

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 9 日現在

機関番号：16301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2015

課題番号：24658277

研究課題名(和文) 侵入生物ジャンボタニシの地域限定個体群に対する総合的根絶マネジメントへの試み

研究課題名(英文) Trial study for integrated eradication management of invasive allian apple snail local populations.

研究代表者

日鷹 一雅(hidaka, kazumasa)

愛媛大学・農学部・准教授

研究者番号：00222240

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：スクミリンゴガイは、西日本で分布拡大し東進中の外来種で、水稲栽培や水辺生物多様性の脅威である。生物多様性保全や農業上の理由で、分布拡大を阻止するための、小地域限定根絶の可能性を、愛媛・大分・滋賀の三地域で試行した。複数防除手段を組み合わせ、本種個体群の地域根絶を試みた結果、大分では山間部に局所侵入した個体群を非化学防除で根絶管理できた。琵琶湖に侵入繁殖が問題になっている滋賀県では、水路系制御などで水田発生分布を抑え急速な分布拡大を行政主導で阻止している。愛媛県では化学的防除が普及するものの、分布の拡大は収まらず、上流域への侵入発生が頻繁に生じ、本手法の導入が一部地域で試行される段階に発展した。

研究成果の概要(英文)：The apple snail has been invasive allian species in rice fields ecosystems of mainly western Japan and posed threat for irrigated rice cultivation and biological diversity. Trials of its eradication management, therefore, was conducted in local areas of Ehime, Oita and Ehime prefecture. In results of integrated management practices, local eradication management was successful in a case of Oita without chemical control, and In Shiga prevention from invasive disuribution surroundings the Lake Biwa is effective is successful owing to integrated management by local goviners. In Ehime Prefecture, thier populations could be extented to upper water area and come to emergency for local eradication management, and then some locals start eradication management trialas, although chemical control has been come to be popular.

研究分野：農業生態学

キーワード：外来種 水田生態系 根絶 IPM スクミリンゴガイ 生物多様性 水稲作 総合防除

### 1. 研究開始当初の背景

スクミリングガイ *Pomacea canaliculata* (Lamarck) は、1980年代に「水田のエスカルゴ」「ジャンボタニシ」として輸入、食用養殖された南米原産の外来生物である。その後、水稲稚苗等を食害し社会問題化して現在に至り、世界各地においてもワースト侵略的外来種とされている。本侵入種個体群の分布拡大は、この10年間止まることを知らない。とくに、近畿以南の地域では発生面積が10万ヘクタールを超え、水稲作における被害面積は発生面積の10%を毎年超えている(九州沖縄農業研究センター)。例えば九州では全水田面積の1/3を超える面積で発生し、本田被害以外に省略化のための直種栽培普及の大きな支障にもなってきた(和田2008; Wada 2004)。また温暖化で北上する可能性もあり琵琶湖南岸で分布拡大が生じ(琵琶湖博物館)、ごく最近では北陸・関東にまで分布を拡大している。一方で、本種を「稲守貝」と呼び、除草剤に替わる水田雑草の生物的防除手段として有機農法などの確立・普及に逆利用しようとする動きもないではない(宇根 2003)。

水田や水路、ため池、湿地の生物多様性のうちとくに高等植物の種多様性に多大な負のインパクトを与え、生態系の基盤となる生産者植物群集のフローラや物質循環系への攪乱作用は非常に大きく深刻である(日鷹ら 2007; 日鷹 2011)。フィリピンでは、稲守貝ブームを発端にして、本侵入種は生物的除草の手段とされ、水辺の栄養塩循環を開放系に破綻させ、淡水域の富栄養化問題を引き起こしている(Carlson *et al.*, 2004)。

害生物防除としての研究例は農林水産省や県の主導で行われてきたが(和田 2003)それはあくまで個別農家対象であって、水田圃場における密度低減が目的であり、集落単位といった地域の根絶管理をターゲットにしたものではない。本研究では小地域を対象とした景観レベルの新管理手法を目指した。

### 2. 研究の目的

現場における適正な根絶管理作業の実際と予測性のあるモデルとを総合的に組み合わせ、体系的な根絶管理法を提案の基礎とする。また小地域の根絶事業計画でも、生態系や生物多様性にも配慮して行う具体的な総合的管理手法の骨格を新たに提案する。

分布がすでに広域に拡大した侵入生物の根絶は経験的に不可能であると考えられている。脅威の外来生物で知られるオオクチバスの場合も、限定した狭い水域での徹底的な防除が現実的な対策であることから、池干し駆除活動などが、集落単位で試験的業務として始められている。本研究で構築・提案する地域限定の防除による局所的根絶管理から、自然再生を進める輪を広げる科学的論拠が新たに求められている現状にある。とくに希少種やRDB種を含む保全すべき生態系で本種の侵入・定着が生じた場合に、着実で実際の

な小地域根絶ストラテジを提案する。

### 3. 研究の方法

#### (1) 侵入地域の分布・環境調査

侵入生物の分布拡大を阻止し地域的根絶を達成するためには、まず地域個体群の分布やその動態の状況について詳細に調べる必要がある。そこで第1段階として、侵入生物種であるスクミリングガイ個体群の分布状況について、近年分布を拡大した地域が知られている愛媛県、大分県、滋賀県などにおいて、分布状況の地図化を進め、景観レベルの実態把握を行った。また根絶防除の候補地では水系の調査等も行なった。最終的に、主な根絶対象地区として、愛媛県松山市、滋賀県大津市など琵琶湖沿岸域、大分県竹田市に研究フィールドを絞った。また、本種に対する地方条例などによる外来種対策についても担当行政から最新情報を入手し、外来種に対する社会環境を調べた。それらを基に各地の現場の順応的管理を練り上げ、総合的根絶管理の計画行動に活かすようにした。

#### (2) 根絶の順応的管理具体的な防除法評価

根絶を目標にした防除手段の組み合わせについて、各種防除法の評価情報を集めた。メタルデヒド剤の施用方法の改善を意図し、スポット散布と従来の全面散布を野外実験的に比較検討した。

#### (3) 根絶防除施行と生物多様性影響評価

試験地の根絶防除施行とともに、薬剤防除でとくに予想される生物多様性への影響評価を行った。試験地の生物多様性について現地調査を行い、環境省や地域の絶滅の心配される種群(RDB種)にも着目した。

#### (4) 小地域根絶モデル提案

根絶モデルを作成し、各試験地のデータを処理し、防除手段の選定を支援できるモデル(図1)を作成する。その過程で学識者等でワークショップを開催する。また、他地域に参考になるよう、諸知見を有効活用し、ジャンボタニシ根絶ロードマップに集約する。

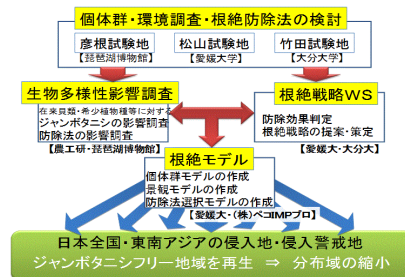


図1 本研究課題の全体構想

### 4. 研究成果

#### (1) 侵入地域の分布・環境調査

##### 愛媛県

愛媛県においては、1986年7月に松山市、宇和島市の一部において、養殖場からの野生化した本種の成・幼貝、卵塊が確認された。その後2000年前後を境に、松山市、宇和島市などの水田地帯を中心に分布が拡大、飛び火的な

発生分布状況であったのが、その5年後には爆発的に分布が拡大した(日鷹ら 2007)。2015年現在、県下19市町中11市町で確認され、中予・南予・東予各地域において、平野部の多くを中心に分布が拡大中であり(図2)、一部の地域では流域の上流部の水田地帯への飛び火な侵入が確認され始めている。

#### 大分県

大分県の調査でも傾向は愛媛県と同様で、分布の拡大は現状では平野部が主であり、大分市・豊後大野市など平野部の低地水田では分布拡大が進んでいる。流域上流の山間部水田への侵入はごく一部の人為的移植水田を除き認められておらず(永野ら 2015 業績参照)。今後の上流域の水田地帯への侵入・定着が危惧され始めている。今回は山間部の竹田市の棚田地帯に飛び火分布が発覚した。

#### 滋賀県

当初は養殖場からの逸脱個体による限定的分布が、2005年頃から湖東の一部の水田地帯で侵入・定着、そして琵琶湖沿岸の内湖を含む水田以外の水系への分布拡大が懸念された。その後、滋賀県では琵琶湖沿岸域の水田地帯と内湖、湖内で分布が拡大し、琵琶湖大橋南岸全体に分布が拡大中である(図3)。水田地帯での発生は湖東の一部の低地水田に限られており、また上流域への水田地帯への侵入は今の所認められなかった。

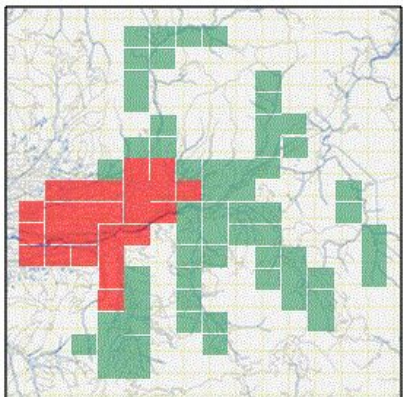


図2 愛媛県松山市東部地域での分布現況(2013-2015)



図3 琵琶湖沿岸域におけるスクミリンゴガイ分布の現況(2015まで)

野洲周辺の低地水田に分布が認められるが、水田よりも琵琶湖沿岸域に定着しており、湛水湖地域特有の分布様相が見られた。

#### 分布状況の総括

以上の分布状況から、分布拡大を阻止するための防除戦略としては、上流から下流方向への分布拡大を妨げるための方策の必要性が示唆された。滋賀県では淡水の水辺環境の琵琶湖に定着侵入し、水田駆除とは違う環境保全上、深刻な状況を作り出していた。

#### (2) 根絶の順応的管理具体的な防除法評価

##### 薬剤ほか資材防除法

現在、発生地での普及薬剤は、メタアルデヒド剤である。本薬剤の効果評価を現地で実施し、散布24時間後では死亡貝率68.1%であったが、48時間後では97.0%であり、発生初期防除効果は高かった。しかし、無処理区と比較し卵塊数の減少が認められなかったことから、1回散布では本薬剤に次年度以降の発生量を低下させる効果はない。2回散布が有効であるが、水稻栽培型で本剤の使用基準の収穫90日前をクリアすることは困難であった。標識個体放逐によるメタアルデヒド剤の誘引効果では、7日間の誘引貝数630個体、うち、標識貝は48個体で誘引率は9.6%であった。日毎の誘引数に一定の傾向は認められなかったが、放逐地点から最も近い地点に誘引される傾向が認められた。7日間の調査で顕著な誘引効果は認められなかったが、散布10日後以降においても誘殺が認められることから、スポット散布の残効性について有効と考えられた。最終年度に使用認可されたリン酸化第二鉄は遅効性であり効果はまだ判然としない面もあるが、連用可能でありメタアルデヒドとの併用の道が開かれた。

##### 人力駆除

成体および卵塊の除去には、侵入直後であれば効果があることが、今回の大分の事例で明らかになった。繁殖させてしまえば、稚貝の除去は困難であると考えられた。

##### 総合防除法

まず、本外来種の地域的な根絶を明らかにするためには、分布拡大を阻止するような手だてを講じなければ、いくら防除圧を高めても移入個体由来の増殖を防げない。防除戦略としては、上流から下流方向への分布の進展を妨げるための方策を講じることがまずは肝要である。よって、地域的な発生分布をとらえ、どこから防除すべきなのかについて判断し、集約的な防除を導入すべきである。効果的防除法は、最近登録されたメタアルデヒド剤を用いた防除の効果が大きいことが現地試験で明らかとなり、移動阻止、人為的除去と天敵防除、耕種的な防除法などの組み合わせによる局所的根絶の可能性が考えられた。

#### (3) 根絶防除施行と生物多様性影響評価

総合的な防除法を検討する中で、メタアルデヒド剤を用いた薬剤防除の効果が大きいことが明らかとなり、移動阻止、人為的除去と天敵防除、耕種的な防除法などの組み合わせによる局所的根絶が考えられた。とくにメタアルデヒド剤の本外来種の殺貝効果は長期残効的であり、様々な施用方法の発展が期待できるが、その一方で他の生物種への悪影響も

懸念される。今回、水田内局所的施用を試験した防除試験圃場では、メタアルデヒド剤施用後の綿密な影響評価を直接観察により実施したが、肉眼レベルでの観察の限りに置いては、スクミリンゴガイ以外の生物種を殺傷するような現象は特に見せなかつた。また隣接した無施用水田における田面水中の水生生物相に大きな差異は認められなかつた。薬剤を環境に配慮し有効に用い、地域の根絶の推進上、有望である。しかし三地域の中で、国内でも水田多様性の豊かな地域がある。とくに琵琶湖沿岸では、国内有数の豊富な水生種群への薬剤影響が懸念される。駆除薬剤は、貝類に選択毒性のある殺貝剤である。当水系では、本種と同じ分類群に属する水生巻貝類だけで21種が記載され、そのうち半数を超える種が絶滅危惧であり、安易な薬剤普及は、二次的な生態系リスクを増大させる恐れがある。また、地域からは駆除薬剤のホタル類への悪影響を危惧する声は少なくない。ホタル類の餌である水生巻貝は、殺貝剤の影響を受ける可能性があり、影響評価を集める必要がある。

一方、今回愛媛県では絶滅危惧のマダラコガシラミズムシの水田依存が確認されており（業績欄）餌であるシャジクモ類（RDB種が多い分類群）への本種のインパクトが心配された（日鷹ら 2007）。各植物種上にはギルド群集（日鷹 2012、業績目録）が形成され、本種の生物多様性へ直接的悪影響が心配される。さらに駆除剤や防除圧による間接的な生物多様性への二次的攪乱の生態リスクも考えると、その生態系インパクトは侮れない。

#### (4)根絶モデル提案

個体群の時空間動態モデルと根絶可能性

本外来種の個体群の時・空間的動態の特徴は、水田における旺盛な繁殖と水系を通じた新天地水域への分布拡大である。今回、標識再捕獲調査を行ったところ、成貝の水田間の移動能力はそれほど高くなく、稚貝の移動分散力の大きさが推察された。水田から水路、そして河川あるいは滋賀県の琵琶湖沿岸域で見られたような池沼。湖への侵入定着が示唆され、地域の水田侵入初期に徹底駆除を実施し、できれば総合的に根絶するための、複数の防除手段を導入するのがよいだろう。以上のような小地域根絶の総合的管理の理論を表すと、図4のようになる。

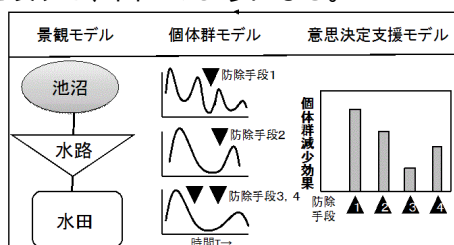


図4 根絶管理ロードマップの理論的基盤

#### 小地域根絶へのロードマップ

まず第1段階は、スクミリンゴガイの分布を景観レベルで明らかにすることである。今

回、愛媛、大分、滋賀の各試験地でおおよその分布とその拡大の様相が明らかにされたが、このような詳細な分布情報を収集し、「どこから、どういう順番で駆除すべきか？」時・空間的な防除計画を立てることが必要である。

次に第2段階では、駆除法の選定とその効果を測り知ることが重要である。駆除法には、薬剤を使う場合と、大分のように使わない、滋賀のように水田以外では薬剤は使えない場合とがある。薬剤を用いる場合は、新規に登録され現場における情報量の少ない農薬選択毒性、効果の持続性、生物多様性への影響について、地域や現況に応じた防除戦略を立てなければならない。とくにメタアルデヒド剤や新規薬剤のリン酸化第二鉄あるいは椿油槽などの化学的防除資材について、水田施用後の効果と水田生物影響とを関連付けながら、適応的な根絶管理を進めなければならない。

最後の第3段階は、総合的な駆除法を無理なく組み立てていくためには、各種の駆除法が無理なく相乗効果をあげ、スクミリンゴガイ個体群を有効に抑圧、ゆくゆくは地域根絶を達成しなければならない（図4）。地域によりニーズは異なるが、水田における繁殖期にメタアルデヒド剤を使える場合には、徹底的に防除圧を高めるとよい。しかし本剤の使用は環境に配慮した薬剤施用法の工夫が求められ、今回試験した局所的施用法は、全面散布に比べ効果が長期に続き、水田内個体群の増殖を大きく食い止める可能性が期待できる。また環境にやさしいと最終年度に新規登録された農薬リン酸化第二鉄の場合には、メタアルデヒドの相乗効果的な組み合わせは今後に期待できるものであろう。

以上から総括すると、この薬剤を使わないかは別して環境配慮型の総合的な根絶は、ニーズのある地域を限定すれば可能になる道が開けたと考えられる。松山の2地域で実施したアンケート調査でも若年層までがこの外来種を認知、不快感を表しているのは大きな社会的駆除圧になると考えられる。本種は広東住血線虫の中間寄主となり劇症感染症の原因になることから、駆除圧が高まるであろう。

今後は、具体的な防除法を組み合わせるだけでなく、駆除・根絶地域を限定し、滋賀県のように本種を侵略的で重要な外来種と位置づけて警笛をならすような行政施策の導入も忘れてはならない。滋賀の条例のような施策により社会全体で駆除圧を高め、個体群拡散を防止できれば、実際的な総合的根絶の後押しになる。さらには本外来種活用派の農業生産関係者に、そのリスクをアウトリーチする今回の機会は重要であった。本種は、温暖地から北進を続け、新たな問題も生じさせている。直播栽培の普及した北陸では、生物多様性保全効果の高い場合に（業績欄）本種の対応に迫られている。本成果は小地域根絶管理の可能性を示した程度にすぎないが、各地方、各地域における総合的な根絶管理に向けて、駆除の原理と方策に関する成果は今後に活か

されるであろう。最終的には、安易に持ち込まない、初動の根絶、社会的駆除圧の増大の三つの原則を徹底が重要である。今回は、の研究を進めたが、人力駆除ができない場合には、許される生態リスク許容内で防除圧を高め根絶できる可能性が結論された。

<引用文献>

Wada, T (2004) Strategies for controlling the apple snail, *Pomacea canaliculata* (Lamarck) in Japanese direct-sown rice paddy fields. JARQ 38(2):75-80

和田 節(2008) 最近のスクミリンゴガイを巡る諸問題. 農業技術 63(10): 44-49.

宇根 豊(2003) 共生生物による除草(3)ジャンボタニシ 除草剤を使わないイネづくり 農文協, 163-171.

Carlson, N. O. Broenmark, C. & Hansson L.A. (2004) Invading herbivory. The golden apple snail alters ecosystem functioning in Asian wetlands. ECOLOGY 85(6): 1575-1580.

日鷹 一雅・嶺田 拓也・藤岡 美樹(2007) スクミリンゴガイ *Pomacea canaliculata* の侵入が水田植物相に及ぼす影響評価 - 松山市内における除草剤散布水田の調査事例から - . 農村計画学会誌 9: 347-352.

日鷹 一雅 (2011) 農生態学からみた農山漁村の生物多様性の評価と管理. (日本農学会編) シリーズ 21 世紀の農学, 農林水産業を支える生物多様性の評価と課題, 養賢堂, 17-40.

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計7件)

永野 昌博・日鷹 一雅・内田 保博・高濱 秀樹(2015) 大分県竹田市におけるスクミリンゴガイ (*Pomacea canaliculata*) の分布状況. 大分県博物誌, Vol.1 39-43, 査読有

小路 晋作・伊藤 浩二・日鷹 一雅・中村 浩二 (2015) 省力型農法としての「V溝直播農法」が水田の節足動物と植物の多様性に及ぼす影響. 日本生態学会誌 65: 279-290. 査読有

日鷹 一雅 (2015) 内なる生物多様性の真意: 「適地適作」に学ぶ里山のアグロエコロジカル・デザインに向けて 農村計画学会誌 34(3): 345-348. 査読有

K. Watanabe, S. Koji, K. Hidaka and K. Nakamura: Abundance, diversity and seasonal population dynamics of aquatic Coleoptera and Heteroptera in rice fields of direct seeding management. Environmental Entomology 42(5): 841-850 (2013) 査読有

渡部 晃平・日鷹 一雅: 四国南西部の水田におけるマダラコガシラミズムシ成虫の発生動態. 保全生態学研究 18:101-105. (2013) 査読有

日鷹 一雅・大塚 泰介(2012) 特集「水田生物群集」にあたって、日本生態学会誌 62巻: 155-156 査読有

日鷹 一雅(2012) ギルド構造から垣間見た水田群集の実際の食物網と潜在的な食物網 日本生態学会誌 62巻: 187-197 査読有 [学会発表](計7件)

日鷹 一雅: 生物多様性は本当に害虫制圧に機能するのか? - 有機農業での現場の取り組みを振り返る - 第13回 日本有機農業学会(東京)大会, 12月8日(2012), 東京農工大学(東京都府中市)

村上 裕・日鷹 一雅: 愛媛県におけるスクミリンゴガイの総合的駆除の取組み 第60回 日本生態学会静岡大会, 3月6日(2013) 静岡市 グランシップ静岡(静岡県静岡市)

日鷹 一雅: 新たな理論的枠組み「総合的外来種駆除」に向けて 第60回 日本生態学会静岡大会, 3月6日(2013), 静岡市 グランシップ静岡(静岡県静岡市)

村上 裕・日鷹 一雅: 農村都市混在地域におけるスクミリンゴガイを中心とした外来種認知度調査-中学生を対象としたアンケート調査から 農村計画学会2013年度春期大会 学術研究発表(ポスターセッション) 4月6日(2013) 東京大学(東京都内)

日鷹 一雅: 葦原瑞穂の国にスクミリンゴガイがもたらした諸問題. アグロエコロジー研究会 13: 水田最強の外来種スクイリンゴガイの総合的防除と管理を考える!(日鷹 一雅・中井克樹・永野昌博 企画) 第62回日本生態学会大会, 3月18日(2015) 鹿児島大学(鹿児島県鹿児島市)

日鷹 一雅: セッション解題「自然・有機農法と侵略的外来生物 - 持続的農法に向けた positive feedback とは? -」, 全体セッション(3) 有機・自然農法と侵略的外来生物問題, 第15回日本有機農業学会大会, 12月6日(2014) 島根大学(島根県松江市)

日鷹 一雅: 環境保全型農業における動物利用とその生態系インパクト, 全体セッション(3) 有機・自然農法と侵略的外来生物問題, 第15回日本有機農業学会大会, 12月6日(2014) 島根大学(島根県松江市)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

日鷹 一雅 (HIDAKA, Kazumasa)  
愛媛大学・農学部・准教授  
研究者番号: 00222240

### (2) 研究分担者

永野 昌博 (NAGANO, Masahiro)  
大分大学・教育福祉科学部・准教授  
研究者番号: 50530755

### (3) 研究分担者

中井 克樹 (NAKAI, Katsuki)  
滋賀県立琵琶湖博物館・研究員  
研究者番号: 80222157