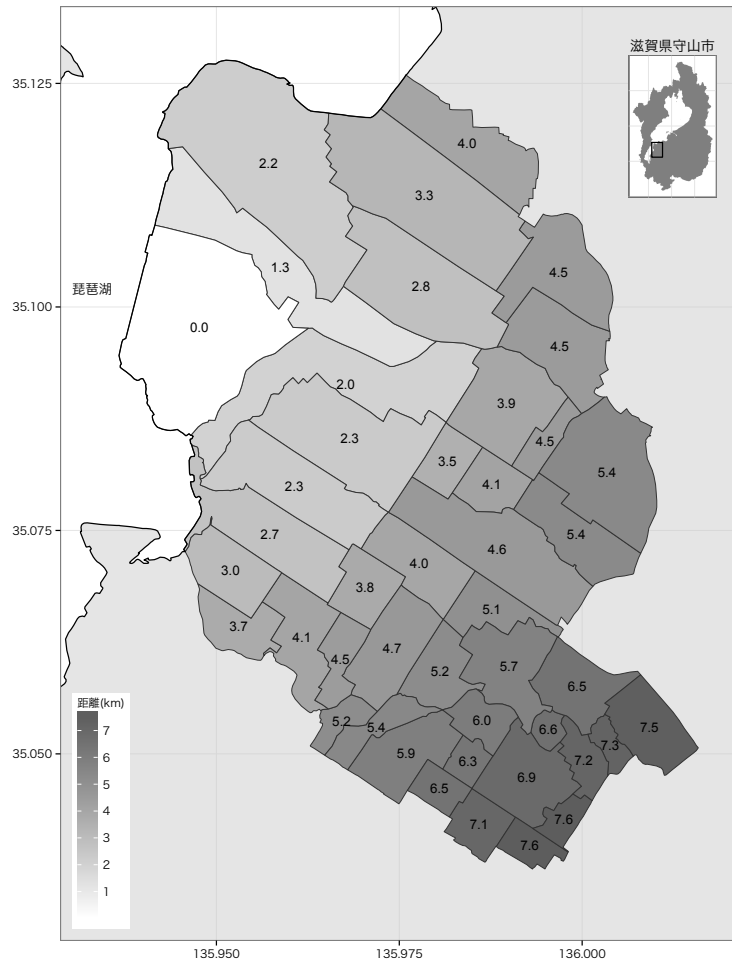


図 5.4 各地域から琵琶湖までの距離

出所：地図データには、農林水産省大臣官房統計部編『2010 年農業集落地図データ CD-R 版』（農林統計協会）を用いた。

注：各数値は小数第 2 位を四捨五入している。

の豊富さが外来種防除の意識を高めることが、表 5.2 に引き続き確認できた。これに対して、魚類と哺乳類については、年齢の変数が負かつ有意であったことから、若年層ほど当該分類群に対する外来種防除の意識が高いことがわかった。この理由の検討については、本調査結果では詳細に分析できるデータを用意できないため、今後の課題とする。貝類については距離の変数が正かつ有意であったことから、琵琶湖から遠い距離に居住する人ほど外来種防除の意識が高いことがわかった。ただし、この貝類、すなわち、スクミリングガイは、琵琶湖沿岸よりも琵琶湖に流入する河川での定着が確認されており、その原因として水温や野鳥による食害による影響の可能性が指摘されている（金辻ら、2006）。このため、対象となる外来種の生息地の近くに居住しているか否かが人々の防除の意識に影響を及ぼす可能性が考えられるものの、この主張を裏付

けるほど十分な本種の生息地に関するデータは入手不可能なため、今後、詳細な分析が必要である。

次に、表 5.4 をみると、琵琶湖に生息する在来種の魚類や水草の保護に対する意識には、幼少期の体験は影響していない可能性が考えられた。高齢者ほど在来種の魚類や水草の保護に対する意識が高かったことは、表 5.2 や先行研究の結果と整合的である。また、生物多様性の変数は貝類と鳥類で正かつ有意であったことから、生物多様性に関する知識の豊富さが一部の在来種保護の意識を高めていると解釈できる。さらに、鳥類については幼少期の体験が影響していたことから、琵琶湖に親しんで育った体験の記憶が琵琶湖に飛来することのあるコウノトリについて、在来種保護に対する意識を高めている可能性が示唆される。一方、距離の変数については、両生類についてのみ正かつ有意となった。このことから、ニホンアマガエルの生息地と回答者の居住地との関係が保護意識に影響を及ぼす可能性が考えられるものの、スクミリングガイと同様、詳述するほどのデータは用意できない。

5.4 むすび

本章では、外来種の防除と在来種の保護に対する人々の意識に影響を及ぼす要因について考察した。

分析の結果、外来種の防除と在来種の保護に対する人々の意識には、彼らの年齢や生物多様性に関する知識だけでなく、幼少期の体験や生物の生息地と居住地との距離が関係している可能性が示唆された。ただし、年齢は、在来種の保護意識に影響する一方、外来種の防除意識に影響するかどうかは一意的には言えず、また、幼少期の体験については、意識への影響が確認できたのは一部の分類群のみであった。これらの結果を踏まえ、外来種の防除と在来種の保護に対する意識について、より多くの分類群ないし生物種を対象とした分析を蓄積していくことが今後求められる。

第6章

市民ボランティアによるオオバナミズキンバイの防除活動への参加要因と政策的支援への期待

6.1 はじめに

特定外来生物に指定された外来種の防除を実施する主体は、外来生物法に従い、環境大臣の確認・認定を受けた者とされており、実際の防除活動従事者は、確認・認定を受けた地方自治体が募集したボランティアや NPO 法人の会員が中心となっている¹⁾。ただし、防除活動に従事する NPO 法人は、必ずしも外来生物法の規制対象となっている外来種（すなわち、特定外来生物）のみを選択的に防除対象とするとは限らない。任意の NPO 法人等に属する防除従事者は、同法人等が直面する地域固有の生物多様性に関する問題解決に自主的に取り組むかもしれない。このとき、彼らの活動によって、一定期間の生態系等への被害が緩和される可能性が考えられ、彼らの意識的ないし無意識的な行動が、予防原則の観点から外来生物法を補完する役割を果たし得ると言えよう。

しかしながら、NPO 法人として地域固有の生物多様性問題を解決するために、外来種の防除活動を実施する場合であっても、当該 NPO 法人のすべての会員が防除活動に参加するとは限らない。彼らの防除活動への参加要因は何だろうか。宮永 (2011) では、NPO 法人の会員の中には、環境保全に関する知識が豊富であり、環境保全活動に熱心に参加する者もいれば、そうでない者もいることが指摘されている。環境保全活動に参加するボランティアの動機づけを扱った先行研究は存在する一方、本章のような外来種の防除活動といった外来種問題の解決に向けた活動への参加要因を扱った研究は見られない

¹⁾ 外来生物法に基づき防除の確認・認定を受けた者については、環境省自然環境局が作成している外来生物法に関する Web サイト (<http://www.env.go.jp/nature/intro/4control/kakunin.html>) に掲載されている。

(Martinez and McMullin, 2004; Bell *et al.*, 2008; Toomey and Domroese, 2013)。

そこで、本章では、市民ボランティアによる侵略的外来種の防除活動への参加要因について検討する。データは、滋賀県内において環境保全活動に取り組む NPO 法人の会員を対象に、2013 年に実施したアンケート調査結果を用いる。調査対象の NPO 法人は、近年、琵琶湖周辺においてオオバナミズキンバイという外来種の水草が繁茂していることを問題視し、本種の防除活動を実施していることから、同 NPO 法人では、本種は単なる外来種ではなく、防除が必要な侵略的外来種として扱われていると言えよう。

6.2 オオバナミズキンバイの防除活動

6.2.1 アンケート調査の概要

2013 年 7 月、滋賀県守山市に拠点を置き、環境保全活動に取り組む NPO 法人びわこ豊稜の郷の会員に対して、アンケート調査を実施した²⁾。アンケート調査票は、同 NPO 法人に所属する全会員 298 人に対して郵送により配布し、郵送により 100 部回収した。回収率は 33.6% であった。

調査票では、同 NPO 法人が防除活動を実施しているオオバナミズキンバイ（以下、文脈に応じて、本種）に関連する複数の質問を設けた。本種は、南米・北米南部原産のアカバナ科の水草であり、主に観賞用として日本国内でも流通している。野生化した本種は、兵庫県加西市のため池で最初に発見され、守山市の赤野井湾では 2009 年に発見された。本種の繁殖能力は高く、琵琶湖や河川の水面に繁茂し、生物に関する専門知識を持たない一般市民の目にも付きやすいため、同 NPO 法人は 2011 年に本種の防除活動を開始した。本種は水面を覆いつくすことから、在来の植物や魚への悪影響や水質悪化が懸念されているものの、本種によって被る被害の内容は科学的には明らかになっておらず、調査時点では、外来生物法が定める特定外来生物には指定されていない³⁾。

²⁾ アンケート調査の概要は前章の 5.2.1 (p. 62) と同様であり、本章では同じアンケート調査票の別の質問に対する回答の結果を主に用いる。

³⁾ 守山市の広報誌「広報もりやま」平成 25 年 7 月 15 日号 (<http://www.city.moriyama.lg.jp/pub/submit.nsf/ecbd6dc8a5cd9ee949256db100454033/f8a4c75408e32a6449257b9f000e6e8c> から入手可能), pp. 12–13 を参照。なお、本章のアンケート調査実施後の 2014 年 3 月 7 日に、本種が外来生物法の定める特定外来生物に指定されることが、環境省の専門家会合において合意された（「異常繁茂の水草を特定外来指定へ 琵琶湖オオバナミズキンバイ」『京都新聞』2014 年 3 月 7 日, <http://www.kyoto-np.co.jp/environment/article/20140307000174>）。本章の分析で用いるデータは、本種の特定外来生物への指定前に得たものである。分析結果そのものには影響ないものの、この点については若干の注意が必要である。

6.2.2 防除活動に関する意識および行動

調査対象法人では、複数の環境保全活動が実施されており、そのひとつであるオオバナミズキンバイの防除活動は、「オオバナミズキンバイの除去作業」と称され、「赤野井湾・小津袋クリーン大作戦」の一環として、2011年度以降定期的に実施されている。そこで、アンケート調査票では、2012年度に「赤野井湾・小津袋クリーン大作戦」に参加したかどうかを尋ねた。回答者（ $n = 100$ ）のうち 26.0% が、この活動に参加したと答えた。以下では、議論の単純化のために、「赤野井湾・小津袋クリーン大作戦」への参加を、防除活動への参加と言い換える⁴⁾。なお、調査票では、専門用語の「防除」の代わりとして、調査対象法人で使用される「除去」という用語を使った。

調査票では、まず、本種の認知度を把握するために、「オオバナミズキンバイをご存知ですか」と尋ねた。この結果、「よく知っている」が 39.0%、「少し知っている」が 35.0%、「知らない」が 26.0% となった（ $n = 100$ ）。続いて、調査対象法人が本種の防除活動を行っていることを知っているか否かを尋ねた結果、「知っている」が 70.7%、「知らない」が 29.3% という回答が得られた（ $n = 99$ ）。これらのことから、本種の実在や防除活動について、会員の大半は認知していることがわかる。しかしながら、防除活動に参加する会員は、上述のとおり、これらの認知の割合と比較して相対的に少なく、本種の防除活動が行われていることを知りつつも、活動に参加していない会員が一定数存在することが確認できる。

一方、生物多様性に関する知識について尋ねた質問からは、「よく知っている」が 41.8%、「少し知っている」が 43.9%、「知らない」が 14.3% という結果が得られた（ $n = 98$ ）。一般的かつ抽象的な概念である生物多様性に関する知識をもつ会員の割合と、より具体的な防除対象となる外来種に関する知識をもつ会員の割合の間には大きな相違はないと言えよう。

次に、調査票では、本種による被害の認識について把握するために、「現在までに、オオバナミズキンバイによる被害はありましたか」と尋ねた。この結果、「被害があった」とする回答者が 21.6%、「被害がなかった」が 20.5% となった一方、回答者が被害の有無について判断に困る場合を想定して設けた選択肢「わからない」が 58.0% と大半を占めた（ $n = 88$ ）。被害があったと回答

⁴⁾ 守山市の広報誌「広報もりやま」平成 25 年 3 月 1 日号 (<http://www.city.moriyama.lg.jp/pub/submit.nsf/ecbd6dc8a5cd9ee949256db100454033/6b2225f8303070b549257b1e001b68bb> から入手可能), p. 17 では、「第 4 回 赤野井湾・小津袋クリーン大作戦 オオバナミズキンバイ除去&ごみ拾い」と題された活動への参加が呼びかけられている。そこでは、「実施内容」として、「オオバナミズキンバイの除去作業」、「水際のごみ拾い」、「船上からのごみ拾い」の 3 点が順に挙げられているとともに、本種に関する簡単な解説が記載されている。このことから、「赤野井湾・小津袋クリーン大作戦」において、本種の防除活動が中心に位置づけられていることがわかる。

表 6.1 オオバナミズキンバイによる被害の認識と防除活動への参加の関係

		防除活動への参加			
		参 加		不参加	
被害の認識	被害があった	10	(52.6%)	9	(47.4%)
	被害がなかった	5	(27.8%)	13	(72.2%)
	わからない	9	(17.6%)	42	(82.4%)

注：それぞれの数値は回答者数をし、かつこ内の数値は行方向にみた場合の回答者の割合を示す。

表 6.2 オオバナミズキンバイの防除の目標と防除活動への参加の関係

		防除活動への参加			
		参 加		不参加	
防除の目標	完全に防除すべき	23	(37.1%)	39	(62.9%)
	何らかの被害がある場所だけ防除すべき	1	(5.9%)	16	(94.1%)
	わざわざ防除する必要はない	1	(100.0%)	0	(0.0%)

注：表 6.1 に同じ。なお、各選択肢の「防除」は、調査票では「除去」と記述した。

した回答者に対して、被害の内容について自由記述形式で尋ねた結果、「湖底の汚れ、固有植物の絶滅」、「水質悪化」、「水質汚染／他の在来種（水草）が育たなくなるなど」、「エリ漁へのしかけへの被害など（自分ではわからないが漁師さんから聞いた）」といった記述がみられたことから、在来種や水質への被害と漁業への被害が、回答者に認識されていることがわかる。

ここで、回答者が認識する本種による被害と本種の防除活動への参加との関係を、表 6.1 に示す。同表より、本種による被害を認識している回答者は、そうでない回答者と比較して、本種の防除活動に参加する傾向が読み取れる。カイ二乗検定の結果、 p 値は 0.014 となり、5% 水準で被害の認識の有無と防除活動の参加・不参加の関係に有意差が存在することが確認できた。

次に、本種をどの程度防除すべきだと回答者が考えているか、すなわち、回答者が考える防除の目標について把握するために、「オオバナミズキンバイを、どの程度、除去すべきだと思いますか」という質問を設けた。この質問に対しては、「完全に除去すべき」が 77.5%、「何らかの被害がある場所だけ除去すべき」が 21.2%、そして、「わざわざ除去する必要はない」が 1.2% という回答が得られた ($n = 80$)。

回答者が考える本種の防除の目標と本種の防除活動への参加との関係を、表 6.2 に示す。同表より、本種の防除の目標を「完全に防除すべき」とする回答者は、そうでない回答者と比較して、本種の防除活動に参加する傾向が読み取れる。カイ二乗検定の結果、 p 値は 0.016 となり、5% 水準で防除の目標と防除活動の参加・不参加の関係に有意差が存在することが確認できた。

続いて、回答者が認識する本種による被害と、回答者が考える防除の目標と

表 6.3 オオバナミズキンバイによる被害の認識と防除の目標の関係

		防除の目標					
		完全に防除すべき		何らかの被害がある場所だけ防除すべき		わざわざ防除する必要はない	
被害の認識	被害があった	18	(100.0%)	0	(0.0%)	0	(0.0%)
	被害がなかった	13	(76.5%)	4	(23.5%)	0	(0.0%)
	わからない	28	(66.7%)	13	(31.0%)	1	(2.4%)

注：表 6.2 に同じ。

表 6.4 オオバナミズキンバイによる被害の認識と防除活動への参加の関係

		防除活動への参加			
		参 加		不参加	
日常的な環境保全活動 (家の近所のゴミ拾い)	よく拾っている	5	(18.5%)	22	(81.5%)
	ときどき拾っている	15	(34.1%)	29	(65.9%)
	どちらともいえない	2	(18.2%)	9	(81.8%)
	ほとんど拾っていない	3	(37.5%)	5	(62.5%)
	まったく拾っていない	1	(16.7%)	5	(83.3%)

注：表 6.1 に同じ。

の関係を、表 6.3 に示す。同表より、本種による被害を認識している回答者ほど、本種を完全に防除すべきだと考える傾向が読み取れる。一方で、「被害がなかった」とする回答者の 76.5%、被害について「わからない」とする回答者の 66.7% が、防除の目標を完全防除に置いていることも注目に値する。カイ二乗検定の結果、 p 値は 0.086 となり、5% 水準では両者の間に有意差は存在しない。このことは、予防原則と関連させて考えることができる。すなわち、本種による被害が認識されていようとなかろうと、外来種である本種を完全に防除すべきだと考えている回答者が相対的に多く存在する、すなわち、回答者の多くは外来種の防除に本種が及ぼす生態系等への悪影響に関する科学的な証拠を求めていると推測できよう⁵⁾。

一方、日常的な環境保全活動の実施と、本種の防除活動のような非日常的な環境保全活動への参加との関係をみるために、「普段から、家の近所にゴミが落ちていたら拾っている」か否かという環境保全に関する日常的な習慣について尋ねた。選択肢として設けた 5 段階のリッカート尺度と、本種の防除活動への参加との関係を、表 6.4 に示す。同表より、日常的な環境保全活動に積極的な回答者が相対的に多いことがわかるが、この理由は、環境保全活動に取り組

⁵⁾ アンケート調査に先立って実施した NPO 法人の調査協力者に対するヒアリング調査において、NPO 法人として本種の防除活動に取り組む理由を尋ねたところ、外来種であるため防除するのは当然であることが強調され、本種によって何らかの深刻な被害が生じているか否かは、防除活動実施にあたってとくに問題とされていなかった。

む NPO 法人の会員を調査対象者としたためであると推測できる。ただし、日常的な環境保全活動（近所のゴミ拾い）を積極的に行っているほど、非日常的な環境保全活動（本種の防除活動）にも参加するといった明確な関係はみられない。カイ二乗検定の結果、 p 値は 0.508 となり、5% 水準でこれらの関係に有意差を見出すことはできない。しかしながら、同表から、日常的な環境保全活動に積極的な回答者と消極的な回答者が、それらに挟まれた回答者よりも、本種の防除活動に参加しない傾向が確認できる。このことから、日常的な環境保全活動と非日常的な環境保全活動への参加との間には、非線形の関係が存在する可能性が示唆される。

以上、本種の防除活動に関する回答者の意識と行動について簡単にみた。次に、本種の防除活動への参加に影響を及ぼす要因について、計量分析により詳細に検討する。

6.3 防除活動への参加に影響を及ぼす要因

6.3.1 分析に用いる変数

本種の防除活動への参加要因を説明する候補となる変数として、前節において予備的に考察した、本種による被害の認識、防除の目標、日常的な環境保全活動を取り上げる。表 6.1 に示したとおり、本種による被害を認識している人は、そうでない人と比較して、防除活動に参加すると考えられる。また、表 6.2 に示したとおり、防除の目標として、完全に防除すべきだと考える人は、そうでない人と比較して、防除活動に参加すると考えられる。さらに、表 6.4 に示したとおり、日常的な環境保全活動を行っているか否かと、防除活動に参加するか否かには線形ではないが、何らかの関係が存在すると考えられる。

加えて、生物多様性に関する知識が豊富であるほど、本種の防除活動に参加することが予想されることから、生物多様性に関する知識も考慮に入れる。同様に、防除の対象となる外来種に関する知識が豊富であるほど、本種の防除活動に参加することが予想される。また、回答者のデモグラフィック変数として年齢を考慮に入れる。

さらに、図 5.4 (p. 70) と同様の距離変数を扱う。ただし、ここでは、回答者の居住地から琵琶湖までの距離ではなく、彼らの居住地から防除活動の実施場所までの距離、すなわち、防除活動参加に伴う物理的な移動距離に注目する。この距離が長いほど、移動コストを多く要することから、防除活動に参加しない傾向が予想される。回答者の居住地から防除活動の集合場所である「も

りやま芦刈園」(守山市杉江町)⁶⁾までの距離を、物理的な移動距離とみなす⁷⁾。防除活動は、集合場所近くの河川から船を利用して実施される。なお、居住地から防除活動の実施場所までの距離を考慮に入れる場合、調査対象のNPO法人の所在地である守山市以外に居住する回答者もサンプルに含まれるため、防除活動の実施場所から極端に離れた居住者の回答によって結果にバイアスが生じる可能性がある。このバイアスを回避するために、サンプルを守山市内居住者に限定する。実際、滋賀県外の回答者は7府県と広域に存在していた。各地域に割り当てた距離変数の値を図6.1に示す。

距離変数に加えて、回答者の居住地から防除活動の実施場所までのアクセス方法を考慮する。調査票では、回答者の普段の移動手段として、徒歩、自転車、オートバイ、自動車、バス、電車、タクシー、その他という8つの選択肢を設け、複数回答を求めた。ここでは、移動手段として、自動車に注目する。防除活動の実施場所から遠くに居住するほど、防除活動への参加には多くの移動コストが発生するため、活動に参加しにくくなる傾向が考えられ、さらに、この傾向は自動車での移動手段を持たない人にとって顕著に現れると考えられよう。

以上の変数を表6.5に要約した。

6.3.2 結果および考察

オオバナミズキンバイの防除活動への参加要因について、2012年度の「赤野井湾・小津袋クリーン大作戦」に参加した場合に1、参加しなかった場合に0となる変数を被説明変数とし、上述の変数を説明変数としたプロビット・モデルによる推定結果を表6.6に示した。同表の左列には前節で挙げたすべての変数を考慮したモデル1を、右列には距離変数を除くとともに守山市以外の居住者もサンプルに含めたモデル2を示す。

モデル1とモデル2を比較すると、距離に関する変数を分析に加えるか否かで、有意な変数に大きな違いは生じなかったことから、分析結果は安定していると言えよう。以下では、主にモデル1に基づいて結果を考察する。

まず、防除対象種知識は正かつ有意であった。したがって、防除対象である

⁶⁾ 防除活動の集合場所については、守山市の広報誌「広報もりやま」平成25年3月1日号(<http://www.city.moriyama.lg.jp/pub/submit.nsf/ecbdc8a5cd9ee949256db100454033/6b2225f8303070b549257b1e001b68bb>から入手可能)、p. 17を参照。

⁷⁾ 調査票では、回答者の居住地の郵便番号を尋ねた。こうして得られた郵便番号を、日本郵便株式会社のWebサイト(<http://www.post.japanpost.jp/zipcode/download.html>)から利用可能な郵便番号データと農林水産省大臣官房統計部編『2010年農業集落地図データCD-R版』を用いて、各地域名に変換するとともに、シェープファイルのデータに対応させた。その後、各地域の中心点から「もりやま芦刈園」(守山市杉江町)までの距離をHubenyの公式に基づいて計算した。

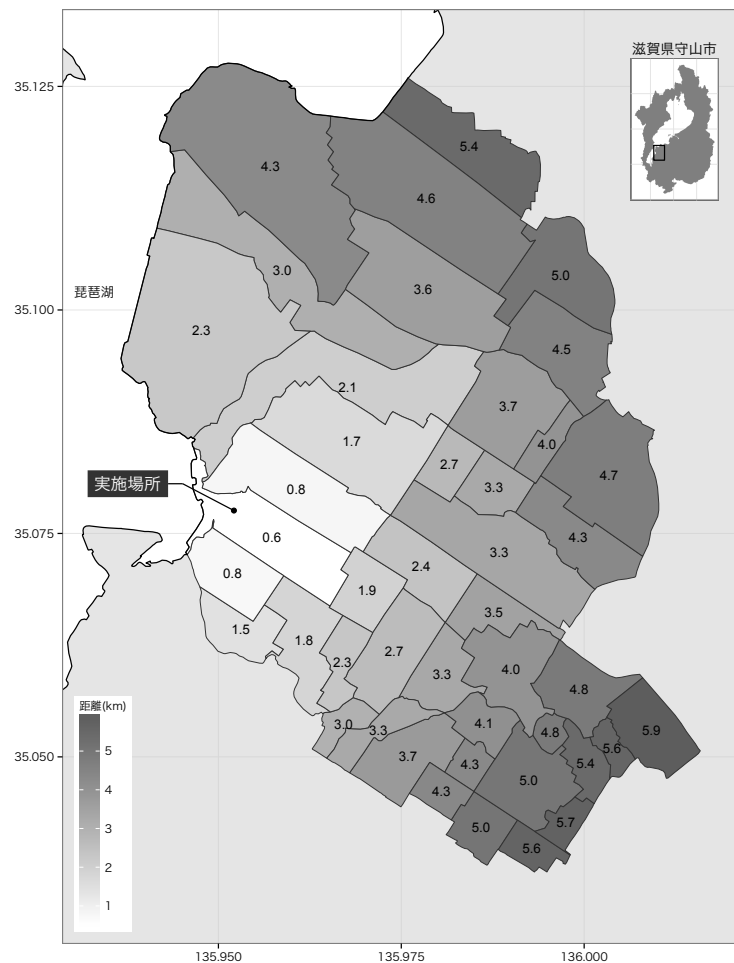


図 6.1 各地域から防除活動の実施場所（集合場所）までの距離

出所：地図データには、農林水産省大臣官房統計部編『2010 年農業集落地図データ CD-R 版』（農林統計協会）を用いた。

注：各数値は小数第 2 位を四捨五入している。

本種に関する知識が豊富であるほど、防除活動に参加する傾向にあることがわかった。このことは、防除プロジェクトに関する事前知識のある人ほど外来種の防除に対する支持率が高いという Bremner and Park (2007) の結果と整合的である。一方、生物多様性知識は有意とならなかったことから、一般的かつ抽象的な概念である生物多様性に関する知識よりも、具体的な防除対象となる外来種に関する知識の方が、防除活動への参加を左右する要因として重要であることがわかった。

次に、防除の目標は正かつ有意であった。すなわち、本種を完全に防除すべきか、被害のある場所だけを選択的に防除すべきかを考えたとき、前者に防除の目標を置く人ほど、防除活動に参加することがわかった。生態系への不可逆的な被害を事前に防止しなければならないというある種の使命感が、彼らの防

表 6.5 変数の定義と記述統計量

変 数	定 義	平 均	標準偏差	最 小	最 大
生物多様性知識	「生物多様性」という言葉をよく知っている=3, 少し知っている=2, 知らない=1	2.284	0.693	1	3
防除対象種知識	オオバナミズキンバイをよく知っている=3, 少し知っている=2, 知らない=1	2.351	0.671	1	3
被害の認識	現在までに, オオバナミズキンバイによる被害があった=1, それ以外=0	0.243	0.432	0	1
防除の目標	オオバナミズキンバイを, 完全に防除すべき=1, それ以外=0	0.784	0.414	0	1
日常的な環境保全活動	普段から, 家の近所にゴミが落ちていたらよく拾っている=5, ときどき拾っている=4, どちらともいえない=3, ほとんど拾っていない=2, まったく拾っていない=1	3.851	1.106	1	5
日常的な環境保全活動 ²	日常的な環境保全活動の二乗項	16.041	7.390	1	25
年 齢	20歳未満=1, 20~24歳=2, 25~29歳=3, 30~34歳=4, 35~39歳=5, 40~44歳=6, 45~49歳=7, 50~54歳=8, 55~59歳=9, 60~64歳=10, 65~69歳=11, 70~74歳=12, 75~79歳=13, 80~84歳=14, 85歳以上=15	10.068	2.873	2	15
距 離 [†]	居住地から防除活動の実施場所までの距離 (km)	3.589	0.975	1.5	5.4
距離 × 移動手段車なし [†]	距離と移動手段車なし (普段の移動手段に自動車を含まない=1, それ以外=0) の交差項	0.660	1.533	0.0	4.8

注：†の変数については，サンプルを守山市居住者に限定した値を示している。

除活動への参加を動機づけていると解釈できる。

さらに，日常的な環境保全活動は正かつ有意であり，日常的な環境保全活動の二乗項は負かつ有意であった。このことから，普段から家の近所のゴミ拾いに積極的な人ほど，本種の防除活動に参加するものの，近所のゴミ拾いの積極さが一定水準を超えると，防除活動に参加しなくなる傾向があることがわかった。この結果から，日常的な環境保全活動に対して極端に消極的な層と極端に積極的な層のいずれも，非日常的な環境保全活動には参加しない一方，日常的な環境保全活動を適度実施している層は，非日常的な環境保全活動にも参加すると解釈できる。このように，日常生活と解決すべき環境問題とが密着しているか否か，換言すれば，人と環境との間の心理的な距離によって，環境問題を能動的に解決するための動機づけが異なる可能性が考えられる。しかしなが

表 6.6 オオバナミズキンバイの防除活動への参加要因

	モデル 1			モデル 2		
	係 数	標準誤差		係 数	標準誤差	
生物多様性知識	0.573	0.386		0.250	0.268	
防除対象種知識	2.541	0.551	***	1.689	0.431	***
被害の認識	0.389	0.491		0.471	0.449	
防除の目標	1.264	0.734	*	0.804	0.485	*
日常的な環境保全活動	3.939	2.335	*	1.018	0.778	
日常的な環境保全活動 ²	−0.728	0.312	**	−0.234	0.123	*
年 齢	0.036	0.160		−0.014	0.066	
距 離	−0.308	0.285				
距離 × 移動手段車なし	−0.621	0.374	*			
定数項	−11.699	5.862	**	−6.119	1.692	***
サンプル・サイズ	55			74		
Log pseudolikelihood	−14.799			−28.256		
R ²	0.583			0.394		

注：不均一分散に対して頑健な標準誤差を用いた。***, **, *はそれぞれ 1%, 5%, 10% 水準で統計的に有意であることを示す。

ら、本章のデータのみでは詳細な検討は困難であるため、これらの関係について詳細に検討することは今後の課題とする⁸⁾。

最後に、距離の変数が単独では有意でない一方、距離 × 移動手段車なしの変数は負かつ有意であった。このことから、居住地から防除活動の実施場所まで、単純に距離があるかどうかではなく、距離があるとともに自動車という比較的自由度の高い移動手段を持たない人ほど、防除活動に参加しない傾向が確認できた。すなわち、防除活動の実施場所から離れて住んでいたとしても、自動車を使って容易にアクセス可能であるならば、物理的な移動距離は防除活動への参加を妨げる要因とはならず、その一方で、自動車によるアクセス方法を持たない人にとっては、物理的な移動距離が防除活動への参加を妨げる要因となると解釈できる。

6.4 防除活動に対する政策的支援への期待

前節までは、外来種であるオオバナミズキンバイの防除活動への参加要因について検討してきた。事例として取り上げた NPO 法人は、本種の防除活動に自主的に取り組んでおり、現在のところ、本種が外来生物法における特定外来生物に指定されていないため、環境大臣による確認・認定を受ける必要はな

⁸⁾ 丸山 (2007) は、自然との心理的な近さと環境意識との関係を指摘している。そこでは、環境意識は具体的ななかかわりの中から生成されるとされ、近い自然では多様な環境意識が生成される一方で、遠い自然では自然の価値が抽象的に構成されることが指摘されている。この主張は、本章の結果と関連しており、こうした観点からの実証分析が今後求められる。

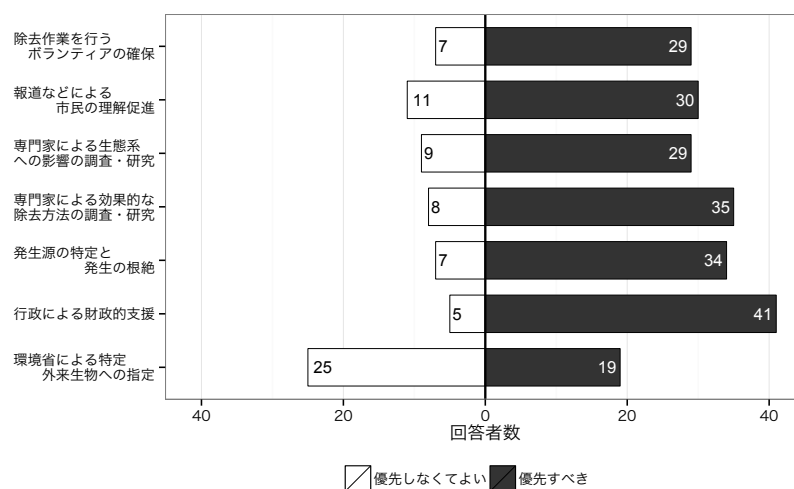


図 6.2 オオバナミズキンバイの防除活動における優先項目

い。本節では、一時的な防除活動の参加ではなく、防除活動の継続性を確保するにあたって、本種の特定外来生物への指定を含め、彼らがどのような外部支援を求めているかについて確認する。

調査票では、「オオバナミズキンバイの除去に関して、今後、優先すべきことと、優先しなくてよいことはどれですか」と尋ね、それぞれ2つまで選ぶ複数回答形式の質問を設けた。選択肢は、NPO 法人の調査協力者に対する事前のヒアリング調査を踏まえ、以下の8項目とした。

- (1) 除去作業を行うボランティアの確保
- (2) 報道などによる市民の理解促進
- (3) 専門家による生態系への影響の調査・研究
- (4) 専門家による効果的な除去方法の調査・研究
- (5) 発生源の特定と発生の根絶
- (6) 行政による財政的支援
- (7) 環境省による特定外来生物への指定
- (8) その他

これらの選択肢のうち、(8)の「その他」については、1人が「優先すべきこと」として選択し、2人が「優先しなくてよいこと」として選択した。それぞれの回答者数は、具体的に内容を特定した(1)から(7)までの選択肢を選択した回答者数と比較して、少なかったことから、以下では、「その他」の項目を省略して考察する。

上記の質問に対する回答結果を図6.2に示した。同図より、「行政による財政的支援」が「優先すべき」という回答が最も多く、「優先しなくてよい」とい

う回答が最も少なかったことから、これらの選択肢の中で、優先度が最上位に位置づけられていると解釈できる。すなわち、防除活動に必要な資材等に少なからず費用が発生するため、まったくのボランティアとしての活動には限界があり、国や地方自治体による助成等が求められている⁹⁾。

「行政による財政的支援」の他には、「専門家による効果的な除去方法の調査・研究」と「発生源の特定と発生の根絶」が続き、「除去作業を行うボランティアの確保」という順で優先度が低下するものの、大きな差は存在しないことがわかった。ただし、「報道などによる市民の理解促進」という選択肢に対して、「優先しなくてよい」という回答が相対的に多いことがわかった。外来生物法では、「国は、教育活動、広報活動等を通じて、特定外来生物の防除等に関し、国民の理解を深めるよう努めなければならない」という国民の理解に関する条文（第28条）が存在する一方で、現場の意識としては、国民の理解の優先順位は必ずしも高いとは言えない。

一方、「環境省による特定外来生物への指定」は、「優先しなくてよい」とした回答者が「優先すべき」とした回答者を上回っており、他の選択肢とは逆の結果を示している。現行の外来生物法では、NPO法人等が特定外来生物の防除活動に取り組む際には、事前に環境大臣の確認・認定を受けなければならない一方で、特定外来生物への指定により、防除活動そのものが有利に進められるようになるわけではない。むしろ、事前に環境大臣の確認・認定を受けずに防除活動に取り組むと、本種を生きのまま移動させること等が外来生物法の観点から違法行為になるため、何らかの制約が発生することも懸念される。このため、現場の意識では、防除対象種の特定外来生物への指定には、特別な利点が見出されていないと解釈できる¹⁰⁾。

⁹⁾ アンケート調査票作成にあたって、当初は、「行政による財政的支援」の対になるものとして、「本種を捨てた人を特定し、除去にかかったお金を補償して欲しい」といった防除費用の原因者負担に関する質問項目も用意していた。しかしながら、NPO法人の調査協力者との間で設けられた調査項目に関する事前の話し合いの中で、これらの質問項目は削除することとなった。主な削除理由は、原因者を特定するというものの非現実性に由来していた。このため、ここでは防除費用の原因者負担に対する回答者の意識との比較の上で、行政による財政的支援の必要性を議論するまでには至らなかった。この点については今後の課題とする。

¹⁰⁾ 仮に本種を琵琶湖や河川に意図的に捨てる者がいた場合は、その者に対して罰則を与えることが特定外来生物への指定によって可能となり得るが、実際にはそうした者がいるかどうか不明であることが、これら優先項目に関する回答結果に影響した可能性は否定できない。NPO法人の調査協力者に対するヒアリング調査によると、現場では、本種が広範囲に繁茂している現象は、本種そのものの繁殖力によるものと認識されていることがわかった。このため、防除対象種を意図的に捨てている者がいることが明確である場合には、異なった結果が得られるかもしれない。他の事例との比較し、これらの結果についてより理解を深めることは、今後の課題とする。

6.5 むすび

本章では、オオバナミズキンバイを事例として、侵略的外来種の防除活動への参加要因について考察した。

環境保全活動に取り組む NPO 法人の会員を対象に実施したアンケート調査結果の分析から、防除活動への参加には、一般的かつ抽象的な概念である生物多様性に関する知識ではなく、防除対象となる外来種に関する知識、外来種の完全防除を目標にしているか否か、日常的な環境保全活動を実施する程度、そして、移動手段として自動車を使わない人にとっての防除活動の実施場所までの距離が影響を及ぼすことが明らかになった。これらのことから、NPO 法人として本種の防除活動への参加を会員に促すためには、侵略的外来種に関する知識を会員間でより一層共有すること、防除活動実施に伴い遠方の会員の移動手段を確保することが有効であると言える。

以上の分析において、物理的な移動距離だけでなく、日常生活と解決すべき環境問題との間にある心理的な距離が、侵略的外来種の防除活動への参加要因と関係することが示唆された点が注目に値する。ただし、これらの関係についてのより詳細な検討は、今後の課題として残される。

さらに、防除活動の継続性確保にあたって必要とされる外部支援については、国や地方自治体による財政的支援や防除方法の効率化等を求める一方で、本種の特定外来生物への指定については相対的に求められていないことがわかった。外来生物法によって特定外来生物に指定しなくとも、地域固有の生物多様性問題を引き起こす可能性のある侵略的外来種に対する防除活動は、その地域において自発的に生じる可能性があり、いったんこうした活動が実施されるようになれば、外来生物法による規制よりも、財政的支援や防除方法の効率化による活動内容の支援が求められることが明らかになった。

第7章

在来種の生息地を再生する農業の普及過程と各集落の取り組み水準

7.1 はじめに

近年、生物多様性の保全とその持続可能な利用が注目されている。これに伴い、生物多様性に配慮した取り組みが企業の社会的責任であるとする認識が広まってきた(環境省, 2010)。農業においても例外ではなく、農産物の生産過程において在来種の生息地を再生する取り組みが一部でなされている(養父, 2005)。在来種の生息地を再生する農業の事例として、兵庫県豊岡市のコウノトリ育む農法、新潟県佐渡市の生きものを育む農法、滋賀県の魚のゆりかご水田等が挙げられる。いずれの取り組みもまだ始まったばかりであり、これらの新しい取り組みが今後どのような普及過程をたどり、どの程度持続するのかについて不明な点は多く、その普及促進に対する政策的支援のあり方も明確であるとは言い難い。

在来種の生息地を再生する農業には、個々の農家レベルでの取り組みと、一定の地域全体としての取り組みの2種類がある(養父, 2005)。このため、在来種の生息地を再生する農業の普及過程において、農家レベルでの取り組みと集落レベルでの取り組みは同一地域に共存する可能性がある。前者は農家レベルでの単独の意思決定によって取り組むか否かが決まる一方、後者には集落レベルでの意思決定が伴う。在来種の生息地を再生する農業は慣行農業と比較して作業量が増加し、取り組む農家にとってはコスト高となるため、農産物の価格プレミアムの存在が普及の要因となり得る(大沼・山本, 2009)。また、松下(2009)では、農地・水・環境保全向上対策に関連する共同活動の実施率が社会関係資本の蓄積によって高まることが示されており、当該集落における社会関係資本の蓄積が在来種の生息地を再生する農業の普及を促進させる可能性が考

えられる。

これまで、農業技術や高収量品種の普及過程を対象とした研究が多くなされてきた (Rogers, 1962; Sunding and Zilberman, 2001)。これら先行研究におけるイノベーションの採用主体は農家であり、その普及は農家レベルでの意思決定に依存している。一方、普及過程を地域的広がりとして捉えることにより、農家は自身の経験だけでなく、成功した農家や近隣の農家といった他者から影響を受け、彼らの行動を模倣することが明らかにされている (Case, 1992; Pomp and Burger, 1995; 藤栄ら, 2010)。また、組織的意思決定を扱う研究では、組織が既存事業における経験を積むにつれて、新技術が採用されにくくなることが指摘されてきた (Christensen, 1997)。しかしながら、集落の属性が、在来種の生息地を再生する農業の普及過程にどのような影響を及ぼすかについては明らかにされていない。

そこで、本章では、滋賀県における魚のゆりかご水田を事例として、在来種の生息地を再生する農業の普及過程を整理するとともに、その取り組み水準に影響を及ぼす集落の属性を明らかにする。

7.2 魚のゆりかご水田の普及過程

7.2.1 魚のゆりかご水田の概要

排水路から水田への魚類の遡上を可能にするための魚道を設置する取り組みが、滋賀県内の一部の集落でみられる。この魚道を設置した水田は魚のゆりかご水田と呼ばれている。この取り組みの目的は、圃場整備によって分断された琵琶湖と水田との間の魚類の移動を再現することにより、琵琶湖湖辺域における生物多様性を回復することにある。この背景には、琵琶湖に生息する外来魚の影響による在来魚の減少に加えて、在来魚の繁殖および成育の場としての水田機能の重要性が認識され始めたことが挙げられる。そこで、滋賀県農村振興課や水産試験場等を中心とする魚のゆりかご水田プロジェクトが 2001 年度に発足し、当該農業の普及に向けた取り組みが始まった (田中, 2006)。

このプロジェクトの活動として、最初の 3 年間は、魚類の繁殖の場としての水田機能の検証が行われた。この結果、水田における稚魚の生存率が琵琶湖と比較して高いことが確認された。また、同期間に、「排水路階段堰上げ工+水田魚道排水柵」方式の魚道としての有効性が検討された。しかし、この方式では、田植えから中干しままでの期間にまとまった降雨がない場合、水田への産卵親魚の遡上はほとんどみられないことがわかった。そのため、2004 年度からは、圃場整備前の水田に魚類が遡上していた状態を再現するため、排水路と水田の水面を同水準にする方式が検討された。これは「排水路堰上式水田魚道」方式によって実現され、産卵親魚の遡上および稚魚の流下において上述の方式

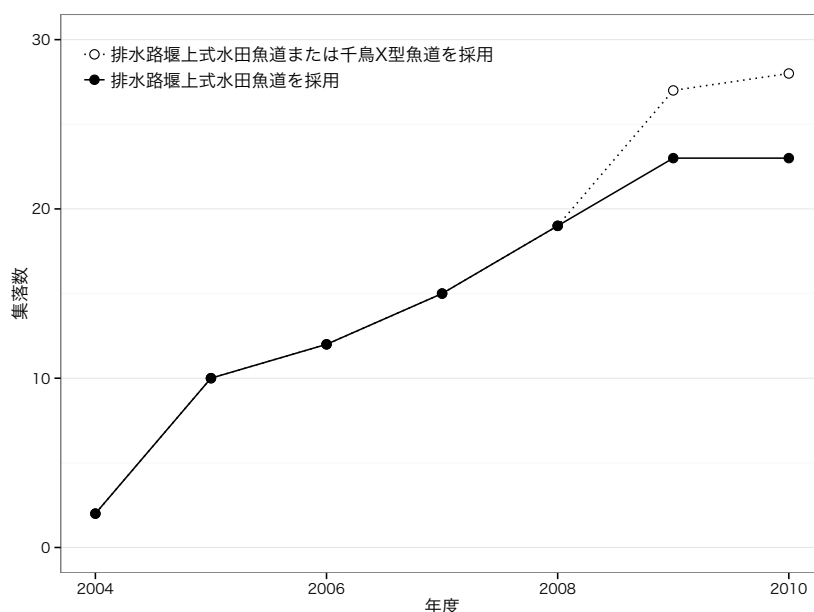


図 7.1 魚のゆりかご水田に取り組む集落数

出所：滋賀県農政水産部農村振興課にぎわう農村推進室作成資料（H22 魚のゆりかご水田実施見込面積）に基づいて作成。

に対する優位性が確認された。この結果、魚のゆりかご水田プロジェクトによって、排水路堰上式水田魚道の設置が推奨されるに至った。

排水路堰上式水田魚道による魚のゆりかご水田は、排水路の水位を高く保つことから、同一の排水路を共有する水田（以下、農区）をひとつの単位として取り組む必要がある。このため、同方式による魚のゆりかご水田の取り組みには、当該農区の水田の耕作者全員の合意ないし集落全体の合意が必要となる。

7.2.2 取り組み集落数の推移からみた普及

2004 年度に 2 集落で実験的な取り組みが始まった魚のゆりかご水田は、取り組み集落数を毎年増加させ、2010 年度までに新たに 29 の集落が取り組みを開始した。ただし、この間に、取り組みを開始したものの、翌年ないし数年後に中止した集落が 3 つある。このため、2010 年度の取り組み集落数は 28 となる。魚のゆりかご水田の取り組み集落数の推移を図 7.1 に示す。

図 7.1 から、排水路堰上式水田魚道を採用した集落数は、年度の経過とともに増加していることがわかる。ただし、2009 年度以降はその伸びが停滞している。一方、千鳥 X 型魚道を採用した魚のゆりかご水田が 2009 年度に現れ、近年の取り組み集落数の増加に貢献している。千鳥 X 型魚道とは、排水路と水田とを直接結ぶ魚道のことであり、類似の取り組みが行われている他県から導入された。この方式の魚道は、排水路の水位を高く保つ必要がなく、排水路

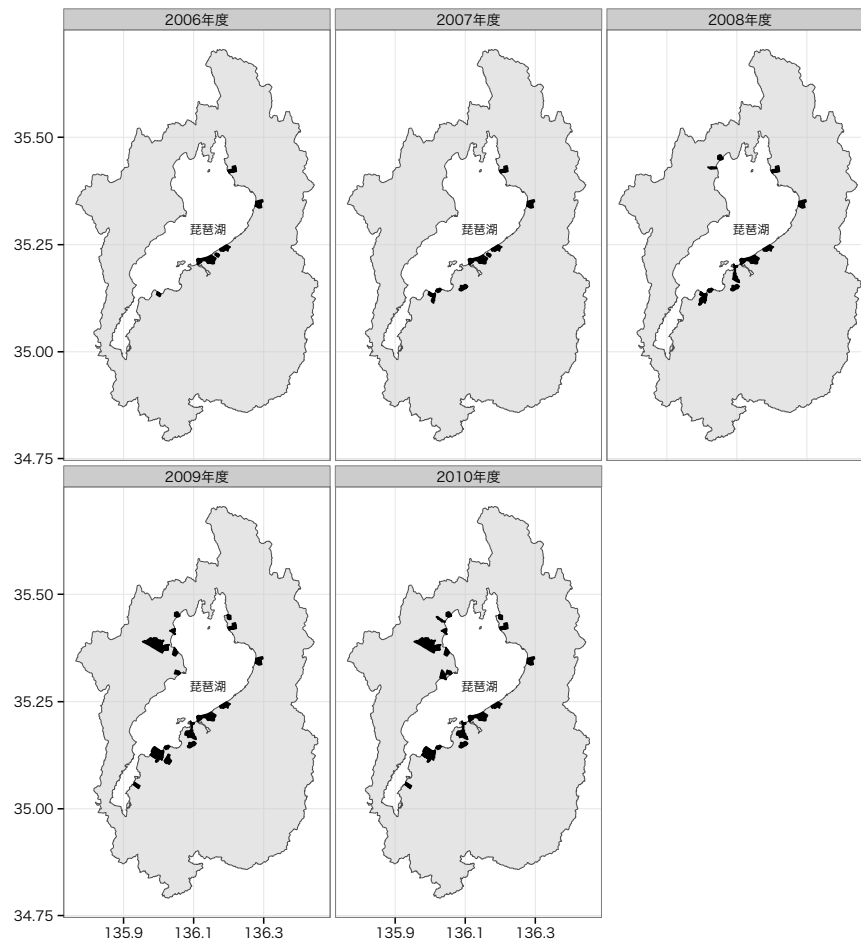


図 7.2 取り組み集落の位置

出所：図 7.1 に同じ。地図データには，農林水産省大臣官房統計部編『2010 年農業集落地図データ CD-R 版』（農林統計協会）を用いた。

管理において周囲の水田に影響を及ぼさないことから，農家レベルでの意思決定により設置可能であり，集落の合意形成は必要とされない。

魚のゆりかご水田の取り組み集落の地理的位置を図 7.2 に示した。図では，各年度における取り組み集落を黒色で塗りつぶした。同図から，ある年度に取り組みを開始した集落の周辺の集落が，翌年度以降に取り組みを開始している大まかな傾向が読み取れる。このため，魚のゆりかご水田に取り組む各集落は，その近隣集落の影響を受けて取り組みを開始していることが推測できる。

7.2.3 取り組み面積の推移からみた普及

次に，各年度の魚のゆりかご水田の取り組み面積の推移を図 7.3 に示す。なお，取り組み面積のデータは 2006 年度以降のみ利用可能である。まず，魚の

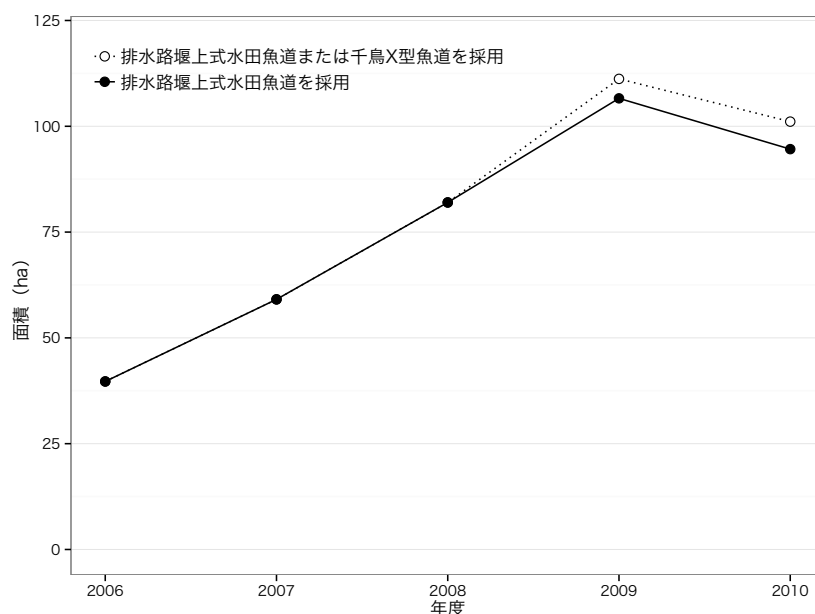


図 7.3 魚のゆりかご水田への取り組み面積

出所：図 7.1 に同じ。

ゆりかご水田の取り組み面積は 2006 年度の 39.7ha から 2009 年度の 111.2ha に増加し、その後、2010 年度には 101.1ha へと減少した。2006 年度から 2009 年度にかけて取り組み面積が増加した要因として、2006 年度の滋賀県による魚のゆりかご水田環境直接支払いパイロット事業交付金と、2007 年度以降の農地・水・環境保全向上対策交付金が挙げられる。また、2006 年度に滋賀県が「魚のゆりかご水田米」を商標登録することにより、販売面でのブランド化が図られている。これらの施策が普及を促進させたと考えられる。

一方、2009 年度から 2010 年度にかけて取り組み面積が減少した理由として考えられるのは、ブロックローテーションによる集団転作である。集落がブロックローテーションを実施する場合、転作に割り当てられた農区では、魚のゆりかご水田に取り組むことができない¹⁾。このため、当該集落は、一時的に魚のゆりかご水田の取り組みを休止するか、あるいは、転作に割り当てられていない農区を対象として取り組みを継続するか、いずれかの対応を迫られる²⁾。図 7.1 を踏まえると、図 7.3 において 2009 年度まで取り組み面積に減少が見られなかったのは、ブロックローテーションによる減少分よりも、新規取り組

¹⁾ 滋賀県では、ブロックローテーションによる集団転作に利用される作物は、麦が一般的である。湿害の影響を受けやすい麦作では排水対策が重要となるため、排水路の水位を高く保つ魚のゆりかご水田の対象農区の一部の水田で転作を実施することは現実的ではない。

²⁾ 実際、複数の集落におけるヒアリング調査の結果、ブロックローテーションに伴って、取り組みを一時休止する集落と対象農区を変更する集落のそれぞれの存在が確認された。

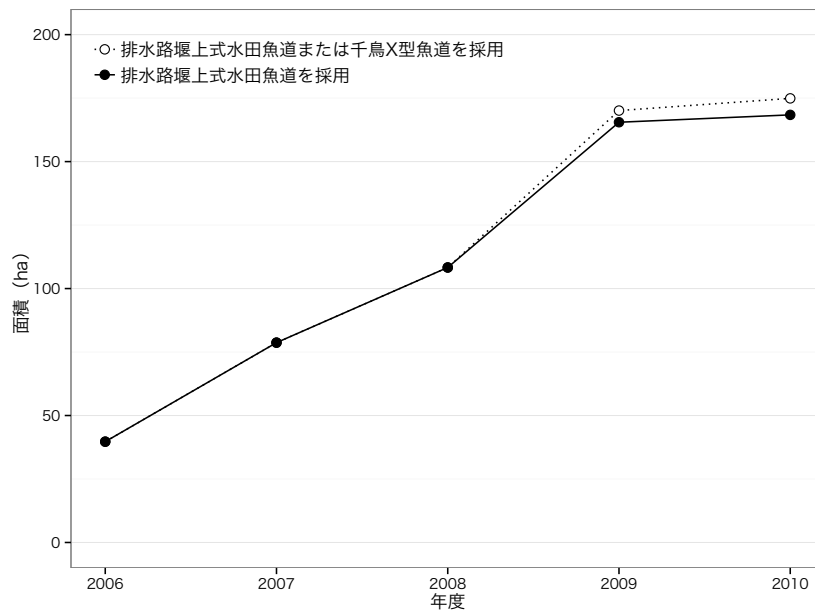


図 7.4 魚のゆりかご水田の累積取り組み面積

出所：図 7.1 に同じ。

み集落による面積の増加分の方が大きかったためであることが推測できる。

ただし、一度、魚のゆりかご水田の取り組み対象となった農区は、転作の割り当てから外されると、再び取り組みの対象となる可能性がある³⁾。図 7.4 には、魚のゆりかご水田の累積取り組み面積の推移を示した。ここに示した累積取り組み面積とは、魚のゆりかご水田に取り組む集落の中で、当該年度までに魚のゆりかご水田の対象となったことのある水田の合計面積を指す。累積取り組み面積でみると、魚のゆりかご水田は 2006 年度の 39.7ha から 2010 年度の 184.6ha へと毎年増加している。累積取り組み面積を取り組み集落の全水田面積で除した値（以下、取り組み水準）を図 7.5 に示す。

取り組み水準は、2006 年度の 4.6% から 2010 年度の 9.4% へと増加傾向にある。千鳥 X 型魚道採用集落を除くと、2010 年度には 10.7% まで増加している。この取り組み水準は、取り組み集落全体における魚のゆりかご水田の普及の程度を表しており、これを集落ごとにみた場合、各集落内部での普及の程度が示されることになる。全体として増加傾向にある取り組み水準は、排水路堰上式水田魚道の採用集落に限定しても、2010 年度時点で最小 1.4%、最大

³⁾ 排水路堰上式水田魚道を設置するためには、排水路の形状に合わせた、その排水路専用の堰板を用意する必要がある。また、排水路に堰板を固定するための形鋼等を設置する必要があり、中干しに伴う堰板撤去後も通常これらは撤去されない。このため、一度、魚のゆりかご水田の取り組み対象となった農区は初期投資がなされており、翌年度以降は他の水田よりも優先的に取り組みの対象となるはずである。この傾向は、複数の集落におけるヒアリング調査によって確かめられた。

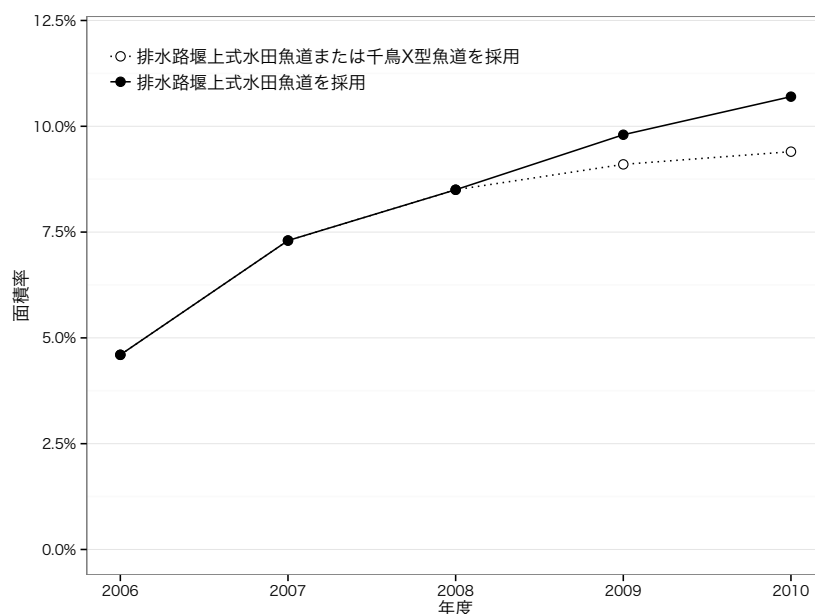


図 7.5 魚のゆりかご水田の取り組み水準

出所：滋賀県農政水産部農村振興課にぎわう農村推進室作成資料（H22 魚のゆりかご水田実施見込面積）および 2000 年農林業センサス農業集落カードに基づいて作成。

78.9%と集落ごとにさまざまである。このことは、いったん取り組みを開始した集落であっても、その後の集落内部での普及の程度は集落間でかなり差があることを意味している。そこで次節では、この取り組み水準が集落のどの属性によって影響を受けるのかについて、計量分析により明らかにする。

7.3 取り組み水準に影響を及ぼす集落の属性

分析に用いるデータセットは 2 種類ある。魚のゆりかご水田に取り組む集落およびその面積については、2010 年に滋賀県農政水産部農村振興課にぎわう農村推進室によって作成された資料（H22 魚のゆりかご水田実施見込面積）を用いる。この資料には、2006 年度から 2010 年度までの 5 年間の 31 集落の取り組み面積が記載されている。ただし、これらの集落のうち排水路堰上式水田魚道を採用していない 5 集落はサンプルから除外し、26 集落のデータのみを分析に用いる。

一方、取り組み水準の分母となる各集落の水田面積および各集落の属性については、2000 年世界農林業センサス農業集落カードのデータを用いる。より新しい 2005 年農林業センサス農業集落カードも存在するが、利用可能なデータが制限され、後述の説明変数のほとんどが使えないため、次善の策として 2000 年世界農林業センサス農業集落カードのデータを用いる。

分析に用いる変数を表 7.1 に要約した。非農家率の上昇は、取り組みに伴う

表 7.1 説明変数の定義と記述統計量

変 数	定 義	平 均	標準偏差
取り組み水準	累積取り組み面積 (ha) [†] / 全水田面積 (ha) × 100	6.882	11.525
非農家率	非農家数 (戸) / 総戸数 (戸)	0.632	0.133
中高年農家人口比率	農家人口男 30～59 歳 (人) / 農家人口男計 (人)	0.374	0.033
高齢農家人口比率	農家人口男 65 歳以上 (人) / 農家人口男計 (人)	0.226	0.045
大規模農家率	経営耕地面積規模別農家数割合 3.0ha 以上 (%)	10.015	6.961
入作割合	水田面積に占める入作の割合 (割) [‡]	0.846	1.067
寄り合い回数	寄り合いの開催回数 (回/年)	13.346	10.260
ブロックローテーション	ブロックローテーションとしての集団転作への取り組み (あり=1, なし=0)	0.885	0.321
市町村内取り組み集落数	同一市町村内の前年度の魚のゆりかご水田の取り組み集落数 [†]	2.669	2.172
ブランド米販売	「魚のゆりかご水田米」としての販売 (あり=1, なし=0) [†]	0.185	0.389

注：†は、滋賀県農政水産部農村振興課にぎわう農村推進室資料（H22 魚のゆりかご水田実施見込面積）より算出した。市町村内取り組み集落数の市町村区分には 2010 年度のものを用いた。その他の変数には、2000 年世界農林業センサス農業集落カードのデータを用いた。

‡は、農業集落カードの「耕地の経営形態別面積割合 (割)」の「田」のうちの「集落外の事業体における個別経営 (入作)」の数値 (0 以上 10 以下の整数) を用いた。

追加的コストを農家が負担する一方で、農地・水・環境保全向上対策交付金は集落全体で受給することから、集落内の不公平性を高める可能性があり、このことに対する抵抗が取り組み水準の低下をもたらすかもしれない。中高年農家人口比率と高齢農家人口比率については、経験を積み慣行農業に固執する高齢層の相対的増加が取り組み水準を低下させる一方で、そのような経験が比較的少なく慣行農業に固執しない中高年層の相対的増加は取り組み水準を高めると考えられる。また、作業の効率性を優先させる大規模農家は、魚のゆりかご水田の取り組みに消極的であり、取り組み水準を低下させる可能性がある。入作割合が高まると、集落内部の意思決定のみで魚のゆりかご水田の取り組みを決めることが難しくなることから、取り組み水準は低下する可能性がある。寄り合い回数の増加は、社会関係資本の蓄積を通して、取り組み水準を高める可能性がある。ただし、累積取り組み面積を指標として用いることから、ブロックローテーションによる集団転作を実施している場合、取り組み水準は高まる可能性がある。

また、農家レベルでの普及過程を扱った先行研究と同様に、集落レベルでの意思決定においても模倣が生じるならば、同一市町村内の取り組み集落数の増加は、取り組み水準を高める可能性がある。さらに、取り組みのインセンティブとして、魚のゆりかご水田で生産された米と慣行栽培米との価格差を考慮に

表 7.2 取り組み水準に影響を及ぼす集落の属性

	モデル 1			モデル 2	
	係 数	標準誤差		係 数	標準誤差
非農家率	-8.819	18.441			
中高年農家人口比率	117.465	59.976 *		102.873	58.365 *
高齢農家人口比率	47.974	51.498			
大規模農家率	0.234	0.292			
入作割合	1.239	1.941			
寄り合い回数	0.367	0.194 *		0.315	0.191 *
ブロックローテーション	-3.308	6.093			
市町村内取り組み集落数	0.916	0.609		1.036	0.584 *
ブランド米販売	10.792	3.104 ***		10.834	3.030 ***
2007 年度ダミー	3.355	2.596		3.312	2.586
2008 年度ダミー	4.550	2.678 *		4.471	2.665 *
2009 年度ダミー	8.839	2.659 ***		8.674	2.640 ***
2010 年度ダミー	8.719	2.740 ***		8.419	2.706 ***
定数項	-60.102	28.047 **		-48.419	22.689 **
観測数		130			130
(uncensored, censored)		(92, 38)			(92, 38)
対数尤度		-357.369			-358.667
Wald chi2		63.11			60.35
Prob > chi2		0.000			0.000

注：***, **, *はそれぞれ 1%, 5%, 10% 水準で統計的に有意であることを示す。

入れるべきであるが、現状では前者の流通量はわずかであり、各集落の販売価格等のデータは入手できない。そこで、滋賀県が商標登録しているブランド「魚のゆりかご水田米」として当該米を販売しているか否かを説明変数として採用する。

被説明変数として用いる各集落の取り組み水準は、ゼロで打ち切られ、負になることはない。このため、分析にはランダム効果トービット・モデルを用いる。推定結果は表 7.2 に示すとおりであった。表 7.2 の左列にすべての説明変数を用いたモデル（モデル 1）の推定結果を示し、右列にモデル 1 で有意とならなかった説明変数を除外したモデル（モデル 2）の推定結果を示した。

まず、中高年農家人口比率の係数は正かつ有意となった。したがって、農家人口に占める中高年農家人口比率が高くなるほど、取り組み水準は高くなった。一方、高齢農家人口比率は取り組み水準に影響を及ぼすとは言えなかった。このことから、慣行農業における経験が相対的に少ない中高年層は、新しい取り組みに対して積極的な傾向にあることがわかる。このことは、経験を積んだ既存企業では新技術の採用が起こりにくいことを指摘した Christensen (1997) と整合的である。

次に、寄り合い回数の係数は正かつ有意となった。したがって、寄り合いを通して社会関係資本が蓄積されているほど、新たな取り組み対象農区の決定に

関する集落の合意形成が容易となり、取り組み水準を高めることがわかる⁴⁾。このことは、集落の共同活動の実施率が社会関係資本の蓄積によって高まることを示した松下 (2009) の結果と整合的である。

また、市町村内取り組み集落数の係数は正かつ有意となった。したがって、同一市町村内の前年度の魚のゆりかご水田の取り組み集落数が多いほど、当該集落の取り組み水準が高まることがわかった。Case (1992) 等において農家間で観察された他者からの影響は、集落レベルでの意思決定においても同様に観察されることが明らかになった。

一方、ブロックローテーションの係数は有意とはならなかった。このことから、ブロックローテーションとしての集団転作への取り組みの有無は、当該集落の取り組み水準に影響を及ぼすとは言えないことがわかる。したがって、取り組み水準の計算に累積取り組み面積を用いることが、各集落の取り組み水準を過大評価する可能性は低い。

最後に、ブランド米販売の係数は正かつ有意となった。したがって、ブランド米として販売することで、慣行栽培米に対する価格プレミアムを実現している集落は、取り組み水準が高まることがわかる⁵⁾。

7.4 むすび

普及過程に関する先行研究で扱われる普及の対象は、多くの場合、新しい農業技術や高収量品種であり、これらは農家レベルでの取り組みが一般的である。このため、普及過程に関する分析では、当該農業技術や高収量品種の採用者数あるいは採用時期が主な関心事となる。一方、本章で対象とした魚のゆりかご水田の場合、集落レベルでの取り組みと農家レベルでの取り組みとが共存する。したがって、取り組み開始時期について検討するだけでなく、各集落の取り組み水準（すなわち、集落内部における普及）も考慮に入れて、普及過程を分析する必要がある。

各集落の取り組み水準に影響を及ぼす要因の分析結果から、中高年農家人口比率が高く、寄り合い開催により社会関係資本が蓄積されており、近隣の取り組み集落数が多く、当該米をブランド米として販売している集落では、取り組み水準が高まる傾向にあることを明らかにした。この結果より、在来種の生息地を再生する農業の普及促進に向けた政策的支援として、寄り合いの開催回数の少ない集落に対して寄り合い開催の推進、および、ブランド米として販売す

⁴⁾ 魚のゆりかご水田の取り組みに向けて寄り合いが開催された可能性が考えられるが、本章の分析では、寄り合い回数として 2000 年度のデータを用いているため、2004 年度以降に開始された魚のゆりかご水田に関する推定結果に内生性のバイアスは生じない。

⁵⁾ ブランド米販売については、推定結果において内生性の問題が生じている可能性がある。そこで、この変数を除外して推計を行った。その結果、推定結果の有意性や符号に違いは見られず、内生性が推定結果にバイアスをもたらす可能性は低いと考えられる。

るための環境整備の有効性が示唆される。

終 章

結論および含意

終.1 各章の要約

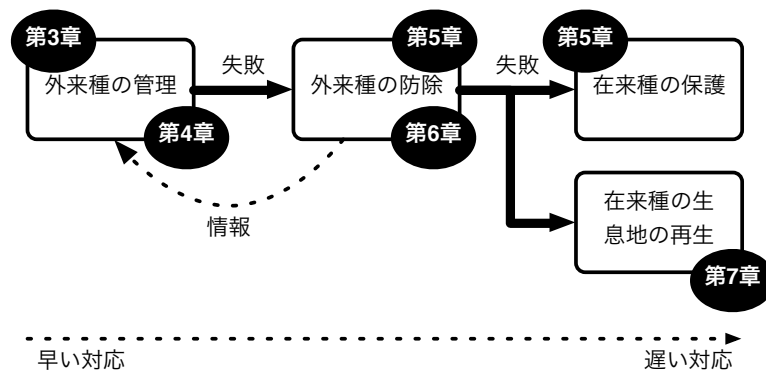
本研究の課題は、外来種問題に対する意識と行動に影響を及ぼす要因を、農業生産者と NPO 会員を対象として、明らかにすることであった。序章では、本研究の課題を明確にし、論文の構成について述べた。

第 1 章では、外来生物法を中心に、日本の国内法にみられる外来種問題への対応について整理し、その後、環境法における外来生物法の特殊性について述べ、最後に、外来種問題の解決に向けた市民による取り組みに言及した。本論文の事例分析で取り上げる取り組みに関する基本的な事実関係については、第 2 章で述べた。第 3 章以降で扱う事例は大きく 3 つに分類された。第 1 に、施設栽培トマトの花粉媒介昆虫として外来種であるセイヨウオオマルハナバチが使用され始めてからしばらくして、外来生物法の規制対象となる特定外来生物に指定された事例であり、第 3 章および第 4 章で扱った。第 2 に、外来種のオオバナミズキンバイが琵琶湖の湖面に繁茂し始めたことを背景として、地元の環境保全活動に取り組む NPO 法人が中心となって本種の防除活動が実施され始めた事例であり、第 6 章で扱った。そして第 3 に、琵琶湖における外来魚の増加等を原因とする在来魚の減少を背景として、農業と関係した在来種の生息地再生の取り組みが始まった事例であり、第 7 章で扱った。

続く各章では、第 2 章で述べた背景に基づいた外来種問題の解決に向けた取り組みの事例について、詳細に分析した。序章において外来種問題への対応の枠組みを示した図序.1 (p. 3) に各章の役割を加筆すると、図終.1 のようになる。

第 3 章では、施設栽培トマトの花粉媒介昆虫としての在来種マルハナバチの採用に影響を及ぼす要因について考察した。すなわち、外来種の管理に関連する取り組みにおける、農業生産者の行動に関する分析を行った。

愛知県のトマト生産者に対するアンケート調査に基づいた分析の結果、在来



図終.1 外来種問題への対応の枠組みにおける各章の役割

種マルハナバチの採用には、外来種がもたらす生態リスクについて知り、納得したいという生産者の知的欲求や、外来種であるセイヨウオオマルハナバチの使用経験、マルハナバチ使用による労働力削減の恩恵を受けたことが影響することが明らかになった。生産者の知的欲求を満たすために、生態学等の専門家と生産者によるリスク・コミュニケーションの機会を設けることが、在来種マルハナバチへの採用を促進する可能性が示唆された。また、過去にセイヨウオオマルハナバチを使用した経験が、在来種マルハナバチの採用を妨げる要因となっている可能性が示唆された。さらに、セイヨウオオマルハナバチの使用によって労働力削減の恩恵を強く認識する場合、外来種か在来種かにこだわりなく、マルハナバチの使用を継続したいと生産者が考えることが示唆された。

加えて、トマト生産者は、在来種を実際に使用することにより、在来種の相対的劣位性を学習していることがわかった。この在来種の相対的劣位性に対しては、セイヨウオオマルハナバチの使用がトマトの収穫量に貢献したと考える生産者ほど、在来種マルハナバチの評価が厳しくなることがわかった。また、ミニトマトと比較して相対的に花の数が少ないトマトの生産者は、ハチの活動場所に注意を払い、訪花することなく受粉のために働かない在来種の評価を低くすると考えられた。さらに、高齢者による保守的な思考は、在来種の外見を理由に、花粉媒介昆虫として不適格だと判断する可能性が示唆された。

第4章では、市民参加によるセイヨウオオマルハナバチのモニタリング活動が、トマト生産者による逃亡防止の努力に関するモラル・ハザードを、心理的罰則を通して抑制する可能性について考察した。すなわち、農業生産者が外来種の管理に失敗した結果、市民によって外来種の防除活動が行われるとともに、活動結果に関する情報が農業生産者にフィードバックされるような状況において、農業生産者の意識に関する分析を行った。

北海道のトマト生産者に対するアンケート調査に基づいた分析の結果、モニ

タリング活動によるネガティブな結果が、地域に対する不名誉という連帯責任に基づいた心理的罰則を、生産者に与え得ることが明らかになった。また、生産者が感じる心理的罰則を強めるためには、モニタリング活動により多くの市民を巻き込むことが効果的であることが示唆された。

第4章の結果は、逃亡防止の努力に関する直接的な監視コストを規制当局が負担せずとも、トマト生産者によるモラル・ハザードを抑制する可能性を示していることから、市民参加によるモニタリング活動は、外来生物法による規制を補完するものとして、重要な役割を担っていると考えられた。

第5章では、外来種の防除と在来種の保護に対する意識に影響を及ぼす要因について考察した。ここでは、限られた予算の下で、生態系への不可逆的な被害を阻止するためには、生物種に対して何らかの優先順位を付ける必要があるという現実認識に基づいて、特定の事例を用いることなく複数の生物種を提示し、外来種の防除と在来種の保護に対するNPO会員の意識に関する分析を行った。

滋賀県に拠点を置くNPO法人の会員に対するアンケート調査に基づいた分析の結果、外来種の防除と在来種の保護に対する人々の意識には、彼らの年齢や生物多様性に関する知識だけでなく、幼少期の体験や生物の生息地と居住地との距離が関係している可能性が示唆された。とくに、先行研究において指摘されつつも詳細に検討されていなかった日本人の魚類に対する関心の高さについて、琵琶湖における幼少期の体験の記憶という観点から、人々の外来種の防除意識等に影響を及ぼしている可能性が確認できたことは意義深い。ただし、生物の分類群ごとの分析によって、防除ないし保護に対する意識に影響する要因が分類群間で異なることが見出されたものの、その因果関係のうちのいくつかは明言するに足る証拠が提示できなかった。これらの結果を踏まえ、外来種の防除と在来種の保護に対する意識について、より多くの分類群ないし生物種を対象とした分析を蓄積していくことが今後求められる。

第6章では、オオバナミズキンバイを事例として、外来種の防除活動への参加要因について考察した。第4章では、市民によって外来種の防除活動が行われていることを前提に、外来種の管理の段階での分析を行ったのに対して、第6章では、この前提、すなわち、外来種の防除活動に参加する市民の特徴に接近することを目的に、NPO会員の行動に関する分析を行った。

環境保全活動に取り組むNPO法人の会員を対象に実施したアンケート調査結果の分析から、防除活動への参加には、一般的かつ抽象的な概念である生物多様性に関する知識ではなく、防除対象となる外来種に関する知識、外来種の完全防除を目標にしているか否か、日常的な環境保全活動を実施する程度、そして、移動手段として自動車を使わない人にとっての防除活動の実施場所までの距離が影響を及ぼすことが明らかになった。これらのことから、NPO法人として本種の防除活動への参加を会員に促すためには、侵略的外来種に関する

知識を会員間でより一層共有すること、防除活動実施に伴い遠方の会員の移動手段を確保することが有効であると言える。以上の分析において、物理的な移動距離だけでなく、日常生活と解決すべき環境問題との間にある心理的な距離が、侵略的外来種の防除活動への参加要因と関係することが示唆された点が注目に値する。

さらに、防除活動において必要としている支援については、国や地方自治体による財政的支援や防除方法の効率化等を求める一方で、本種の特定外来生物への指定については相対的に求められていないことがわかった。外来生物法によって特定外来生物に指定しなくとも、地域固有の生物多様性問題を引き起こす可能性のある侵略的外来種に対する防除活動は、その地域において自発的に生じる可能性があり、いったんこうした活動が実施されるようになれば、外来生物法による規制よりも、財政的支援や防除方法の効率化による活動内容の支援が求められることが明らかになった。

第7章では、滋賀県における魚のゆりかご水田を事例として、在来種の生息地を再生する農業の普及過程を整理するとともに、その取り組み水準に影響を及ぼす集落の属性を明らかにした。すなわち、外来種の管理に失敗し、さらに、外来種の防除にも失敗した結果、在来種の生息地の再生に取り組むような状況において、農業生産者の集合としての集落の行動に関する分析を行った。

普及過程に関する先行研究で扱われる普及の対象は、多くの場合、新しい農業技術や高収量品種であり、これらは農家レベルでの取り組みが一般的である。このため、普及過程に関する分析では、当該農業技術や高収量品種の採用者数あるいは採用時期が主な関心事となる。一方、第7章で対象とした魚のゆりかご水田の場合、集落レベルでの取り組みと農家レベルでの取り組みとが共存する。したがって、取り組み開始時期について検討するだけでなく、各集落の取り組み水準（すなわち、集落内部における普及）も考慮に入れて、普及過程を分析する必要があった。

各集落の取り組み水準に影響を及ぼす要因の分析結果から、中高年農家人口比率が高く、寄り合い開催により社会関係資本が蓄積されており、近隣の取り組み集落数が多く、当該米をブランド米として販売している集落では、取り組み水準が高まる傾向にあることを明らかにした。この結果より、在来種の生息地を再生する農業の普及促進に向けた政策的支援として、寄り合いの開催回数の少ない集落に対して寄り合い開催の推進、および、ブランド米として販売するための環境整備の有効性が示唆された。

終.2 含意および残された課題

外来種問題の解決に向けて、関係主体の意識と行動にどのように働きかけていくことが有効であるかについて、各章の分析結果より共通点して得られた含

意は、次の4つに整理できる。

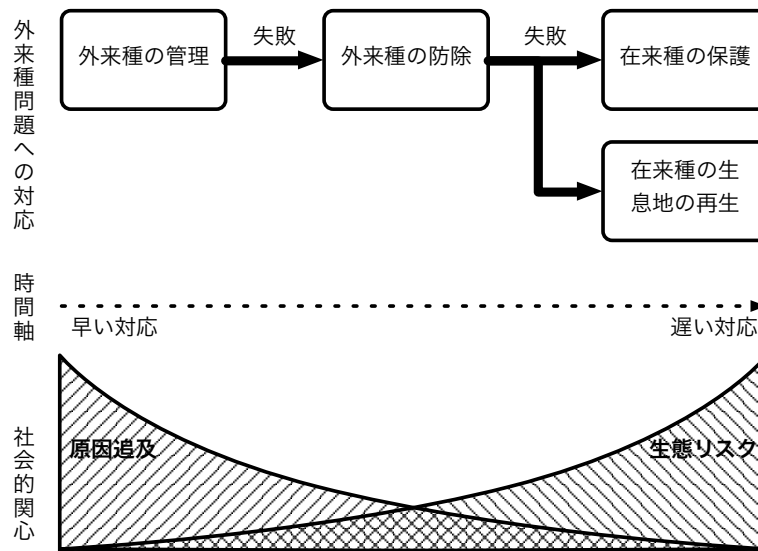
- 情報提供
- 技術的支援
- 金銭的支援
- 多様な市民の参加促進

まず、情報提供に関する働きかけである。外来種問題への対応をより早く実現するには、外来種防除の必要性の認識が在来種保護の必要性の認識と比較して低いことから、前者の認識を高めるために、関係主体に対して、生物多様性に関する理解を促進することが求められる。ただし、生物多様性の概念は抽象的であるため、実際の外来種の防除活動への参加を促すには至らない可能性がある。外来種の防除活動への自主的な参加を促すためには、関係主体に対して、外来種がもたらし得る生態リスクに関する情報を提供することが求められる。また、外来種根絶の必要性について訴えることは、関係主体の自主的な防除活動への参加を促すことにつながる。外来種の管理の段階で、外来種の使用によって便益を享受している関係主体には、彼らがもつ疑問に答えることにより、外来種がもたらし得る生態リスクに関する納得を促すことが求められる。また、外来種の防除活動の結果に関する情報公開は、外来種の管理の段階での緊張感を高めることを通して、外来種問題の発生の抑止につながる可能性がある。

次に、技術的支援に関する働きかけである。外来種の管理の段階で、外来種問題の発生を事前に防止するためには、関係主体に対して、外来種を使用しなくなることに伴う代替技術の導入に対する抵抗感を緩和するとともに、在来種の特性に関する相対的劣位性の認識を払拭し得る技術的支援が求められる。また、外来種の防除活動の段階では、関係主体による自主的な防除活動への参加の継続性確保のためには、外来種の効果的な防除方法や、生態系への影響に関する専門家による調査・研究が優先的に求められる。

さらに、金銭的支援に関する働きかけである。外来種の防除活動への参加の継続性確保のためには、活動に対する財政的支援が求められる。また、在来種の生息地の再生する農業への取り組みに関しても、関係主体が負担するコストに応じて、金銭的側面から報われることが必要となる。

最後に、多様な市民の参加促進に関する働きかけである。多様な市民に対して防除活動への参加を促すことによって、防除活動の結果に関する情報公開がもたらす外来種問題の発生の抑止効果は高くなる。ただし、日常的な環境保全活動の習慣のない関係主体は、外来種の防除活動には参加しないことに注意が必要である。また、現実問題として、外来種の防除活動への参加には、実施場所までの参加者の移動手段の確保が求められる。



図終.2 修正した外来種問題への対応の枠組み

こうした働きかけは、第1章で取り上げた外来生物法の特長性をうまく補いつつ、外来種問題の解決に貢献すると考えられる。市民による外来種問題解決に向けた取り組みが外来生物法を補完する役割を果たしていると高く評価できる場合、たとえ税金からの支出を伴ったとしても、外部からの支援は正当化される可能性がある。

ここで、図序.1に示した外来種問題への対応の枠組みを振り返る。第4章では、外来種の管理の段階に対して、外来種の防除活動結果に関する情報をフィードバックすることにより、外来種問題の発生抑止につながる可能性を明らかにした。また、第5章では、在来種に関連する過去の記憶が、現在の外来種防除と在来種保護の意識に影響を及ぼす場合があることを明らかにした。これらから時間軸に沿って外来種問題を考える意義が見出せる。また、同図中の時間軸は、外来種問題への対応が遅くなればなるほど、問題解決に時間とコストを要するだけでなく、生態リスクが顕在化するとともに不可逆的要素が顕著に表れることから、外来種問題への対応を可能な限り早めに行うことが重要であるという意味を持たせていた。一方、第6章の事例では、外来種問題の原因追及よりも、外来種の防除という目の前の問題解決への集中が観察されるとともに、第7章の事例では、外来種問題の原因はもはやほとんど関係なく、在来種の生息地の再生への取り組みが観察された。これらの結果から、時間軸をもった外来種問題の一連の流れを考慮に入れた総合的なアプローチの意義が確認されるとともに、外来種問題への対応の枠組みに若干の修正を加える必要性が生じた。修正した外来種問題への対応の枠組みを図終.2に示す。同図は、時

間の経過とともに、生態リスクが顕在化すると同時に、外来種問題の原因追及に対する社会的関心が薄れることを表現している。

本研究では、外来種問題に関する意識と行動について複数の事例に基づいて分析した。外来種問題への国際的関心の高まりに伴い、日本国内においても外来生物法を中心とする外来種問題への対応が進められてきた。外来種問題の解決には、こうした法整備を前提として、さまざまな関係主体が問題解決に向けた行動をとることが求められる。こうした関係主体の自主的な行動を促すためには、彼らの意識と行動の現状を明らかにする必要があるにもかかわらず、これらを明らかにした研究はこれまでほとんど存在しなかった。本論文では、まず、外来種問題への対応として、外来種の管理、外来種の防除、在来種の保護、在来種の生息地の再生を取り上げ、それぞれの関係を時間軸に沿って整理した。続いて、外来種問題への対応のそれぞれに該当する複数の具体的事例を取り上げ、関係者に対するヒアリング調査およびアンケート調査を通じて定量的な分析を試みた。主にデータ収集の都合から、農業生産者と NPO 会員を対象を限定したものの、導出された含意は今後の外来種問題への対応を考えるにあたって有益なものとなり得る。このように、外来種問題の解決に向けた複数の主体の意識と行動を明らかにした点において、本研究の果たした役割は大きいと言えよう。

これまで繰り返し述べたように、外来生物法における特定外来生物の指定の手続きにおいて、生態学等の専門家の意見が反映されるためには、生態系への悪影響に関する科学的知見が求められる。一方、外来種問題は地域ごとにさまざまであり、全国画一的な対応を待っている間に、不可逆性を伴う生態リスクが顕在化する可能性がある。各地域の住民は、自分たちの身の回りで起こっている外来種問題を含む環境問題の深刻さを直感的に理解しており、自主的な外来種問題解決の取り組みが表れることがあり、こうした取り組みを支援するような制度作りが求められるであろう。このような市民がもつローカル・ナレッジを専門家と共有する手法として、双方向のリスク・コミュニケーションという考え方が存在する(広瀬, 2014)。第5章の結論でも、専門家と農業生産者との間のリスク・コミュニケーションの必要性が見出されたことを踏まえると、このような生態学等の専門家と市民とが話し合いを持つ機会の必要性はより一層高まると考えられる。また、外来生物法によって、ある外来種は規制され、別の外来種は規制されないことに不満をもつ利害関係者は少なからず存在する(藤田, 2006)。こうした問題については、専門家によっても意見が分かれる可能性が考えられ、外来種問題への対応のみならず、外来種問題そのものの定義にも関わる重要な問題である。

本研究では、外来種や侵略的外来種という言葉について、辞書的な用法を採用した。しかしながら、外来種の定義として、国境という空間的境界、そして、明治という時間的境界にどのような意味があるのかについて疑問を投げか

ける人々が多い。また、生態学等の専門家の中には、外来種を含む類義語の使い分けが曖昧であることを危惧し、厳密に使い分けるよう指摘する者もいる (Colautti and MacIsaac, 2004; 松井, 2009; 村中, 2010)。さらに、同じ専門家であっても、環境変化に応じて意見が変わっていく場合もみられるであろう。Davis *et al.* (2011) は、気候変動等を原因として、外来種や在来種といった区分の意味が薄れてきているため、在来種であるかどうかよりも、それらが環境に及ぼす影響を評価する方が重要であると指摘している。

以上を踏まえて、より現実的な外来種問題の解決のあり方について検討することは、今後の課題とする。

参考文献

- Bell, Sandra, Mariella Marzano, Joanna Cent, Hanna Kobierska, Dan Podjed, Deivida Vandzinskaite, Hugo Reinert, Ausrine Armaitiene, Malgorzata Grodzińska-Jurczak, and Rajko Muršič (2008) “What counts? Volunteers and Their Organisations in the Recording and Monitoring of Biodiversity,” *Biodiversity and Conservation*, Vol. 17, No. 14, pp. 3443–3454.
- Bonnieux, F., P. Rainelli, and Dominique Vermersch (1998) “Estimating the Supply of Environmental Benefits by Agriculture: A French Case Study,” *Environmental and Resource Economics*, Vol. 11, No. 2, pp. 135–153.
- Brécard, Dorothée, Boubaker Hlaimi, Sterenn Lucas, Yves Perraudau, and Frédéric Salladarré (2009) “Determinants of Demand for Green Products: An Application to Eco-Label Demand for Fish in Europe,” *Ecological Economics*, Vol. 69, No. 1, pp. 115–125.
- Bremner, Alison and Kirsty Park (2007) “Public Attitudes to the Management of Invasive Non-Native Species in Scotland,” *Biological Conservation*, Vol. 139, No. 3–4, pp. 306–314.
- Burton, Michael, Dan Rigby, and Trevor Young (1999) “Analysis of the Determinants of Adoption of Organic Horticultural Techniques in the UK,” *Journal of Agricultural Economics*, Vol. 50, No. 1, pp. 48–63.
- Case, Anne (1992) “Neighborhood Influence and Technological Change,” *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 22, No. 3, pp. 491–508.
- Christensen, Clayton M. (1997) *The Innovator’s Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, Boston, Mass.: Harvard Business School Press, (伊豆原弓・玉田俊平太訳, 『イノベーションのジレンマ』, 翔泳社, 2001年) .
- Cochard, François, Marc Willinger, and Anastasios P. Xepapadeas (2005) “Efficiency of Nonpoint Source Pollution Instruments: An Experimental Study,” *Environmental and Resource Economics*, Vol. 30, No. 4, pp.

393–422.

Colautti, Robert I. and Hugh J. MacIsaac (2004) “A Neutral Terminology to Define ‘Invasive’ Species,” *Diversity and Distributions*, Vol. 10, No. 2, pp. 135–141.

Davis, Mark A., Matthew K. Chew, Richard J. Hobbs, Ariel E. Lugo, John J. Ewel, Geerat J. Vermeij, James H. Brown, Michael L. Rosenzweig, Mark R. Gardener, Scott P. Carroll, Ken Thompson, Steward T. A. Pickett, Juliet C. Stromberg, Peter Del Tredici, Katharine N. Suding, Joan G. Ehrenfeld, J. Philip Grime, Joseph Mascaro, and John C. Briggs (2011) “Don’t Judge Species on Their Origins,” *Nature*, Vol. 474, No. 7350, pp. 153–154.

デナリ (2007) 「特定外来生物の指定基準を平等にすべきでないか?——第5回科学的でない外来種の規制」『日経エコロジー』2007年6月号, p. 71.

Dupraz, Pierre, Dominique Vermersch, B. Henry De Frahan, and Lionel Delvaux (2003) “The Environmental Supply of Farm Households: A Flexible Willingness to Accept Model,” *Environmental and Resource Economics*, Vol. 25, No. 2, pp. 171–189.

藤栄剛・井上憲一・岸田芳朗 (2010) 「農法普及における近隣外部性の役割——合鴨稲作を事例として——」『地域学研究』第40巻第2号, pp. 397–412.

藤田香 (2006) 「外来種はどこまで排除すべきか?——生物多様性」『日経エコロジー』2006年4月号, pp. 117–119.

藤田香・馬場未希・山根小雪 (2007) 「在来種を育てて収益を上げる——道路脇の緑化やハチで業界に先駆ける」『日経エコロジー』2007年10月号, pp. 47–48.

Glowka, Lyle, Françoise Burhenne-Guilmin, Hugh Synge, Jeffrey A. McNeely, and Lothar Gündling (1994) *A Guide to the Convention on Biological Diversity*, Gland and Cambridge: IUCN.

五箇公一 (1998) 「侵入生物の在来生物相への影響——セイヨウオオマルハナバチのケース」『国立環境研究所ニュース』第17巻第3号, pp. 7–8.

五箇公一・岡部貴美子・丹羽里美・米田昌浩 (2000) 「輸入されたセイヨウオオマルハナバチのコロニーより検出された内部寄生性ダニとその感染状況」『日本応用動物昆虫学会誌』第44巻第1号, pp. 47–50.

五箇公一・マルハナバチ普及会 (2003) 「マルハナバチ商品化をめぐる生態学的問題のこれまでとこれから」『植物防疫』第57巻第10号, pp. 452–456.

畠山武道 (2006) 「生態系・生物多様性・自然再生」環境経済政策学会編『環境経済・政策学の基礎知識』, 有斐閣, pp. 14–15.

畠山武道・大塚直・北村喜宣 (2007) 『環境法入門』, 日本経済新聞出版社.

Hatami, Marzeyeh, Ali Reza Monfared, Mostafa Haghani, and Reza Amiri

- Fahliani (2013) “Effect of *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera, Apidae) Pollinating on Flowering and Fruiting Trends of Greenhouse Tomato (*Lycopersicon esculentum*),” *Linzer biologische Beiträge*, Vol. 45, No. 2, pp. 1907–1919.
- 広瀬幸雄 (1994) 「環境配慮的行動の規定因について」『社会心理学研究』第 10 巻第 1 号, pp. 44–55.
- 広瀬幸雄 (2014) 「リスクガヴァナンスのためにどんなリスクコミュニケーションが必要なのか」広瀬幸雄編著『リスクガヴァナンスの社会心理』, ナカニシヤ出版, pp. 1–16.
- 外菌祐理子 (2010) 「外来生物法 3 つの課題——生物多様性」『日経エコロジー』2010 年 6 月号, pp. 98–101.
- Holmström, Bengt (1982) “Moral Hazard in Teams,” *Bell Journal of Economics*, Vol. 13, No. 2, pp. 324–340.
- 池田二三高・忠内雄次 (1992) 「わが国へのツチマルハナバチの導入経緯と果菜類のポリネーターとしての実用性」『農業および園芸』第 67 巻第 11 号, pp. 1213–1216.
- Ings, Thomas C., Juliette Schikora, and Lars Chittka (2005) “Bumblebees, Humble Pollinators or Assiduous Invaders? A Population Comparison of Foraging Performance in *Bombus terrestris*,” *Oecologia*, Vol. 144, No. 3, pp. 508–516.
- 岩崎正男 (1995) 「日本へのマルハナバチ利用技術の導入」『ミツバチ科学』第 16 巻第 1 号, pp. 17–23.
- Jaffe, Adam B., Richard G. Newell, and Robert N. Stavins (2002) “Technological Change And The Environment,” in Mäler, Karl-Göran and Jeffrey Vincent eds. *Handbook of Environmental Economics: Environmental Degradation and Institutional Responses*, Amsterdam: Elsevier, pp. 461–516.
- 嘉田由紀子 (2010) 「人と生きもののにぎわう農村 琵琶湖からのメッセージ——魚のゆりかご水田プロジェクト」『JA 総研レポート』第 15 号, pp. 1–3.
- Kadoya, Taku, Hiroshi S. Ishii, Reina Kikuchi, Shin-ichi Suda, and Izumi Washitani (2009) “Using Monitoring Data Gathered by Volunteers to Predict the Potential Distribution of the Invasive Alien Bumblebee *Bombus terrestris*,” *Biological Conservation*, Vol. 142, No. 5, pp. 1011–1017.
- 金子憲治・藤田香 (2007) 「「法」を乗り越える——違法材や外来のハチが経営揺るがす」『日経エコロジー』2007 年 2 月号, pp. 32–35.
- 環境省編 (2010) 『平成 22 年版環境・循環型社会・生物多様性白書』.
- 環境省自然環境局編 (2009) 『生物多様性民間参画ガイドライン～事業者が自主的に生物多様性の保全と持続可能な利用に取り組むために～』, URL :

- http://www.env.go.jp/nature/biodic/gl_participation/.
- 加藤真 (1993) 「セイヨウオオマルハナバチの導入による日本の送粉共生系への影響」『ミツバチ科学』第 14 巻第 3 号, pp. 110–117.
- 菊池玲奈・鷺谷いづみ (2008) 「生物多様性保全モニタリングにおける参加と外来種対策——セイヨウオオマルハナバチの監視活動——」『環境研究』第 148 号, pp. 31–40.
- 金辻宏明・上野世司・太田滋規・遠藤誠・三枝仁 (2006) 「琵琶湖水系におけるスクミリンゴガイ *Pomacea canaliculata* の分布状況と琵琶湖内での越冬の可能性」『滋賀県水産試験場研究報告』第 51 号, pp. 19–23.
- 小出哲哉・山田佳廣・矢部和則・山下文秋 (2008) 「温室におけるマルハナバチ逃亡防止のためのネット展張技術」『日本応用動物昆虫学会誌』第 52 巻第 1 号, pp. 19–26.
- 国武陽子・五箇公一 (2006) 「農業用導入昆虫の生態リスク管理と将来展望——セイヨウオオマルハナバチの特定外来生物指定——」『植物防疫』第 60 巻第 4 号, pp. 196–198.
- Martinez, Teresa A. and Steve L. McMullin (2004) “Factors Affecting Decisions to Volunteer in Nongovernmental Organizations,” *Environment and Behavior*, Vol. 36, No. 1, pp. 112–126.
- 丸山康司 (2007) 「環境意識と生物多様性」鷺谷いづみ・鬼頭秀一編『自然再生のための生物多様性モニタリング』, 東京大学出版会, pp. 89–106.
- Mathijs, Erik (2003) “Social Capital and Farmers’ Willingness to Adopt Countryside Stewardship Schemes,” *Outlook on Agriculture*, Vol. 32, No. 1, pp. 13–16.
- 松井正文 (2009) 『外来生物クライシス 皇居の池もウシガエルだらけ』, 小学館.
- 松村千鶴・鷺谷いづみ (2002) 「北海道沙流郡門別町および平取町におけるセイヨウオオマルハナバチ *Bombus terrestris* L. の 7 年間のモニタリング」『保全生態学研究』第 7 巻第 1 号, pp. 39–50.
- 松永和紀 (2004) 「外来生物の被害防止法が成立 規制種選定で経済利益と衝突も」『日経エコロジー』2004 年 7 月号, pp. 16–17.
- 松下京平 (2009) 「農地・水・環境保全向上対策とソーシャル・キャピタル」『農業経済研究』第 80 巻第 4 号, pp. 185–196.
- 松浦誠 (1993) 「マルハナバチによるトマトの花粉媒介」『植物防疫』第 47 巻第 4 号, pp. 173–176.
- 南眞二 (2011) 「生物多様性保全と自治体——コウノトリ・トキの保全と法政策」人間環境問題研究会編『生物多様性保全と法政策』, 有斐閣, pp. 127–147.
- 光畑雅宏 (2000) 「マルハナバチ普及の現場から——ポリネーターとしての利用の現状と将来——」『ミツバチ科学』第 21 巻第 1 号, pp. 17–25.

- 光畑雅宏・和田哲夫 (2005) 「作物受粉における在来種マルハナバチの利用の可能性と課題」『植物防疫』第 59 巻第 7 号, pp. 305–309.
- 宮永健太郎 (2011) 『環境ガバナンスと NPO——持続可能な地域社会へのパートナーシップ』, 昭和堂.
- 村中孝司 (2010) 「外来生物とは？」種生物学会編『外来生物の生態学進化する脅威とその対策』, 裳華房, pp. 25–37.
- 中泉拓也 (2003) 「非対称情報下の環境政策」小佐野広・伊藤秀史編著『インセンティブ設計の経済学 契約理論の応用分析』, 勁草書房, pp. 195–226.
- 日本生態学会編 (2002) 『外来種ハンドブック』, 地人書館.
- 西川潮・今井葉子・今田美穂・柘植隆宏・高村典子 (2011) 「在来種と外来種の管理に対する人びとの意識」西川潮・宮下直編著『外来生物——生物多様性と人間社会への影響——』, 裳華房, pp. 167–188.
- 西川潮・宮下直編著 (2011) 『外来生物——生物多様性と人間社会への影響——』, 裳華房.
- 西村武司 (2004) 「農業経営の新規作目導入行動への経験の影響」『農林業問題研究』第 40 巻第 1 号, pp. 176–181.
- 西村武司・松下京平・藤栄剛 (2012a) 「生態系・環境保全型農産物の価格プレミアム決定要因——滋賀県における魚のゆりかご水田米を事例として——」『環境科学会誌』第 25 巻第 3 号, pp. 204–214.
- 西村武司・松下京平・藤栄剛 (2012b) 「生物多様性保全型農産物に対する消費者の購買意志——消費者特性の把握と知識の役割——」『フードシステム研究』第 18 巻第 4 号, pp. 403–414.
- 庭瀬功 (2005) 「セイヨウオオマルハナバチに関する「特定外来生物」選定作業の経緯と今後の対応」『施設と園芸』第 129 号, pp. 47–50.
- 大久保規子 (2009) 「生物多様性の保全をめぐる訴訟」環境法政策学会編『生物多様性の保護 環境法と生物多様性の回廊を探る』, 商事法務, pp. 125–131.
- 大沼あゆみ・山本雅資 (2009) 「兵庫県豊岡市におけるコウノトリ野生復帰をめぐる経済分析——コウノトリ育む農法の経済的背景とコウノトリ野生復帰がもたらす地域経済への効果——」『三田学会雑誌』第 102 巻第 2 号, pp. 191–211.
- 小野正人 (1994) 「マルハナバチの利用——その現状と将来——」『ミツバチ科学』第 15 巻第 3 号, pp. 107–114.
- 小野正人 (1996) 「日本在来種マルハナバチの実用化に関する研究」『環境研究』第 103 号, pp. 21–25.
- 大塚直 (2010a) 「予防原則の法的課題——予防原則の国内適用に関する論点と課題」植田和弘・大塚直監修・損害保険ジャパン・損保ジャパン環境財団編『環境リスク管理と予防原則——法学的・経済学的検討』, 有斐閣, pp. 293–328.

- 大塚直 (2010b) 『環境法 第3版』, 有斐閣.
- Palma, G., J. J. G. Quezada-Euán, V. Reyes-Oregel, V. Meléndez, and H. Moo-Valle (2008) “Production of Greenhouse Tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) Using *Nannotrigona Perilampoides*, *Bombus Impatiens* and Mechanical Vibration (Hym.: Apoidea),” *Journal of Applied Entomology*, Vol. 132, No. 1, pp. 79–85.
- Pomp, Marc and Kees Burger (1995) “Innovation and Imitation: Adoption of Cocoa by Indonesian Smallholders,” *World Development*, Vol. 23, No. 3, pp. 423–431.
- Rogers, Everett M. (1962) *Diffusion of Innovations*, London: Collier Macmillan, (三藤利雄訳, 『イノベーションの普及』, 翔泳社, 2007年).
- dos Santos, S. A. Bispo, A. C. Roselino, M. Hrnecir, and L. R. Bego (2009) “Pollination of Tomatoes by the Stingless Bee *Melipona Quadrifasciata* and the Honey Bee *Apis Mellifera* (Hymenoptera, Apidae),” *Genetics and Molecular Research*, Vol. 8, No. 2, pp. 751–757.
- 新玉拓也・広瀬幸雄 (2009) 「地域に根ざした水環境保全事業が住民の環境保全の意識・行動に及ぼす影響についての社会調査 高島市の湖岸集落を事例として」『水資源・環境研究』第22巻, pp. 25–36.
- Small, Ernest (2012) “The New Noah’s Ark: Beautiful and Useful Species Only. Part 2. The Chosen Species,” *Biodiversity*, Vol. 13, No. 1, pp. 37–53.
- Spraggon, John (2002) “Exogenous Targeting Instruments as a Solution to Group Moral Hazards,” *Journal of Public Economics*, Vol. 84, No. 3, pp. 427–456.
- 須賀丈 (2006) 「外来生物法による外来昆虫の管理：その制度的・科学的背景——特に長野県の生態系への影響が懸念されるセイヨウオオマルハナバチをめぐって——」『長野県環境保全研究所研究報告』第2号, pp. 1–14.
- Sunding, David L. and David Zilberman (2001) “The Agricultural Innovation Process: Research and Technology Adoption in a Changing Agricultural Sector,” in Gardner, Bruce L. and Gordon C. Rausser eds. *Handbook of Agricultural Economics: Agricultural Production*, Amsterdam: Elsevier, pp. 207–261.
- Talhelm, T., X. Zhang, S. Oishi, C. Shimin, D. Duan, X. Lan, and S. Kitayama (2014) “Large-Scale Psychological Differences Within China Explained by Rice Versus Wheat Agriculture,” *Science*, Vol. 344, No. 6184, pp. 603–608.
- 田中茂穂 (2006) 「魚のゆりかご水田プロジェクト」『環境技術』第35巻第11号, pp. 775–780.

- Toma, Luiza and Erik Mathijs (2007) “Environmental Risk Perception, Environmental Concern and Propensity to Participate in Organic Farming Programmes,” *Journal of Environmental Management*, Vol. 83, No. 2, pp. 145–157.
- Tomasi, Segerson Kathleen, Theodore and John Braden (1994) “Issues in the Design of Incentive Schemes for Nonpoint Source Pollution,” in Dosi, Cesare and Theodore D. Tomasi eds. *Nonpoint Source Pollution Regulation*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 1–37.
- Toomey, Anne H. and Margret C. Domroese (2013) “Can Citizen Science Lead to Positive Conservation Attitudes and Behaviors?,” *Human Ecology Review*, Vol. 20, No. 1, pp. 50–62.
- 浦部美佐子 (2007) 「本邦におけるコモチカワツボの現状と課題」『陸水学雑誌』第 68 巻第 3 号, pp. 491–496.
- Vanslebrouck, Isabel, Guido Van Huylenbroeck, and Wim Verbeke (2002) “Determinants of the Willingness of Belgian Farmers to Participate in Agri-environmental Measures,” *Journal of Agricultural Economics*, Vol. 53, No. 3, pp. 489–511.
- Velthuis, Hayo H.W. and Adriaan van Doorn (2006) “A Century of Advances in Bumblebee Domestication and the Economic and Environmental Aspects of its Commercialization for Pollination,” *Apidologie*, Vol. 37, No. 4, pp. 421–451.
- Vergara, Carlos H. (2008) “Environmental Impact of Exotic Bees Introduced for Crop Pollination,” in James, Rosalind R. and Theresa L. Pitts-Singer eds. *Bee Pollination in Agricultural Ecosystems*, New York: Oxford University Press, pp. 145–165.
- 鷲谷いづみ (1998) 「保全生態学からみたセイヨウオオマルハナバチの侵入問題」『日本生態学会誌』第 48 巻, pp. 73–78.
- White, Piran C. L., Nancy Vaughan Jennings, Anna R. Renwick, and Nola H. L. Barker (2005) “Questionnaires in Ecology: A Review of Past Use and Recommendations for Best Practice,” *Journal of Applied Ecology*, Vol. 42, No. 3, pp. 421–430.
- Wilson, Clevo and Clem Tisdell (2001) “Why Farmers Continue to Use Pesticides Despite Environmental, Health and Sustainability Costs,” *Ecological Economics*, Vol. 39, No. 3, pp. 449–462.
- Wilson, Geoff A. (1997) “Factors Influencing Farmer Participation in the Environmentally Sensitive Areas Scheme,” *Journal of Environmental Management*, Vol. 50, No. 1, pp. 67–93.
- 矢部光保・林岳 (2011) 「生きもののブランド米における生物多様性の価値形成」

『九州大学大学院農学研究院学芸雑誌』第 66 巻第 2 号, pp. 21-32.

養父志乃夫 (2005) 『田んぼビオトープ入門——豊かな生きものがつくる快適
農村環境——』, 農山漁村文化協会.

米田昌浩・土田浩治・五箇公一 (2008) 「商品マルハナバチの生態リスクと特
定外来生物法」『日本応用動物昆虫学会誌』第 52 巻第 2 号, pp. 47-62.

あとがき

本論文の主査を務めていただいた吉野章先生（京都大学大学院地球環境学堂地球益学廊環境マーケティング論分野）には、大学院生時代に直接師事していない私に対して、こうして博士学位論文の執筆の機会をいただき、大変感謝しております。吉野先生は、博士後期課程研究指導認定退学後、研究が遅々として進まなかった私に対して、実証研究への道を示してくださいました。また、草稿の段階から、本論文における不適切な記述に対して多くのご指摘をいただきますとともに、懇切丁寧なご指導を賜りました。心より御礼申し上げます。

柴田昌三先生（京都大学大学院地球環境学堂地球親和技術学廊景観生態保全論分野）、および、星野敏先生（京都大学大学院地球環境学堂地球益学廊持続的農村開発論分野）には、論文調査委員を引き受けていただいたことに、深く感謝申し上げます。先生方には、お忙しい中、時間を割いて本論文に目を通していただき、大変貴重なコメントを多数いただきました。とくに、序章および終章にみられる論述の曖昧さだけでなく、各章の関連性の不明確さをご指摘いただき、論文全体の構成を再考する機会を頂戴いたしました。草稿と比較して論文全体の見通しが良くなったことは、先生方によるご指摘によるところが大きく、改めて感謝申し上げます。

また、梅澤直樹先生（滋賀大学経済学部）、および、藤栄剛先生（滋賀大学環境総合研究センター）には、2009年9月より数年にわたり、博士の学位を持たない私を滋賀大学環境総合研究センターの特任講師として受け入れてくださったことに、大変感謝しております。この間に携わった研究プロジェクトにおいて、実証研究のいろはから学ばせていただきました。また、私自身の研究に集中するための自由な時間を与えてくださり、本論文を執筆する時間が確保できたことに、感謝申し上げます。

本論文の一部は、以下の論文を加筆・修正したものです。

第2章：西村武司(2010)「農業における外来種問題——施設栽培トマトにおけるマルハナバチの使用——」『滋賀大学環境総合研究センター研究年報』第7巻第1号, pp. 29–37, hdl:10441/9619

- 第2章：西村武司 (2011) 「滋賀県の魚のゆりかご水田米に対する消費者の認知度」『滋賀大学環境総合研究センター研究年報』第8巻第1号, pp. 103–111, hdl:10441/9636
- 第4章：西村武司 (2013) 「市民参加による外来種マルハナバチのモニタリング活動を通じたトマト生産者によるモラル・ハザード抑制の可能性」『環境情報科学 学術研究論文集』No. 27, pp. 277–282
- 第5章：西村武司 (2014) 「外来種の防除と在来種の保護に関する意識に影響を及ぼす要因」『農林業問題研究』第50巻第1号, pp. 43–48, doi:10.7310/arfe.50.43
- 第7章：西村武司 (2011) 「生物多様性に配慮した農業の普及過程と各集落の取り組み水準」『農林業問題研究』第47巻第1号, pp. 78–83, doi:10.7310/arfe.47.78

上記論文を含め、本研究は、以下の3つの研究費に支えられ、進めることができました。(1) 科学研究費補助金 若手研究 (B) 「生物多様性保全に配慮した農業技術の普及に関する研究」、課題番号：22780207, 期間：2010年4月から2013年3月まで, (2) 日本生命財団 環境問題研究助成 若手研究・奨励研究 「花粉媒介昆虫による生態リスク予防を目的としたトマト生産者に対する法的規制に関する経済分析」、期間：2012年10月から2013年9月まで, (3) 科学研究費補助金 若手研究 (B) 「特定外来生物の逃亡防止および防除に必要な費用負担に関する研究」、課題番号：25740062, 期間：2013年4月から2016年3月まで (いずれも研究代表者は西村武司)。これらの研究費の獲得なくして、本研究の完成は決してあり得ませんでした。研究費獲得においてお世話になった多くの関係者に感謝申し上げます。

最後に、内田和義先生 (島根大学生物資源科学部) には、本論の執筆に直接関与いただいていないものの、間接的に本論文の完成に大変大きく寄与して下さったことに、心より感謝しております。内田先生は、私に研究者の道を志すきっかけを与えて下さった恩師です。私の研究人生において博士学位論文の執筆が大変遅くなったことにつきまして恥じる一方で、内田先生には、今後もし不肖の弟子による研究を温かく見守っていただければ幸甚に存じます。

2014年8月

西村 武司