

2025/1/10 版

# 農業水利施設における外来貝類 被害対策マニュアル



# 目次

はじめに	1
免責事項	2
<b>I：農業利水における外来貝類問題</b>	
1. 外来貝類問題の現状	4
2. 本マニュアルが対象としている貝類と扱う対策技術	5
<b>II：カワヒバリガイ対策</b>	
1. カワヒバリガイとは？	8
コラム：カワヒバリガイとコウロエンカワヒバリガイの識別	10
2. カワヒバリガイの侵入検知手法	11
(1) 目視による検知	12
(2) 付着トラップによる検知	13
(3) 高感度検知手法：環境 DNA 調査	15
3. カワヒバリガイの駆除対策	16
(1) 落水による駆除	17
(2) 薬剤(水酸化カルシウム：消石灰)を用いた駆除対策	20
コラム：カワヒバリガイに効果を持つ薬剤	21
コラム：落水と薬剤による駆除を併用した現地実証試験(茨城県つくば市)	35
(3) 塗料・防汚資材をもちいた防除	36
コラム：含浸被覆材によるカワヒバリガイ付着抑制と剥離力低減効果	43
<b>III：タイワンシジミ対策</b>	
1. タイワンシジミとは？	44

(1)タイワンシジミの特徴	.....	44
コラム：タイワンシジミの分布、生態の特徴	.....	45
(2)タイワンシジミによる被害	.....	46
2.通水パイプライン内に発生したタイワンシジミの検知方法と対策	.....	47
(1)目視調査	.....	47
(2)環境 DNA 調査	.....	49
コラム：環境 DNA によるカワヒバリガイ・タイワンシジミの検出	.....	50
(3) 農業用パイプライン内にタイワンシジミが確認された場合の一般的な駆除対策	...	51
3.通水パイプライン内に発生したタイワンシジミの対策事例	.....	52
(1) 被害の出やすい時期・場所	.....	52
(2) パイプラインからのタイワンシジミの駆除による管理手法	.....	55
<b>IV: 駆除員の処理・資源化</b>		
1. 駆除の現状と駆除員の死滅状況	.....	59
(1) 事例 1: 受益面積数千 ha の A 地区	.....	59
(2) 事例 2: 受益面積千 ha 超の B 地区	.....	60
(3) カワヒバリガイ駆除員の死滅状況と輸送における留意点	.....	62
2. 駆除員の資源化	.....	63
(1) はじめに	.....	63
(2) 駆除員と牛ふん混合物の堆肥化	.....	65
(3) 燃焼処理による石灰資材化	.....	68
<b>関係機関連絡先</b>	.....	<b>75</b>
<b>用語解説</b>	.....	<b>76</b>
<b>参考資料</b>	.....	<b>77</b>
<b>問い合わせ先</b>	.....	<b>80</b>

## はじめに

近年、貯水池や水路、送水パイプの中などに大量の貝が発生し、パイプの詰まりや水質の悪化などを引き起こす問題が報告されるようになり、水利施設(発電施設や水道施設なども含みます)の管理者には新たな問題として対策が求められるようになってきました。これらの淡水貝類の発生による水利施設の被害は世界中で問題となっており、それは主にカワホトトギスガイの仲間(カワホトトギスガイ・クワツガガイ)、カワヒバリガイ、淡水シジミの仲間(台湾シジミな



### 通水障害を引き起こす淡水貝類

左から：カワホトトギスガイ\*、カワヒバリガイ、台湾シジミ

\*wikipedia 掲載画像、パブリックドメイン

ど)によって引き起こされています。このうち、現在日本で問題となっているのは「カワヒバリガイ」と「台湾シジミ」の二種です。

カワヒバリガイと台湾シジミは、共にもともと日本国内に生息していなかった外来種ですが、これらの貝は水利施設に発生して通水障害を引き起こすだけでなく、在来種の生態系へ影響を及ぼすことも明らかになっています。そのため日本では、カワヒバリガイは移動や飼育が法的に禁止される「特定外来生物(用語解説 p76)」、台湾シジミは防除、遺棄・導入・逸出防

止等のための普及啓発が必要とされる「その他の総合対策外来種(用語解説 p76)」に指定されています。

このマニュアルは、カワヒバリガイや台湾シジミが発生している、あるいは水源にこれらの貝が生息しているなど、貝の侵入・発生の可能性が高い水利施設での対策手順を示すことを目的として、両種の特徴や生態、見つける方法、そして貯水池などで発生したこれらの貝を駆除する方法や、駆除を通じて出た死貝の処理方法などを紹介しています。本マニュアルは、2019-2023 年度に実施された農林水産省委託プロジェクト「農業被害をもたらす侵略的外来種の管理技術の開発」での取組のうち、「環境 DNA 技術」や「薬剤を用いた駆除技術」「廃棄物の処理技術」などの研究成果をもとに、カワヒバリガイに加えて台湾シジミを対象とした農業水利施設での駆除対策にご活用いただけます。

このマニュアルが、農業水利施設における外来貝類による被害対策に貢献できれば幸いです。

注：本マニュアルでは、カワヒバリガイと台湾シジミを含む、水利施設での通水障害を引き起こす外来種の淡水貝類をまとめて「外来貝類」と表記します。

## 免責事項

- 本マニュアルに記載された作業手順、スケジュールはカワヒバリガイについては茨城県つくば市、桜川市、笠間市における実証試験、台湾シジミについては三重県での実証試験に基づくものであり、地域や気候条件などにより変動することに留意してください。本マニュアルに記載の技術の利用により、記載通りの効果が得られることを保証するものではありません。
- 本マニュアルで取り上げた外来貝類対策や死貝の処分などに関する手続きは、自治体の関連部署(農業・環境部門)等への連絡を行い、地域ごとのルールに則った適切な対応を心がけてください。

- 本マニュアルは農業生産者や土地改良区職員など、実際に貯水池や水路の管理を行う方々を対象としています。
- 農研機構は、利用者が本マニュアルに記載された技術を利用したこと、あるいは技術を利用できないことによる結果について、一切責任を負いません。

# I: 農業利水における外来貝類問題

## 1. 外来貝類問題の現状

外来貝類による水利施設の通水障害は、しばしば大規模な問題となって施設管理者を悩ませています。例えばカワヒバリガイは、農業用水利施設や水道施設などでパイプや取水口のスクリーンに付着し、また死んだ貝殻が集積して配管などが詰まり、水流を妨げる被害が出ています(図 I-1)。これらの通水障害により、ある土地改良区では5年間で1,200万円ものカワヒバリガイ駆除や施設補修などの対策費用が掛かったケースがでています。カワヒバリガイが侵入した地域では在来の生物が影響を受けることも明らかになっており、トビケラなどの水生昆虫の生息密度を低下させた事例や、寄生虫の中間宿主となり魚の大量死を引き起こした事例などが報告されています。このような被害は世界的な問題となっており、例えばアメリカでは、カワヒバリガイに似た二枚貝のカワホトトギスガイ・クワツガガイによる発電所、水道施設の被害が約16年間で2億6700万ドルにもなっているとの試算がなされています。

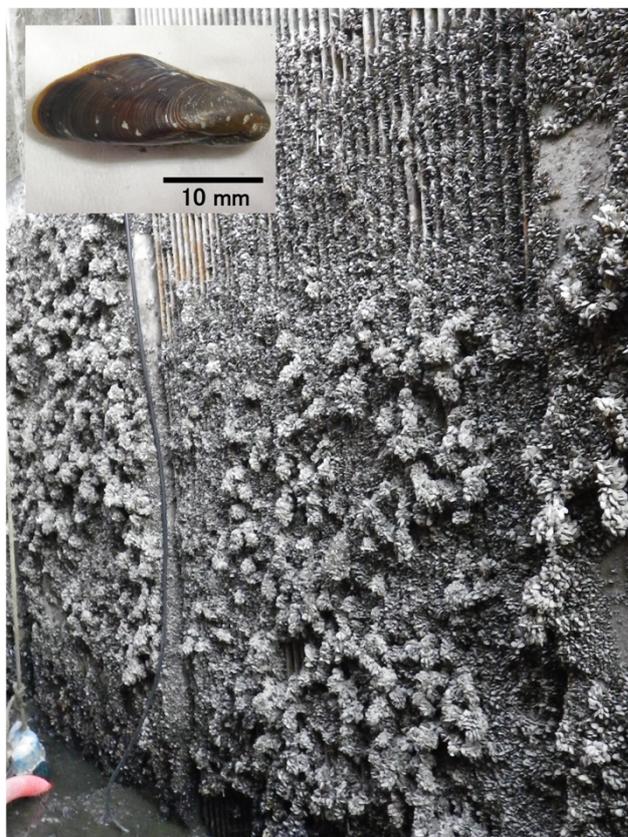


図 I-1 カワヒバリガイによる施設被害

水利施設は、こういった貝類による被害が発生する場所であるだけでなく、その被害を新たな地域に拡散させる経路にもなるため、ここでの対策は重要です。水利施設そのものの被害が軽微であったとしても、その施設を経由してもたらされた外来貝類が新たな地域に分布を拡大し、その下流に問題を発生させるという事例も報告されています。外来種の新たな地域への分布拡大の防止は、外来種対策における最も効果的な対策ともいえます。これらの貝類による被害を緩和し、その拡大を防ぐためには、水利施設での被害抑制のみならず、そこからの貝の拡散を防ぐことも必要です(図 I-2)。



図 I-2 外来貝類による被害発生の様式図

## 2.本マニュアルが対象としている貝類と扱う対策技術

一般的に外来生物への対策は「予防原則」に基づいて行うことが重要とされています。「早期発見」と「早期対策」により、低コスト・短期間での防除に繋がり、被害を最小限に抑えることが

できます。被害が顕在化するようになった段階では、すでにその地域には相当数の外来種が生息していると考えられます。そのため、まず侵入初期の段階でその外来種を発見し、迅速な駆除にとりかかることが重要です。

そこで、本マニュアルでは、国内で問題となっている「カワヒバリガイ」と「タイワンシジミ」を対象に「侵入検知手法」「駆除技術」そして「死貝処理技術」を取り上げています。これらの手法については、土地改良区や水利施設管理の現場で活用できることを念頭に、導入が比較的容易で実用性の高いものを中心に取り上げています。早期発見を目的とする侵入検知手法については、カワヒバリガイでは目視調査とトラップを基本とする手法を、タイワンシジミでは送水管内に生息する貝を発見する手法について取り上げています。また、貯水池や水路でのカワヒバリガイの駆除については非灌漑期の貯水池の落水と薬剤(消石灰)を用いた手法(Ⅱ-3(1)、Ⅱ-3(2))、防汚塗料などを用いた付着防止対策(Ⅱ-3(3))、タイワンシジミについてはパイプラインに発生した貝の集中する場所の検知手法と排出方法を取り上げています(Ⅲ)。駆除貝の処理・資源化については、特にカワヒバリガイを中心に貝を死滅させる方法と堆肥化、石灰資材化を取り上げます(Ⅳ)。関連する事例や施設管理の現場だけでは実施が困難な環境DNA技術(用語解説 p77)などについての情報は、コラムなどで紹介しています。



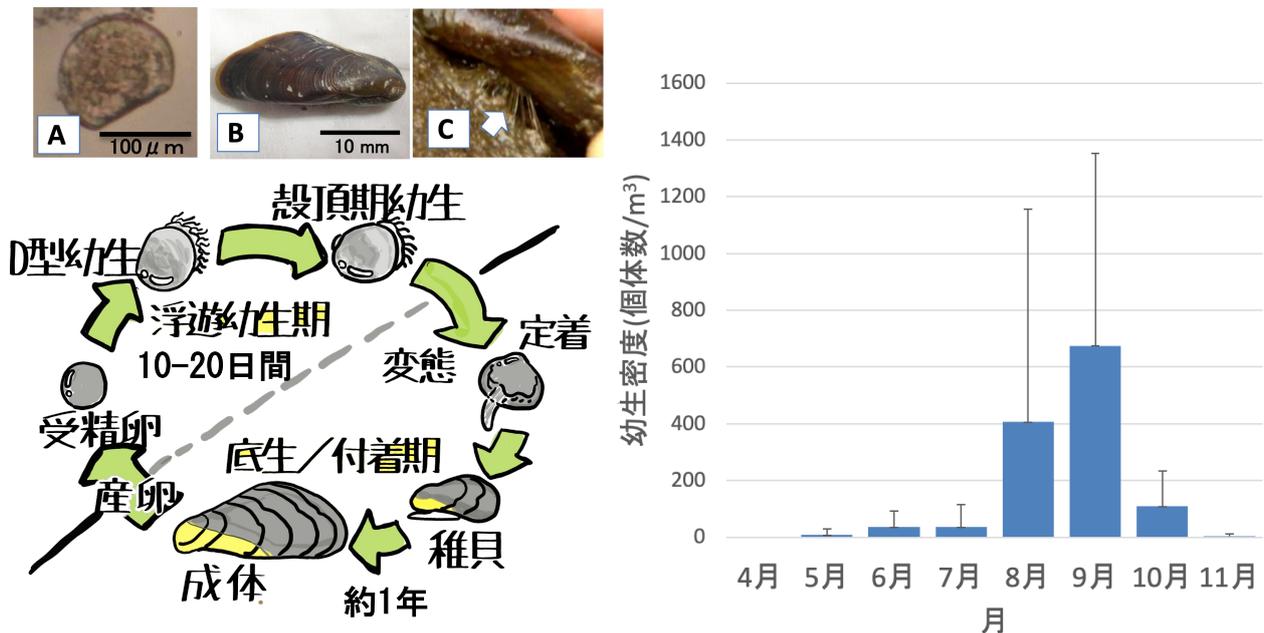
**図 I-3 本マニュアルで取り上げる外来貝類被害対策技術**

A : 貯水池落水、B: 薬剤(石灰)による駆除(カワヒバリガイ)、C: 配管内の侵入検知と駆除(台湾シジミ)、D: 防汚塗料などによる付着防止(カワヒバリガイ)、E: 死貝の処理と資源化処理(カワヒバリガイ・台湾シジミ)

## Ⅱ：カワヒバリガイ対策

### 1. カワヒバリガイとは？

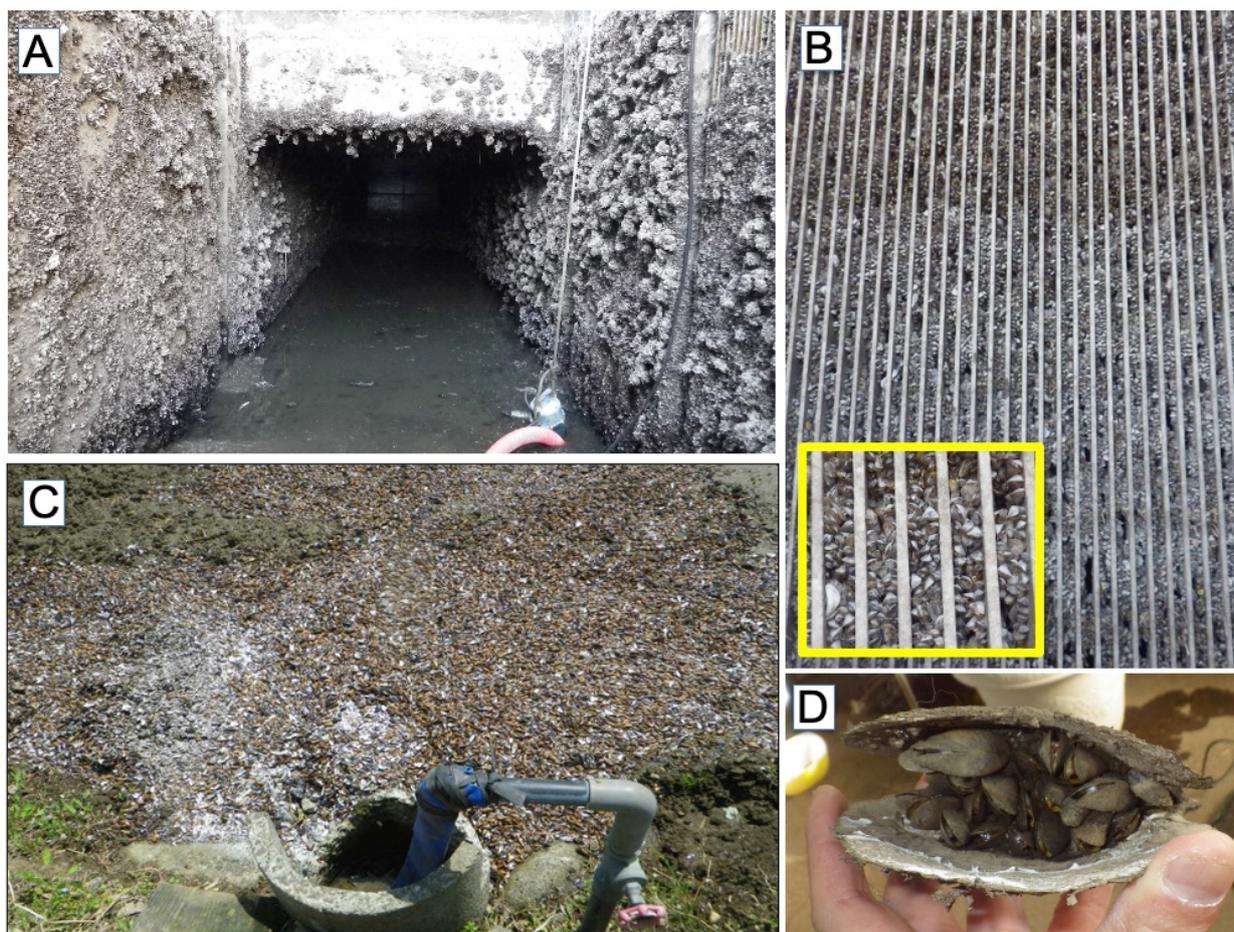
カワヒバリガイは中国、朝鮮半島を原産とする体長 3cm 程度の付着性の二枚貝です。(p10, “コラム: カワヒバリガイとコウロエンカワヒバリガイの識別” 参照)。カワヒバリガイは日本では 1992 年に琵琶湖で発見され、その後近畿・東海から関東地方に生息域が拡大しています。日本国内へは中国大陸から生きてそのまま輸入されたシジミなどの水産物に付着して持ち込まれたと考えられており、遺伝子解析の結果から、少なくとも二回、日本への独立した侵入が起きていたことがわかっています。カワヒバリガイは足糸とよばれる糸で固い基質に付着し、時として高密度な集団を形成して生息します。



図Ⅱ-1 カワヒバリガイの生活史

生活史の概要(左)と浮遊幼生密度の季節変化(右, 茨城県霞ヶ浦のデータより作図)。カワヒバリガイは生まれて 10-20 日間、0.1mm 程度の浮遊幼生となって水中を漂います。写真 A: 浮遊幼生、B: 成体、C: 成体が岩などに付着する“足糸”

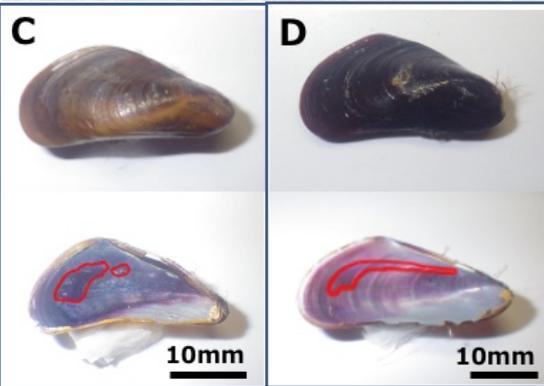
日本での繁殖期は6月から10月頃で、この時期、カワヒバリガイの成体は水中に微小な卵と精子を放出します。放出された卵は受精し、体長約0.1mmの浮遊幼生となって10-20日間、水中を漂うプランクトン生活を送ります。幼生はコンクリートや岩などの固い基質に定着し、足糸と呼ばれる糸で体を固定し、成長します。国内では殻長10-15mm/年程度の速度で成長し、寿命は3年程度と考えられています(図II-1)。カワヒバリガイは環境変化への耐性が高いことが知られており、成貝の生息可能条件としては水温0~35度、低酸素濃度下限が0.5mg/L、塩分耐性は15%とされており、汽水域とされる河口に近い場所での生息でも確認されています。カワヒバリガイは農業用水だけでなく、水道施設や発電施設、養殖施設などへも侵入し、大量に発生することで様々な問題を引き起こしています(図II-2)。



**図II-2 カワヒバリガイによる様々な被害**

様々な施設、場所に発生したカワヒバリガイ被害の様子。A: 沈砂池、B: 貯水池取水工バースクリーンの閉塞、C: 水田水口の死骸による閉塞、D: 淡水真珠貝への付着

## コラム：カワヒバリガイとコウロエンカワヒバリガイの識別



カワヒバリガイはムール貝の仲間(イガイ科)に属する二枚貝で、淡水から汽水域にかけて生息しています(左図、A, C)。本種は生息している状態や外見が、汽水域に生息するコウロエンカワヒバリガイ(左図、B, D)と類似していますが、両種は完全な別種です。ここでは簡単に、両種の識別方法について解説します。

・殻の色：殻の外側の色彩は、成長したコウロエンカワヒバリガイは赤色がかった黒褐色であるのに対し、カワヒバリガイは黄緑色をした暗褐色です(左図 C, D)。また、殻長 10mm 以下の稚貝ではカワヒバリガイは後方背側の半分が濃い紫色、前方腹側が黄土色になることが多いですが、コウロエンカワヒバリガイにはその傾向がみられません。

・筋痕：カワヒバリガイを解剖すると、殻の内側に「後閉殻筋」と「後足糸牽引筋」と呼ばれる筋肉が殻に付着した痕跡(筋痕)が確認できます。この筋痕が、コウロエンカワヒバリガイでは一つに融合しているのに対し、カワヒバリガイは前方の後足糸牽引筋痕が分離しています(詳細は文献(木村 1994 など)を参照してください)。

カワヒバリガイ(A, C)とコウロエンカワヒバリガイ(B, D)。C, D はそれぞれ上が外観、下が殻の内側を示す。C, D の赤い部分は、殻に残った「後閉殻筋痕」と「後足糸牽引筋痕」

生息域が重複することから、汽水域では両種が混在する可能性があります。しかし 2022 年 4 月現在、国内で確認されている付着性淡水二枚貝はカワヒバリガイだけです。よって、真水を扱う水利施設で写真のような貝が確認された場合「カワヒバリガイ」と判断して良いでしょう。

環境 DNA 分析( p50, “コラム：環境 DNA によるカワヒバリガイ・タイワンシジミの検出”参照)を用いた調査でも、両者は明確に識別されます。

## 2. カワヒバリガイの侵入検知手法

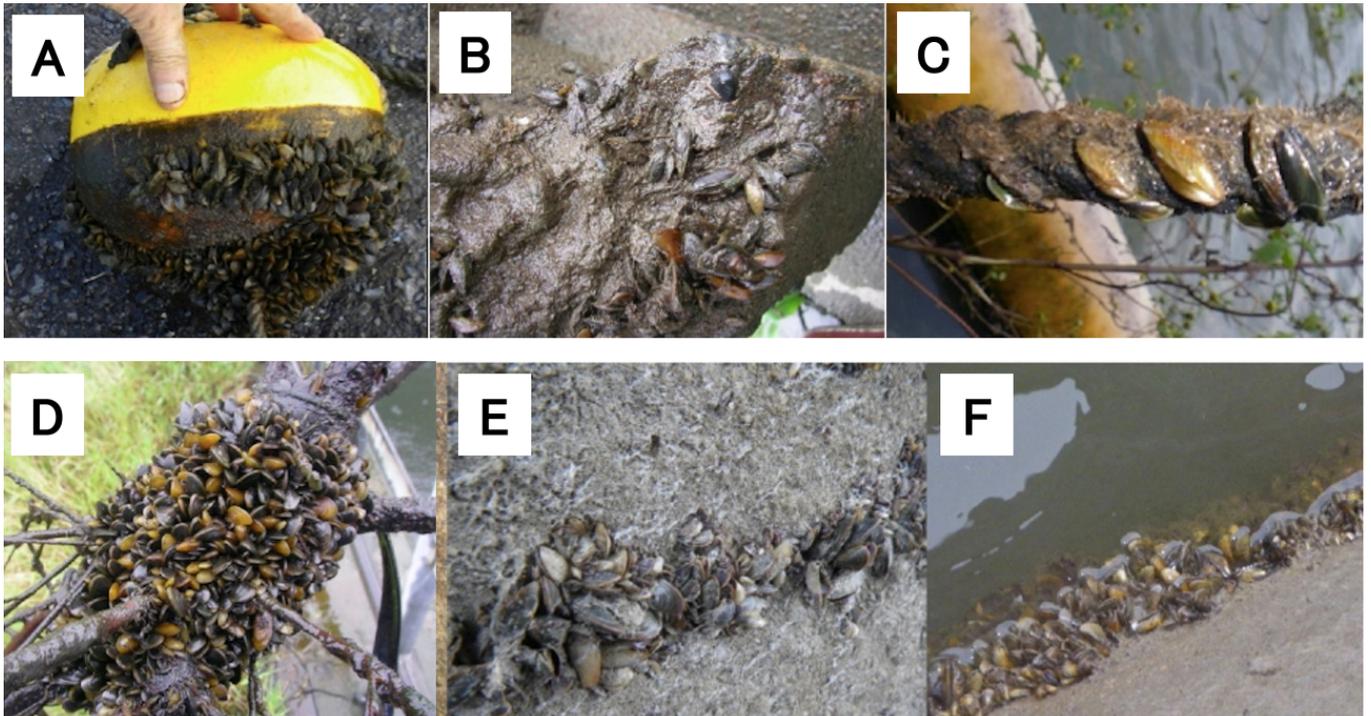
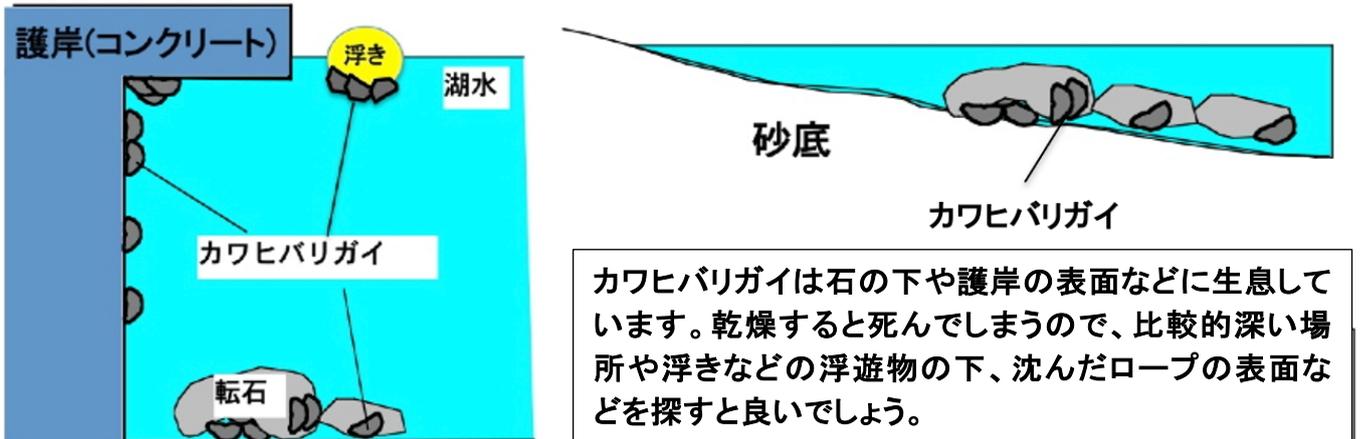
カワヒバリガイ対策の第一歩は、その侵入を検知し、対策をスタートさせることです。ここではまず、野外や施設に侵入したカワヒバリガイを見つける方法を紹介します。

表Ⅱ-1 各侵入検知手法の長所と短所

	長所	短所	実施者	備考
目視 ▶p11~	○簡単に実施でき、すぐに結果が出る ○特別な道具が不要で低コスト	X個人差がでやすく、見落としも多い X水深や天候の影響が大きい	施設管理者、土地改良区職員	最初は発見が難しく、ある程度の経験が必要。
付着 トラップ ▶p12~	○水深が深い場所でも実施可能 ○個人差が少ない ○定量調査が容易で作業スケジュールに組み込みやすい	X事前準備が必要 X結果が出るのに時間がかかる X設置場所の影響が大きい	施設管理者、土地改良区職員	繁殖期を含む一定期間、付着トラップを浸漬・回収
環境DNA 調査 ▶p14, 49	○発見効率が高い ○調査に時間がかからない ○水利施設の運用に影響が少ない(水を汲むだけ)	X施設管理者だけの実施が困難で、費用がかかる Xある程度知識が必要	環境アセスメント業者・研究者	調査は施設管理者が実施可能だが、準備と分析に専門家の協力が必要

## (1) 目視による検知

カワヒバリガイは岩などの固い基質に付着する性質があるため、発見するためにはコンクリートの壁面や護岸、貯水池沈んでいる岩の表面などを探索することが有効です。コンクリートの壁面では凹凸のあるところ、割れ目、角に集中して付着していることが多く、水に浸っている構造物(木の枝やロープ、浮きの下側など)を探索することも有効です(図Ⅱ-3)。

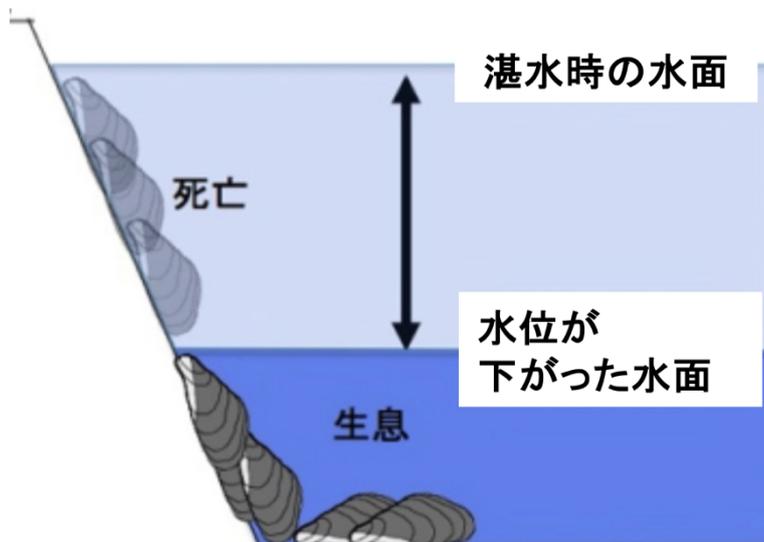


図Ⅱ-3 構造物や岩の表面に付着しているカワヒバリガイの様子

A: 浮き、B: 岩、C: ロープ、D: 枝、E・F: コンクリート壁面

カワヒバリガイは一定期間乾燥すると死滅するため(p19, “図Ⅱ-7 貯水池落水によるカワヒバリガイ駆除対策のポイント” 参照)、頻繁に水位の変化する貯水池では、常に水に浸かっている下部にだけ生息している場合があります(図Ⅱ-4)。このような場合、湛水した状態で貯水池の調査を行うと侵入を見落とすことがあります。貯水池の目視調査を行う際には、可能な限り水深の浅い状態で行うことが望ましいでしょう。

目視観察は簡便で実施が容易な反面、見落としが多くなる欠点があります。実際の調査では、後述のトラップ調査などと併用することが望ましいと考えられます。



**図Ⅱ-4 水位変化とカワヒバリガイの発見効率**  
一時的に水深が深くなった状態では生息を見落とす場合がある。

## (2) 付着トラップによる検知

カワヒバリガイは水面に浮かんでいる浮きやロープの表面に付着することがあります(図Ⅱ-3)。これは、繁殖期間に水中を漂う浮遊幼生が付着に適した基質(付着基質)に定着・成長したことによるものです。そこで、浮きに塩ビ管などの付着基質を取り付け、水面に浮かせてカワヒバリガイの付着状況を調査することができます(図Ⅱ-5)。この浮きと付着基質を組み合わせた装置を、以下「付着トラップ」と呼びます。付着基質を浮きに取り付けることで、水深の変化に伴う乾燥と見落としを防ぐことができます。カワヒバリガイの生息が不明だった貯水池に付着

トラップを設置し、湛水状態の貯水池でカワヒバリガイの侵入を確認できた例も報告されています。



### 図Ⅱ-5 カワヒバリガイ付着トラップの例

塩ビ管とロープを用いた付着トラップ。A: 仕様の一例、B: 付着したカワヒバリガイ(矢印)、C: 回収された付着トラップ。

付着トラップに装着する付着基質にはさまざまなものが提案されていますが、よく用いられる基質は塩ビ管や塩ビ板、ロープや木の枝などです。付着トラップのサイズや仕様を統一することで、カワヒバリガイの密度の変化を調査することもできます。カワヒバリガイの繁殖期は6月から10月なので、5月頃に付着トラップを設置し、定着が終了する11月以降に引き上げてカワヒバリガイの付着状況を確認します(トラップを設置後、1ヶ月程度で定着が確認できる場合もあります)。貯水池内の場所によって付着するカワヒバリガイの量は大きく変化するので、見落としを避けるためにも、トラップは1つの貯水池に場所を変えて複数(3個

程度)設置することが推奨されます。

### **(3) 高感度検出手法：環境 DNA 調査**

**\* 注意：この手法の利用には研究機関や環境アセスメント業者など、専門家の協力が  
必要になります**

目視観察や付着トラップによる調査は特別な道具を必要としない簡便な手法ですが、残念ながら発見効率は高くありません。そのため、これらの手法でカワヒバリガイの侵入を発見した時には、既に高密度になっていたというケースもあります。こうした問題を解消するために、近年「環境 DNA」を用いた高感度な検出手法が開発されています。環境 DNA とは生物の排泄物や皮膚などの組織片に由来する、環境中に存在する DNA の断片のことです。この環境中の DNA を水中から採取、検出することを通じて、対象とする生物の生息状況を推定することができます。この環境 DNA を検出することで、貯水池から水を採取して分析するだけで、そこに生息するカワヒバリガイの有無を、より高い感度で明らかにすることができるようになりました(p50 「コラム：環境 DNA によるカワヒバリガイ・タイワンシジミの検出」)。

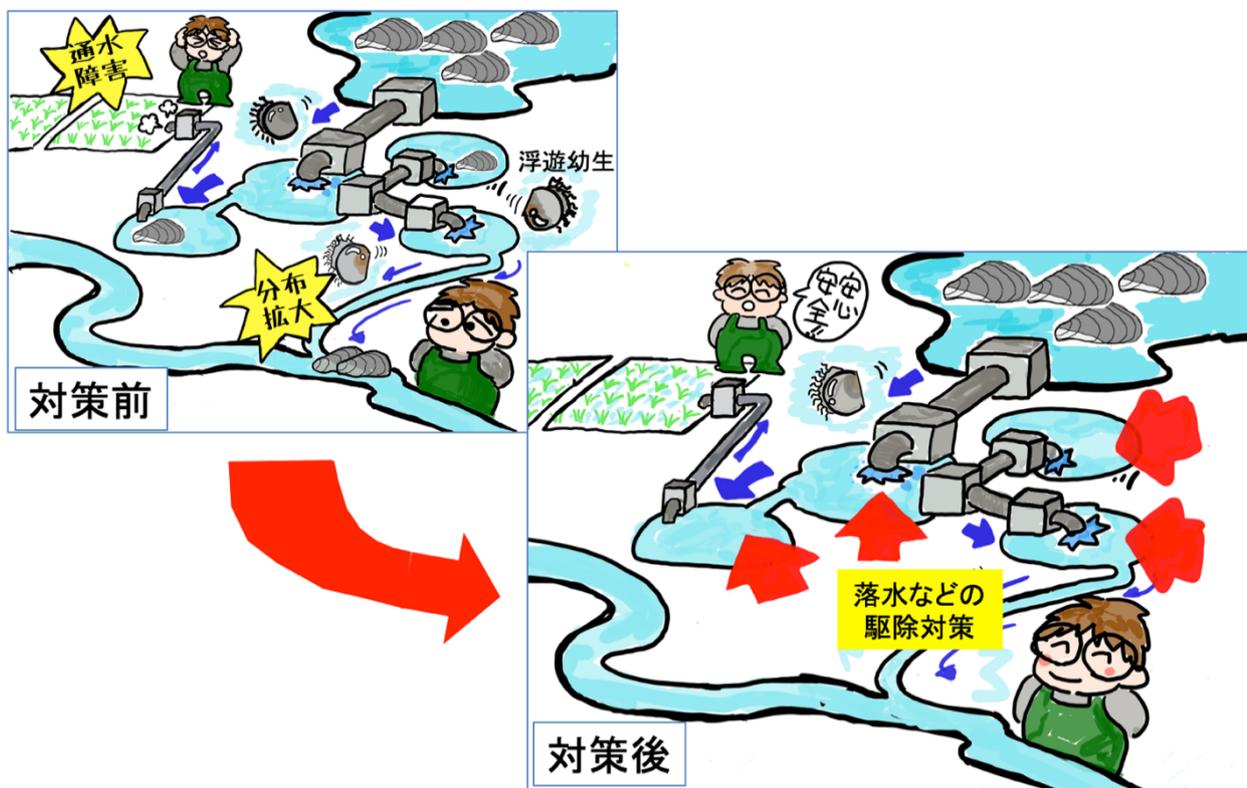
この手法は調査に要する時間が短い上に検出感度が高く、侵入初期の個体の検知に有効な手段ですが、「誰でも使える」技術とは言いがたいのが現状です。この手法は、研究機関や環境アセスメント業者と共同で実施することが現実的でしょう。

### 3. カワヒバリガイの駆除対策

#### 対策の考え方：早期対策による分布拡大の抑制

カワヒバリガイ対策は、通水障害などが発生してからはじめられることが多く、侵入の初期段階が見過ごされることが多いのが実情です。しかし、被害が顕在化した段階では施設内に広く定着していることも多く、対策も困難になりがちです。侵入から早い段階で対策に着手することで、より効率の良い被害対策が実現できます。

また、カワヒバリガイの発生した貯水池は周辺への幼生の供給源となり、しばしば下流の河川や貯水池における新たな発生の原因にもなっています。貯水池での対策は当該施設における被害を抑制すると共に、新たな発生地を作らない取り組みとしても重要です(図Ⅱ-6)



図Ⅱ-6 貯水池でのカワヒバリガイの発生と、対策のイメージ

水源にカワヒバリガイが生息していれば、その水を使う水利施設には毎年、新たにカワヒバリガイが侵入するリスクがあります。毎年継続してカワヒバリガイの駆除を実施することを通じ、施設の被害と周辺への拡大を抑制することを目指します。

## (1)落水による駆除

### (1)-1: はじめに

この章では、施設の水を落水し、施設内に付着しているカワヒバリガイを乾燥で殺貝する対策を紹介します。この手法は (1)既存の施設の運用を中心とした手法で特別な装置や機器・資材を新たに導入する必要がなく、実施における経費が安い、(2)非灌漑期に実施することで営農への影響が少ない、(3)貯水池内のカワヒバリガイの状態を目視で把握できる、などのメリットがあります。また、貯水池の落水はいわゆる「かい掘り」として、ため池の維持管理のために伝統的に行われてきた手法でもあり、実施に際して施設管理者の理解が得られやすいこともメリットです。貯水池は水を抜かなければ様子を把握できない部分が多く、湛水状態ではカワヒバリガイの生息状況を把握することは困難です。落水によるカワヒバリガイの駆除を施設運用の手順に組み込むことにより、施設内における大規模な発生を抑止することを目指します。

### (1)-2: 具体的な対策

本マニュアルでは、落水によるカワヒバリガイ駆除対策として以下の手法を推奨しています(図Ⅱ-7)。

#### ① 繁殖期終了後の 11 月以降に落水を実施する

カワヒバリガイの繁殖期は 6 月から 10 月で、11 月になると繁殖はほとんど終了します(p7, 「図Ⅱ-1: カワヒバリガイの生活史」参照)。そこで、11 月以降に駆除対策を実施すれば、年内に増殖した個体の全てを駆除の対象にすることができます。また、この時期は水田の非灌漑期でもあり、水利用への影響も少なくなります。

施設の運用条件に応じて、適切な落水期間を設定することも可能です。例えば、落水後にポンプによる注水が必要な貯水池は、このポンプの稼働に電気代などの経費がかかります。

その場合、落水を早めを実施することで雨水や河川水の流入による湛水を行い、ポンプによる注水量を減らして経費を節約することもできます。

## ② 落水期間は 2 週間以上

この時期、基質に付着して乾燥したカワヒバリガイが死滅するには約 2 週間が必要となります。この期間、乾燥状態が保てるよう、十分な期間の落水を実施します。氷点下になると死滅に要する期間が早まる傾向があるので、厳冬期の 12-1 月などに実施することも有効です。

## ③ 施設内の水抜きを徹底する

貯水池内の水たまりや施設内の水が残った水槽などがあると、その中でカワヒバリガイが生き残ります。水が溜まっているところからは排水口を開く、ポンプで排水するなど、可能な限り水を取り除くことが重要です。水が残っているところでは、カワヒバリガイが生存している可能性が高くなります。

## ④ 手作業による駆除も併用する

落水を実施することで、カワヒバリガイが付着している場所が見えるようになります。通水阻害の原因になりやすいバースクリーンや、水を抜くことが難しい排水路の底などは、落水だけでは対応が困難です。可能な限り、手作業などを併用して貝を除去します。

## ⑤ 落水は毎年行う

カワヒバリガイは成長すると乾燥耐性が増加し(農林水産省農村振興局、「カワヒバリガイ被害対策マニュアル」 p60 図 49 参照)、落水による乾燥では死滅させにくくなります。また、特に水源にカワヒバリガイが生息している場合、水源からの新たな幼生の流入が毎年継続することが考えられます(図 I-2)。落水は可能な限り毎年実施し、新たに発生した個体を翌年に持ち越さないようすることが望ましいと考えられます。

カワヒバリガイが大量に発生している貯水池では、落水によって死んだ貝など生物の腐敗に伴う悪臭の発生が問題になることもあります。そのような場合、それらの死骸を早めに撤去するなどの対応が必要になります。水利施設でのカワヒバリガイ対策は、周辺地域への外来種拡散を抑制する取り組みでもあります。対策の実施にあたっては、施設周辺住民への周知など適切な対応が求められます。

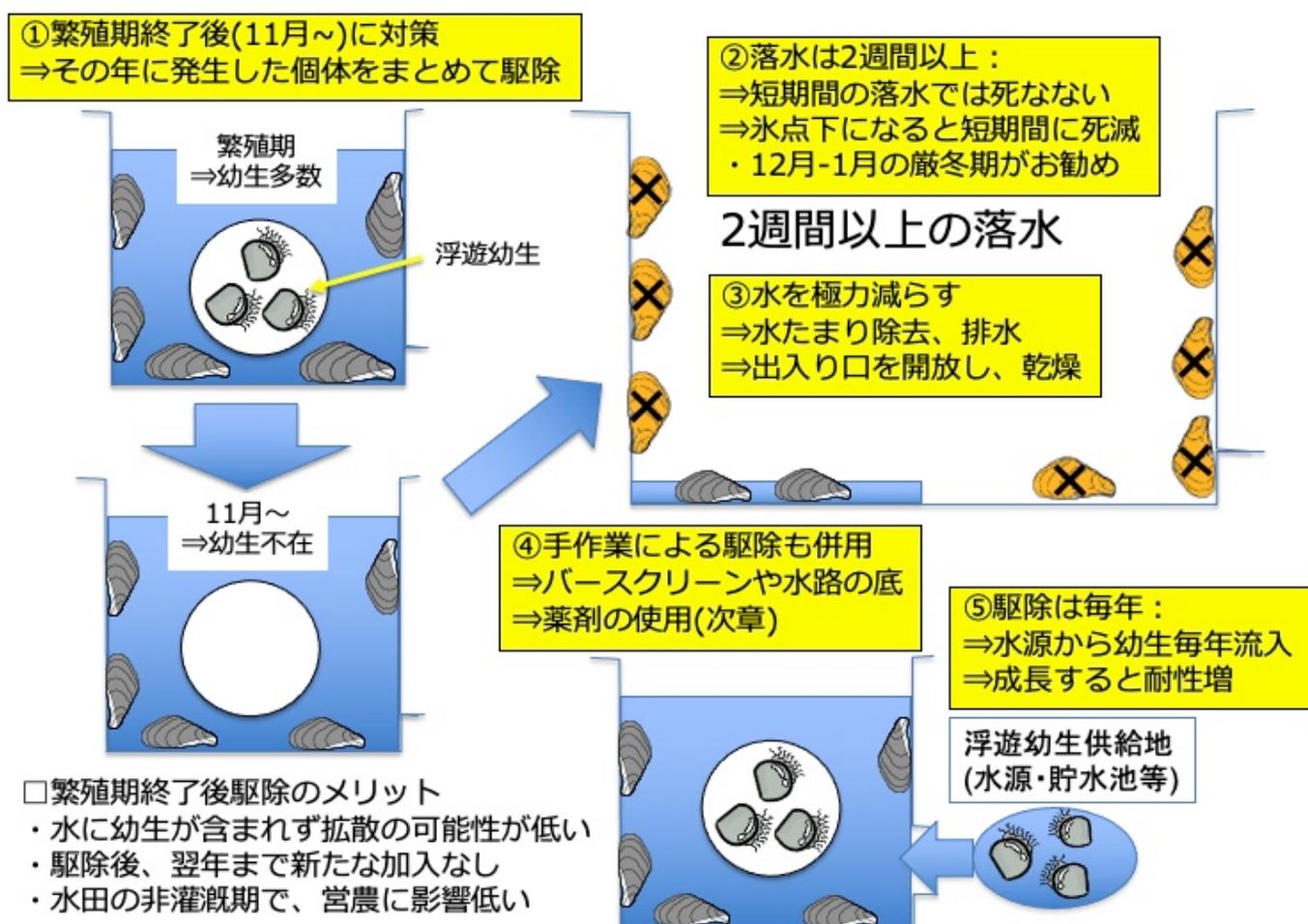


図 II -7 貯水池落水によるカワヒバリガイ駆除対策のポイント

なお、施設の構造によっては十分な落水が実施出来ず、貯水池の中に水が残ってしまうことがあります。水の残った場所がある程度狭い範囲であれば、後述する「**薬剤(水酸化カ**

**ルシウム：消石灰)を用いた駆除」**手法を併用することで、より効果的な駆除を行うことができます。

## **(2) 薬剤(水酸化カルシウム：消石灰)を用いた駆除対策**

### (2)-1: はじめに

前章で紹介したとおり、貯水池を落水し干出することにより、カワヒバリガイを効率的に駆除することが可能です。しかし、カワヒバリガイは殻を閉じることで水分の損失を防ぎ、低酸素状態にも耐えることができるため、落水後も水たまりが残存したり、付着している壁面に流水が存在したりする条件では、長期間の生残が可能となってしまいます。これらの生残個体は、その後の増殖の源となってしまいます。そこで、落水による駆除の効果を高め確実な防除を実現するためには、落水後に生残する個体を駆除する何らかの方法を組み合わせる必要があります。

農業用水利施設管理の現場で処理可能な範囲や必要とする機材、様々な異なる環境への適用などを考慮すると、「殺貝効果を持つ薬剤」を活用することが有望な選択肢となります。「殺貝効果を持つ薬剤」には様々なものがありますが(p20 “コラム: カワヒバリガイに効果を持つ薬剤” 参照)、ここでは農業用資材として一般的に利用されている**水酸化カルシウム(消石灰)**を用いたカワヒバリガイ駆除について紹介します。

## コラム：カワヒバリガイに効果を持つ薬剤

カワヒバリガイの駆除に有効な薬剤に関する報告の多くは、海外の特に冷却設備内の送水管等を対象に実用化されたものがほとんどで、貯水池や解放された水路等への適用例はほとんど知られていません。そのため、わが国の水域・農業環境における挙動や、わが国の環境への適合性や生物種に対する影響を評価することが必要になります。過去の知見と室内試験をもとに、主に一般薬剤を対象に検討した結果、塩素系薬剤(次亜塩素酸、二酸化塩素)、過酸化水素、水酸化カルシウムが、屋外環境における付着後の稚貝や成貝の駆除に効果があることが確認されました。以下はその効果の概要を示したものです。

本マニュアルでは、農業用資材としても普及している消石灰(主成分は水酸化カルシウム)を用いた対策を紹介しています。

薬剤名		処理日数	処理後日数	致死の状況 <sup>a</sup>	国内の淡水域の適用例
塩素系 薬剤	次亜塩素酸ナトリウム	1	0	0.26 g/L <sup>b</sup> で半数が致死	藻類駆除 養殖池の消毒
	ジクロロイソシアヌル酸ナトリウム錠剤	1	0	2g/Lで半数以上が致死	
		6	0	1g/Lで半数以上が致死	
	二酸化塩素錠剤	1	0	1.6g/Lで35%致死	
		6	0	1.6g/Lで半数以上が致死	
過酸化水素	6	0	低濃度で閉殻 0.1g/Lで半数が致死	養殖/魚卵殺菌	
	2	12	0.1g/Lで半数が致死		
水酸化カルシウム(試薬)	5	0	2.5g/Lで半数以上が致死	外来魚駆除	
	3	4	50%致死量 <sup>c</sup> : 2.035g/L	養殖池の消毒	
			90%致死量 <sup>c</sup> : 13.086g/L	湖沼底質改善	
	3	7	1g/Lで90%致死	酸性水質中和	
	3	13	土壌存在下: 1g/Lで全数が致死		
	3	14	2g/Lで全数が致死		
3	15	土壌存在下: 2.5g/Lで全数が致死			

a表中の添加量は、次亜塩素酸ナトリウム・過酸化水素は溶液中の試薬の量を、他の物質については溶媒量に対する試薬の量を示す。

b. 添加濃度5g/Lに対して添加直後に実測したCl濃度。一般的に次亜塩素酸は水中に存在する有機物やアンモニア等と反応し急激な濃度減衰を示す。

c. 施用量と死亡率の関係からプロビット法にて推定した値。

## (2)-2: 水酸化カルシウムの特徴とカワヒバリガイ駆除の効果

水酸化カルシウムは、強いアルカリ性を示すため取扱いに注意が必要ですが、劇物などに指定されておらず、比較的入手・利用しやすい薬剤です。水酸化カルシウムを主成分とする消石灰は、酸性土壌の中和、酸性化した河川や湖沼の中和・凝集、養魚場の水質管理、富栄湖の水質・底質の改善等、農業や湖沼・河川の環境管理において幅広く屋外利用されています。水抜きを行ったため池でのブルーギル、コクチバス、オオクチバスなどの外来魚の駆除を消石灰の散布処理で行った事例も報告されています。

室内実験の結果、水酸化カルシウムを水槽内に 1 g/L 添加した条件で三日間飼育したカワヒバリガイは、2 週間以内にほぼすべて死亡することが確認されました。3 日以上薬剤処理が可能な場合を想定して、全ての個体を駆除することを目標とした場合、必要とされる水酸化カルシウムの添加量は、落水後に残留する水量に対して 1g/L が最低基準となります。添加の効果を高めるため、2 週間以上再注水せずに濃度を維持することが必要になります。実際の屋外環境には水酸化カルシウムと反応する土壌等が存在することから、これらと水酸化カルシウムが反応してしまう量を考慮して、1g/L よりも施用量を多く設定することが必要となります。溶けきらなかった水酸化カルシウムによって致死効果が高まる傾向が見られることから、溶解度以上の量(表 II -2)、1L あたりおおよそ 1.4g~1.9g の水酸化カルシウムを添加することが望ましいと考えられます。つまり、「対象箇所に残った水の量×有効濃度 (1.4~1.9g/L) 」が最少必要量になります。

**表Ⅱ-2 水酸化カルシウム水溶液の飽和濃度に相当する添加量**

	水温				
	0	10	20	30	40
添加量 (g/L)	1.89	1.82	1.73	1.6	1.41

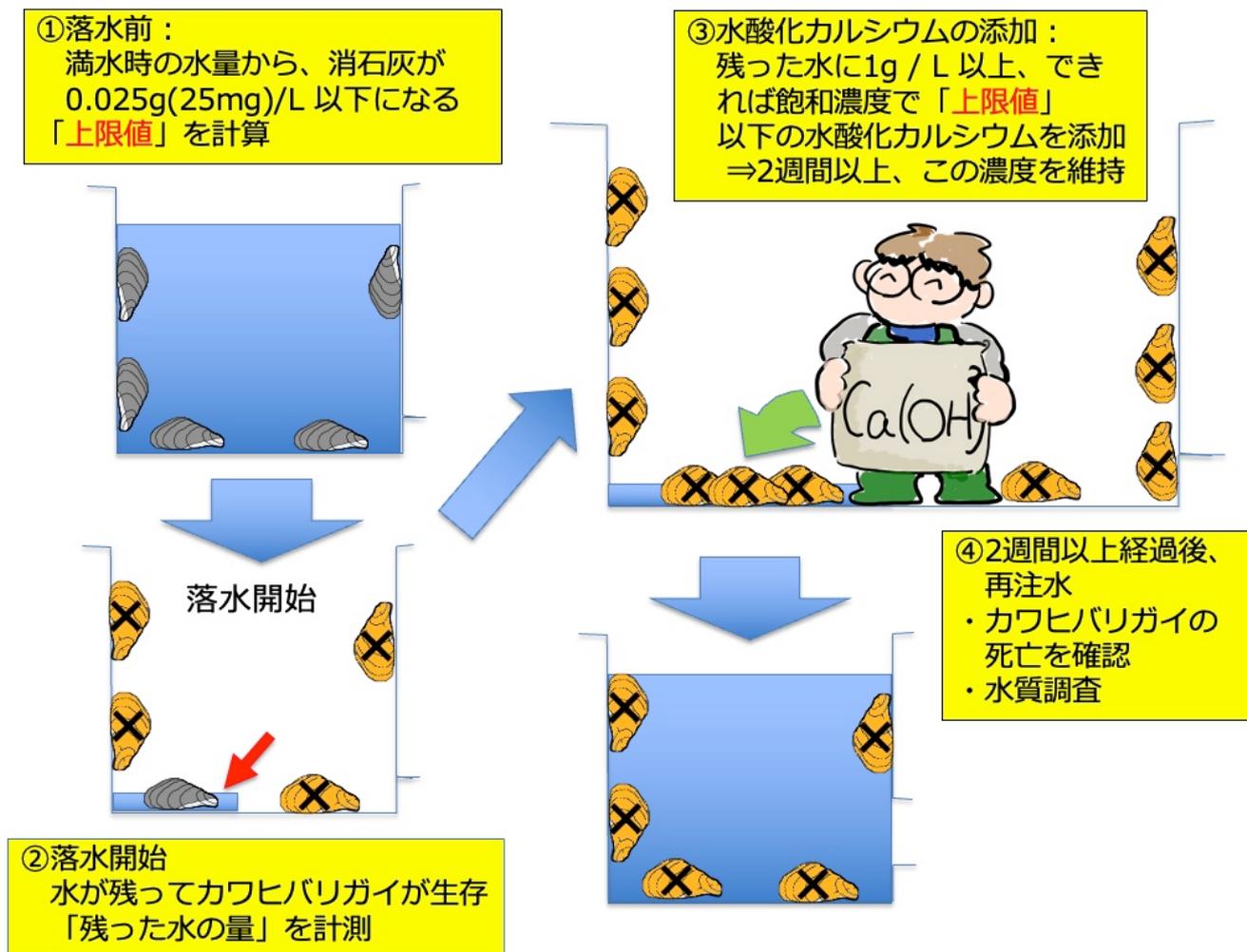
(2)-3: 水酸化カルシウムの環境中での安全性と散布量の上限值

水生生物に対する水酸化カルシウムの殺傷作用は、強いアルカリ性によるタンパク質の分解によるもので、接触した生物組織の破壊を引き起こします。魚類を対象としたアルカリ物質による斃死事例の調査や毒性試験では、体表粘膜の排出、鰓からの出血、痙攣などが報告されています。

水酸化カルシウムを含む強アルカリ性を示す石灰系薬剤の致死濃度に関する室内実験報告に加え、湖沼の水質改善に石灰系資材を用いた事例(岩下 1991、高島・高木 1994)や、錦鯉養殖施設で用いられている石灰散布の影響を考察した事例(松村 1990)などを踏まえると、落水後に再び湛水した際の水酸化カルシウム濃度が約 0.025g(25mg)/L 以下になるように設計することで、周辺に生息する魚類等への影響を抑制できると考えられます。不純物を含まない 25 mg/L 濃度の水酸化カルシウム水溶液の pH は約 10.8 となりますが、貯水池や湖沼において 25 mg/L に相当する水酸化カルシウムを添加しても、水中に含まれる物質との中和反応により、pH10 を超えることは稀です。この量は、水深 1m の貯水池で水面 1m<sup>2</sup>あたり 25g の水酸化カルシウムの量に相当します。実際の施用においては、「投入した水酸化カルシウムの総量がこの量を上回らない」ことに注意してください

なお、水酸化カルシウムを主成分とする資材には肥料用消石灰、食品用消石灰など様々なものがありますが、いずれも含有する水酸化カルシウムの量が異なります。実際の使用にお

いては、生態系や近隣の養殖等内水面漁業等への影響等に配慮し、資材毎の水酸化カルシウム含有量に基づき適用量を決定してください(図Ⅱ-8)。



図Ⅱ-8 水酸化カルシウムによるカワヒバリガイ駆除(イメージ)

#### (2)-4: 水酸化カルシウム資材の散布方法

水酸化カルシウム資材の施用方法として、カワヒバリガイが付着・生残している場所へ直接散布する方法と、透過性のある袋等に封入した薬剤を付着面上や水中に浸漬する間接散布法があります。

##### ・直接散布

外来魚の駆除や湖沼の底質改善等において一般的に用いられている方法で、水面から水

酸化カルシウムの粉剤あるいは粒剤を直接散布します。特殊な用具等を必要としないため、様々な場所への適用が可能です(図Ⅱ-9)。

カワヒバリガイの駆除では、溶け残った薬剤がカワヒバリガイの周辺に残存することで効果が高くなることが示されています。そのため、垂直な壁面等に付着した個体を防除するには、処理対象壁面に沿って散布することが望ましいと考えられます。粒子の細かい粉剤を使用する場合には、水中での舞い上がりにより濁りを生じ、水面からの散布位置や薬剤の付着状況の確認が困難になるため、作業前に対象カ所を複数に区分して、それぞれ区分した箇所にも所定量を散布する方法が望ましいと考えられます。水平面あるいは斜面においては、散布後の処理面にゴムシート等をかぶせることにより、効果を高めることができます。

処理後、溶け残った薬剤を回収することが困難なため、湛水・通水する際には、高濃度の水酸化カルシウムがまとめて下流に排出



**図Ⅱ-9 水酸化カルシウムの直接散布に適した場所**

左：底面に浅く水が残る吸水槽、右：落水後の貯水池の水たまり

されないように注意する必要があります。

□適用可能箇所：貯水池内水たまり、給排水ピット、コンクリート柵(ます)、水路、僅かな滲出水のある壁面

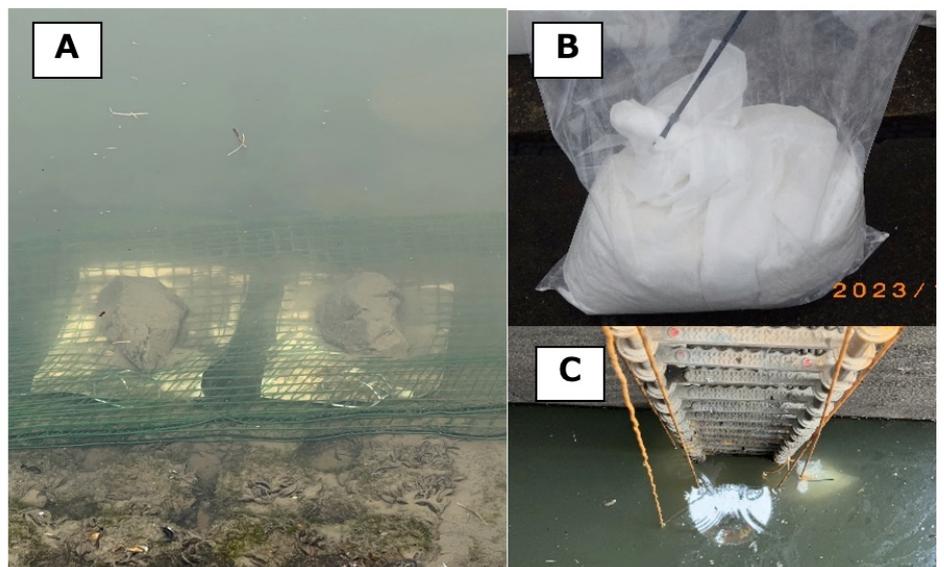
・間接散布

水中濃度を維持するために必要な水酸化カルシウムを、親水性不織布で作った袋等、透

過性のある資材に封入して水中に浸漬する方法です(図Ⅱ-10)。

資材をカワヒバリガイが付着している面に密着させるために、重石や支えが必要となる場合があります。処理期間後に残存する薬剤を回収できるため、過剰量の水酸化カルシウムを封入・設置することで、高濃度状態が維持できます。処理後に残留する未溶解の薬剤が少ないため、湛水・通水開始後の環境回復が早く、水域への負荷も少ない手法になります。資材準備に手間がかかりますが、集中的な防除を必要とする場所、水の動きが大きく、直接散布では薬剤が散逸してしまうような場

所に適します。水の動きにより煽られて資材の密着度が低下することがあるため、風当たりの強い場所への設置には注意を要します。直接散布に比較して水中濃度が上昇し難いため、散布後の pH が 12 に達していない場合には、追加施用が必要になる場合があります。



**図Ⅱ-10 水酸化カルシウムの間接散布の様子**

A: 不織布製の袋に封入した水酸化カルシウムを貯水池に設置した様子、B・C: 不織布製の袋に封入した水酸化カルシウムと、貯水池吸水槽への散布状況

□適用可能箇所：給排水ピット、コンクリート柵、整地された法面

(2)-5: 水酸化カルシウム資材の取り扱い上の注意点

水酸化カルシウム水溶液は強塩基性を示すことから、接触により皮膚や粘膜を侵食するため、取扱い時には、長袖、保護手袋、保護メガネ等の着用が必要です。万が一目に入った場合には、角膜・結膜に障害を起こし失明する危険性もあるので、速やかに流水で数分間注意深く洗浄した後、緊急に眼科医の診察を受けて下さい。皮膚に付着した場合には、多量の水と石鹼で十分に洗浄し、皮膚刺激が生じた場合、気分が悪い時は、医師の診断、手当てを受けることが必要になります。

水酸化カルシウムを吸入した場合には、新鮮な空気のある場所に移動し、気分が悪い時には、医師の手当て、診断を受けてください。間違って飲み込んで胃に入った場合には胃液で中和されるために影響は少ないとされますが、多量に摂取すると、呼吸困難、胃痙攣、内出血、血圧上昇、腎機能障害、肝機能障害等の健康への影響が生じる可能性があります。口をすすぐとともに、気分が悪い時には、医師の診断、手当てを受けて下さい。

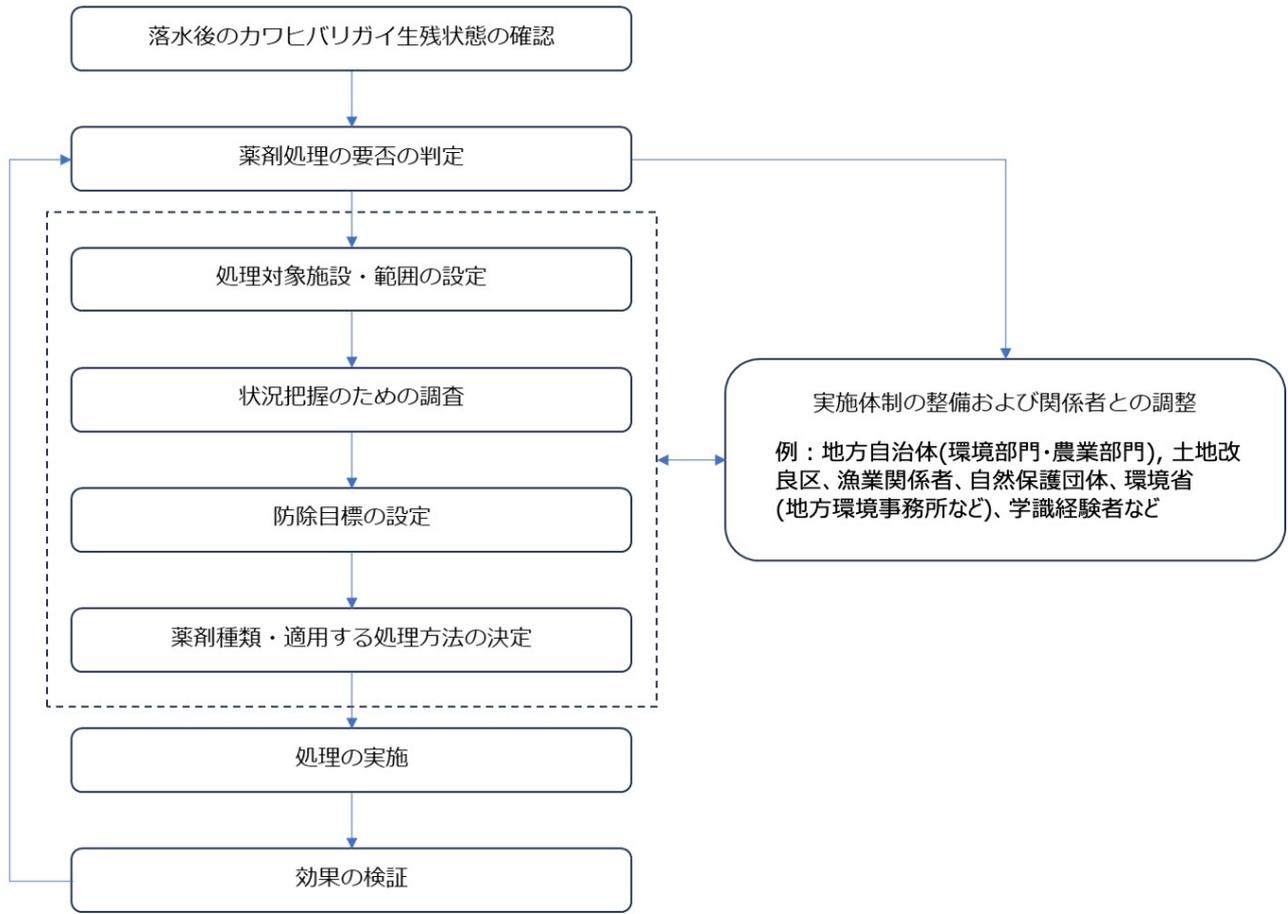
#### ・管理体制および注意点

関係者間における合意形成の過程で、薬剤処理に関するリスク管理主体や緊急時の連絡等、管理体制を明確化する必要が有ります。薬剤を用いたカワヒバリガイ防除は、原則的に落水による対策と組み合わせて実施されることから、落水に関する調整の過程で、薬剤の適用に関しても関係者間で合意形成しておくことが望ましいでしょう。貯水池や水路での薬剤処理の開始時には、事前に、周辺施設を含めた管理者に連絡し了承を得た上で実施することを計画してください。

また、魚類等水生生物への影響が懸念されることから、河川への直接的な適用は避けてください。薬剤を処理している期間は定期的に対象箇所を点検し、不具合が生じていないことを確認します。

#### (2)-6: 水酸化カルシウム資材を用いたカワヒバリガイの駆除の進め方

ここからは、実際に水酸化カルシウム資材を用いたカワヒバリガイ駆除を進める手順を説明します。なお、ここで紹介する駆除手法は「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」第5条の許可の適用除外（飼養等を伴わない行為）に該当する範囲内であり、法的な手続きを必要としない駆除であることが確認されています。しかし、実際の駆除に際しては付近の住民の方々や行政担当者の方々、土地改良区の方々などの理解が不可欠です。これらの方々の理解を得るためにも、説明会などの実施を心がけてください（**図Ⅱ-11**）。



**図Ⅱ-11 薬剤を用いたカワヒバリガイ駆除の進め方**

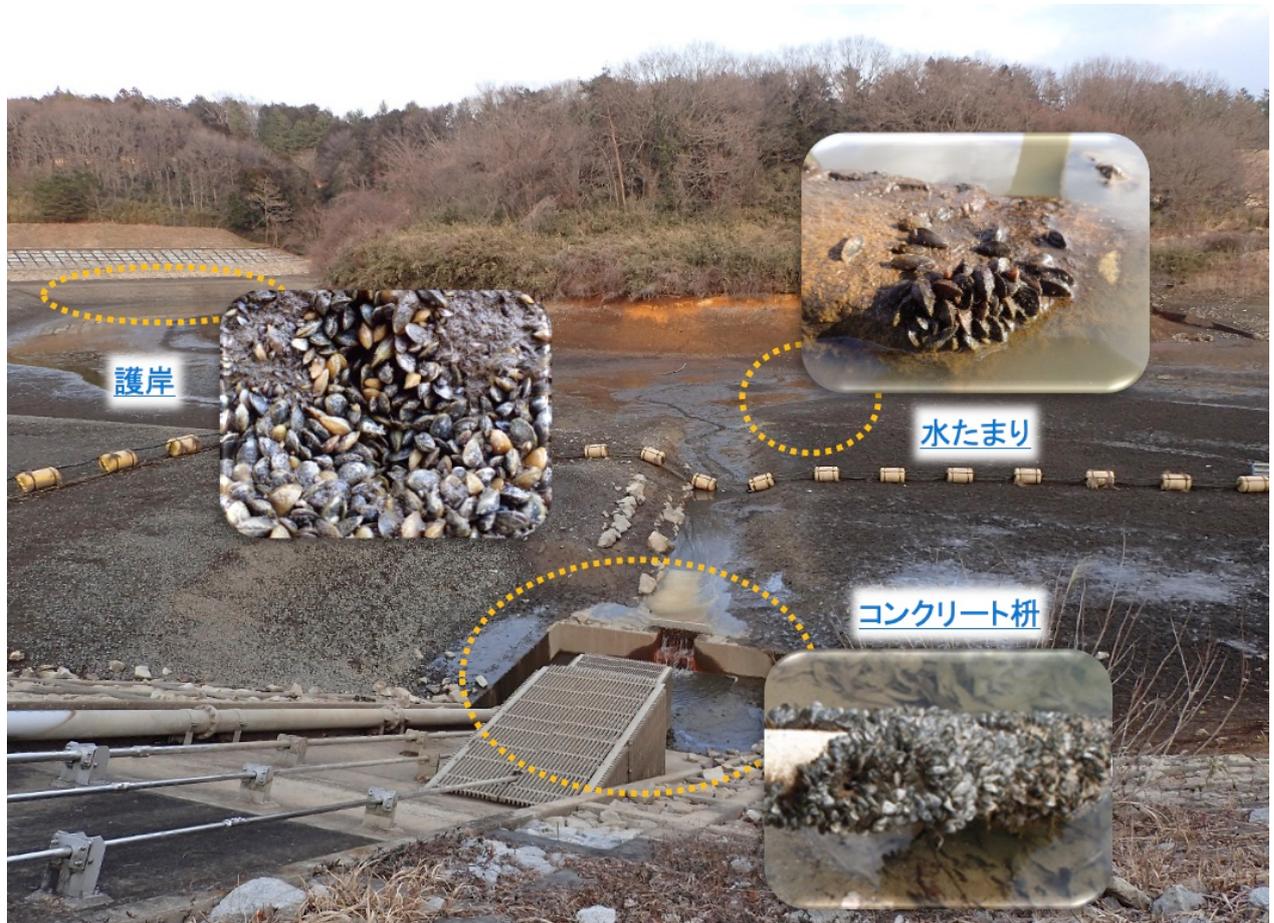
利水施設の管理者が対策の実施主体となる場合を想定しています。

### 事前準備

落水後に残存するカワヒバリガイの状況の把握と、薬剤を用いた防除が必要かどうかの判定を行い、関係者の合意を得ます。

(1)目視により水たまりの有無やコンクリート柵などへの水の残存状態と、カワヒバリガイの付着・生息状況を確認します。薬剤処理が必要と判断されたら、実際に対策を行う必要のある地点・施設を決定します(図Ⅱ-12)。

(2)駆除手続きにかかる関連情報を取りまとめて施設周辺・下流域の関係者間の合意を得ます。計画決定後も、必要に応じて事前説明会等を開催し、関係者の理解促進、情報の共有を図ります。



## 図 II-12 落水後の状態の確認

付着状況や落水による死亡の状況等から薬剤処理が必要と思われる場所を探します。

### 計画の策定

事前準備における概要確認結果に基づき、具体的な対象箇所、使用する薬剤・資材、作業手順等を決定します。

#### (1)処理対象施設・範囲の設定

・落水状況、利水管理スケジュール、周辺環境等の情報を参考に、薬剤を用いた防除が必要と判断された地点・施設・設備から実際に対策を実施する施設や範囲を絞り込みます。絞込んだ地点・施設・設備に対して、対策上の重要度や環境影響を考慮した優先度による順位付けを行います。

## (2)状況把握のための調査

防除の実務に必要な情報を得るための調査・情報収集を行います。

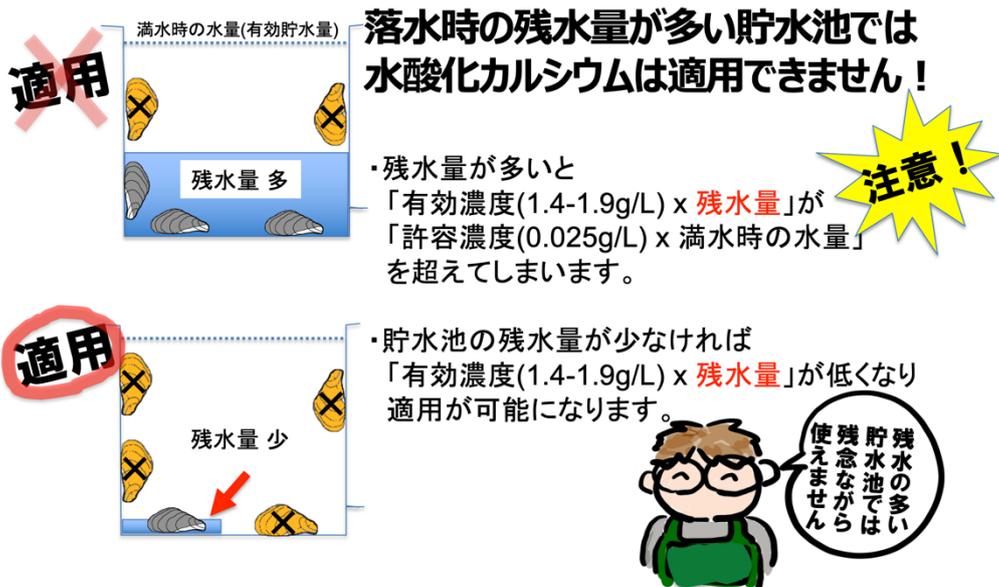
・効果の検証や安全性評価の際の比較のため、必要に応じて薬剤処理前のカワヒバリガイ付着個体の採取や状態調査や、水質等の環境情報の取得を行います。

## (3)防除目標の設定

・落水状況、利水管理スケジュール、必要コスト等に基づき、薬剤の適用による実現可能な防除目標を設定するとともに、必要に応じて対象範囲と優先度の見直しを行います。

## (4)水酸化カルシウムの適用可否の判定

・水酸化カルシウムの最大許容量となる「有効貯水量(満水時の水量) × 0.025g(25mg)/L」を算出します。最大許容量の範囲で実施可能な地点・施設・設備を決定します。落水時の残水量が多い場合には、水酸化カルシウムは適用できません(図 II-13)。



### 図Ⅱ-13 水酸化カルシウムの適用が可能な場所の判定

最少必要量「対象箇所に残った水の量 × 有効濃度 (1.4～1.9 g/L)」が最大許容量「有効貯水量 × 25 mg/L」を超える場合には適用できません。

(5)適用する処理方法や実施時期、使用する薬剤のタイプや使用器材を決定

・薬剤処理の継続期間（2週間以上）と落水スケジュール、地点・施設・設備の状況に適した処理方法について検討・決定し、湛水・取排水開始時期等、薬剤処理の継続期間と落水スケジュールに関する調整を行います。

・最少必要量「対象箇所に残った水の量 × 有効濃度(1.4～1.9 g/L)」と最大許容量「有効貯水量 × 0.025g(25mg)/L」との間で、水酸化カルシウムの添加量を決定します。

・薬剤処理後の水質の指標として、水酸化カルシウム添加量と有効貯水量から有効貯水量における水酸化カルシウム濃度 (mg/L) を算出します(注意：ここでの単位は mg です)。さらにこの水酸化カルシウム濃度から以下の式を使って pH を推定し、処理後の下流への給放水可否の指標とします。

$$\text{推定 pH} = -\log_{10}\left(\frac{10^{-14}}{Ca \times 2}\right), \quad Ca = \frac{\text{水酸化カルシウム濃度 (mg/L)}}{74.092 \times 1000}$$

## 防除作業の実施

- (1) 周辺施設を含めた関係者に連絡を行い、薬剤を用いた防除に関する了承を得ます。
- (2) 使用する薬剤・機材を準備し、適用する処理方法に応じた手順で水酸化カルシウムを散布・設置します。必要に応じて、関係者が立ち会うことのできる機会を設けることが望ましいでしょう。

## 効果の確認と改善

- (1) 設定した薬剤処理期間の経過後に、カワヒバリガイの致死状況を調査し薬剤効果を検証するとともに、追加処理の可否／要否を判定します。
- (2) 処理対象箇所からの個体採取、水中カメラ調査等により、カワヒバリガイの致死状況を確認します。
- (3) 防除効果が低いと判断された場合には、追加の薬剤投入の可否／要否について検討し、必要に応じて薬剤散布あるいは他の手法による防除作業を実施します。

## 薬剤処理後の対応

薬剤処理は対象箇所の下流に位置する農地や生物に影響する可能性があることから、必要に応じて、湛水後の貯水池、取放水、下流河川・水路等において水質調査等を実施することが望ましいでしょう。

### (1) 湛水後の貯水池等における水質調査

湛水後の貯水池から水試料を採取し、pH を中心とした調査を実施します。pH が定常時に観察される pH の上限値および計画時の推定値の両者を上回った場合には、許容範囲

に低減するまで下流への給放水を見合わせます。pH が許容範囲を上回った場合でも、妥当な適用量の範囲であれば、降水に伴う水位上昇・溢水より下流に流出する水による影響はほとんど生じません。

(2)取放水、下流河川・水路における水質調査を行い、結果を関係者へ報告する。

薬剤処理に対して安心していただくためにも、駆除の結果やその後の水質結果等を付近の住民の方々や行政担当者の方々、土地改良区の方々などに報告することが望ましいと思われれます。一度の処理でカワヒバリガイを撲滅することは難しく、継続的な実施が必要になるケースが多いと考えられますので、関係者の理解促進、情報の共有等、フォローアップすることが重要です。

水酸化カルシウムは自然環境への負荷が少なく生物影響も小さな薬剤です。河川水や湖沼に添加された水酸化カルシウムは、水に溶けた二酸化炭素や湖沼の底泥から発生する酸性物質により徐々に中和され、炭酸カルシウムなどの反応性の低い物質に変化します。このような性質を持つため、酸性の物質が多く含まれる環境では、カワヒバリガイに対する効果が出にくくなるなど、水質環境により防除に必要な薬剤量が変わることが予想されます。水酸化カルシウムの適用に当たっては、効果の出方を確認しながら、それぞれの地点における最適な適用方法を見つけ出す必要があるでしょう。

## コラム：落水と薬剤による駆除を併用した 現地実証試験(茨城県つくば市)

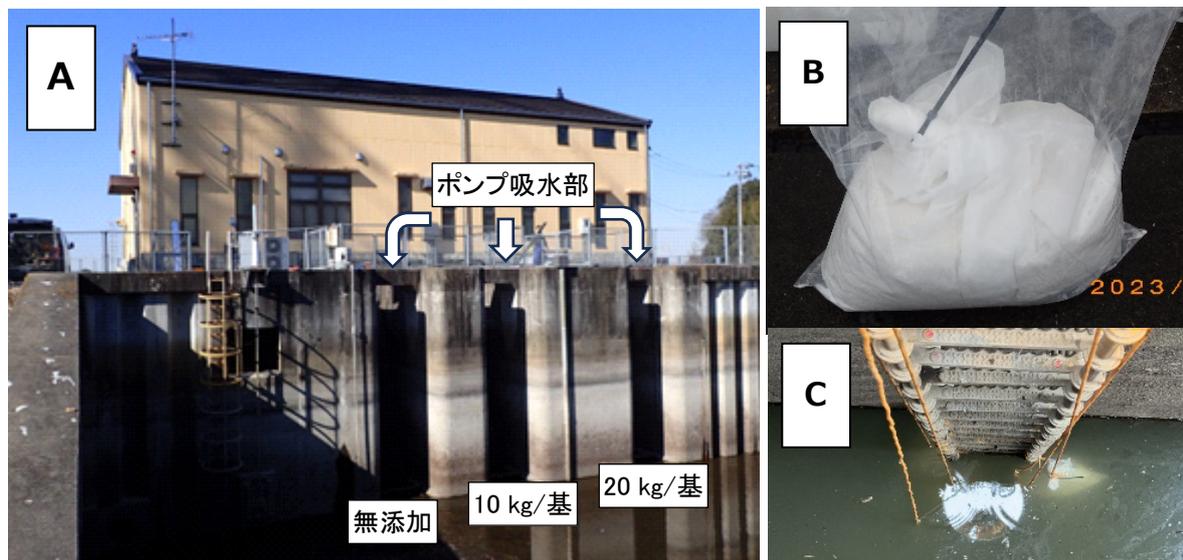
カワヒバリガイの発生している貯水池(揚水機場)を対象に、貯水池の落水と消石灰を併用したカワヒバリガイ駆除の現地実証試験を行いました。

揚水機場の吸水槽内から排水しても水が抜けきらない吸水ポンプ吸水部壁面にカワヒバリガイが付着・残存することから、吸水部内のカワヒバリガイを除去するために水酸化カルシウムを散布し、その効果を確認しました(下図 A)。水酸化カルシウムとして農業用途で市販されている粒状消石灰を使用しました。吸水部が 3 基あり、それぞれに約  $20 \text{ m}^3$  ( $20,000 \text{ L}$ ) の水が残ることから、1 基当り 10 kg、20 kg の水酸化カルシウムを間接散布(下図 B, C)により添加するとともに 1 基を無添加とし、現場環境における添加量の違いによる効果を調査しました。

添加後に水質を調査した結果 pH 上昇が認められなかったため、直接散布により間接添加と同量の水酸化カルシウムを追加しました。これによる総水酸化カルシウム量は、貯水池を満水にした場合に  $0.35 \text{ mg/L}$  に相当しますが、魚類等に影響を及ぼす  $25 \text{ mg/L}$  を大きく下回っています。

本現地実証試験では、水酸化カルシウムの投入に先立ち、環境省から実施計画に対する意見をいただいた上で、周辺土地改良区や地方自治体関係者を対象に事前説明会を実施しました。また、水酸化カルシウム投入に際しては、見学の機会を設けました。

水酸化カルシウム投入後約 4 週間後に吸水部壁面に付着したカワヒバリガイの死亡個体の割合を調査したところ、10kg+10kg 添加により 2~6 割、20kg+20kg 添加により 6~7 割のカワヒバリガイの死亡が確認されました。



### 揚水機場における現地実証試験の状況

A: 揚水機場における水酸化カルシウム添加場所、B: 間接散布のために不織布製の袋に封入した水酸化カルシウム、C: 不織布製の袋に封入した水酸化カルシウムの吸水部への散布状況

### (3) 塗料・防汚資材をもちいた防除

#### (3)-1:はじめに

カワヒバリガイの付着を防止する主な方法には、銅などの忌避性をもつ金属の利用と、シリコン系などの防汚塗料の利用があります。現地試験では、銅製の管にはほとんどカワヒバリガイの付着がないことが確認されており、茨城県の水資源機構霞ヶ浦用水管理所では、実際に吸水槽にあるスクリーンにカワヒバリガイの付着による通水阻害対策として、銅製のスクリーンへの交換が行われています。

シリコン系防汚塗料は、フジツボやイガイ等の海生生物の付着を防ぐため発電所で広く使用されています。防汚塗料は、平滑性、低摩耗性、弾性などを備え、海生生物の付着を抑制し、付着しても水流によって容易に離脱するため、防汚効果を発揮できます。ここでは、防汚塗料のカワヒバリガイに対する付着防止効果を検証した試験結果と、施工方法・費用などについて紹介します。

#### (3)-2 :防汚塗料の付着防止効果

##### □事例 1 調整池での現地試験

カワヒバリガイが定着している調整池において、シリコン系防汚塗料（中国塗料（株）製「リムノクリン」および関西ペイント（株）製「バイオックス」）を塗布したパネルを約 3 年 4 か月間にわたって浸漬し、カワヒバリガイの付着状況を観察しました。使用した試料は 5 枚の塩化ビニルパネル（200mm×200mm）で、そのうち 4 枚には防汚塗料を塗布し、比較のために 1 枚には防汚塗料を塗布しませんでした（図 II -14）。試験を行った貯水池の流

速は日時によって異なり、0.2m/s を超える時間もありましたが、夜間や非かんがい期（9月～3月）にはほとんど停止していました。



図Ⅱ-14 防汚塗料によるカワヒバリガイ付着防止効果(事例 1)

パネルに付着していないカワヒバリガイを除去したものの、防汚塗料を塗布したプレートに付着したカワヒバリガイは容易に剥離します。

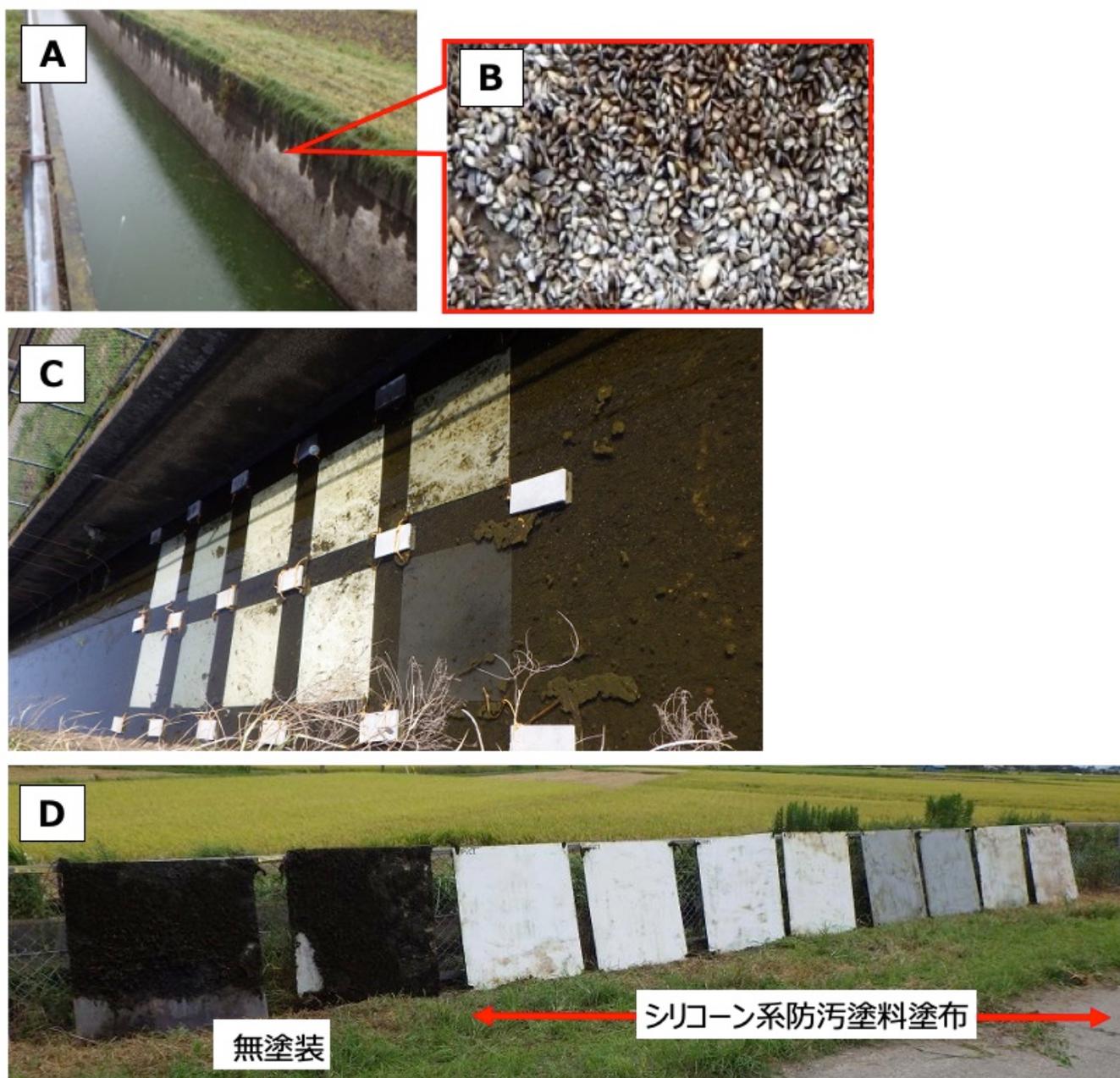
約 10 カ月後・2 年 3 か月後とも、無塗布のパネルにはカワヒバリガイが全面的に付着しましたが、防汚塗料を塗布したパネルにはほとんど付着しませんでした(図 II -14)。約 3 年 4 か月後、無塗布のパネルに付着していたカワヒバリガイの一部が剥離しましたが、これは付着していたカワヒバリガイが死亡したこと等が原因と考えられます。

パネルに付着したカワヒバリガイを取り除く際に必要な労力を比較するために、防汚塗料を塗布したパネルと無塗装のパネルに付着したカワヒバリガイの付着強度を比較したところ、無塗布のパネルでは剥離に平均 43 ニュートン (n=4) の力が必要でしたが、防汚塗料を塗布したパネルでは平均 7 ニュートン (n=8) の力でカワヒバリガイが剥離しました。防汚塗料を塗布したパネルにはカワヒバリガイがほとんど付着せず、付着した場合にも比較的小さい労力で取り除くことができます。

## □事例 2 開水路での現地試験

カワヒバリガイが通水時に侵入・付着している開水路において、シリコン系防汚塗料を塗布したパネルを浸漬し、カワヒバリガイの付着状況を観察しました。試験体は塩化ビニルパネル (1m×1m) と FRP パネル (1m×1m) が計 10 枚 (塩ビパネル 5 枚、FRP パネル 5 枚) で、そのうち 8 枚 (塩ビパネル 4 枚、FRP パネル 4 枚) には防汚塗料を塗布し、比較のために 2 枚 (塩ビパネル 1 枚、FRP パネル 1 枚) には防汚塗料を塗布しませんでした(図 II -15C)。試験は通水時期の 4 月下旬から 8 月下旬に実施しました。

定期的にかワヒバリガイの開水路への付着状況を目視で観察したところ、初めてかワヒバリガイが確認されたのは7月末でした。その後、かワヒバリガイの付着量は急増し、8月下旬の落水時には、開水路および無塗布のパネルには、大量のかワヒバリガイが付着しましたが、防汚塗料を塗布したパネルにはかワヒバリガイは付着しませんでした(図Ⅱ-15D)。



### 図Ⅱ-15 防汚塗料によるかワヒバリガイ付着防止効果(事例 2)

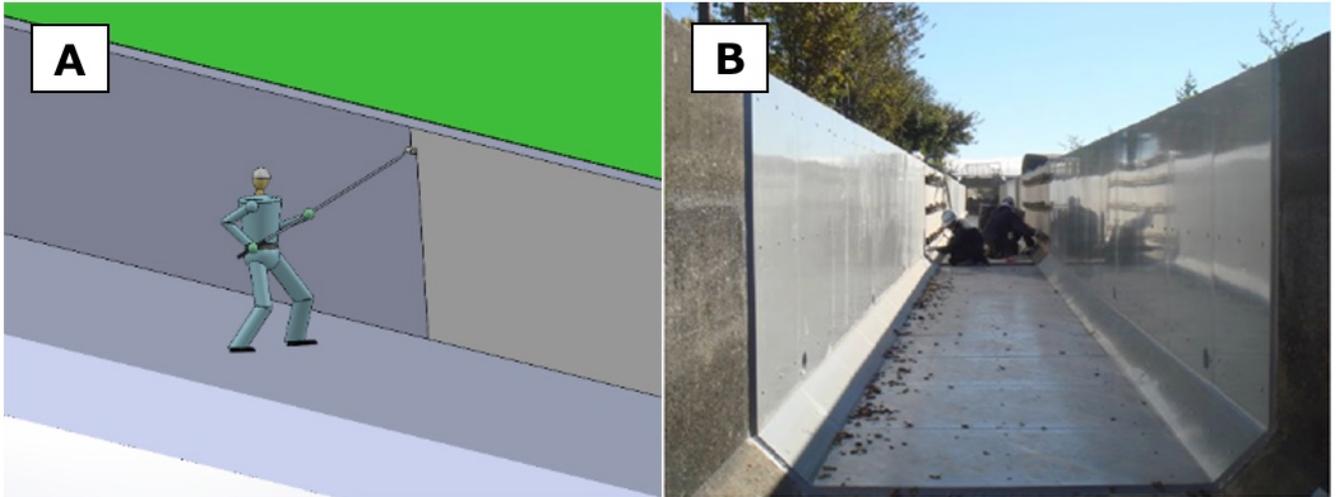
A, B: 開水路へのかワヒバリガイ付着状況、C: 防汚塗料を塗布したパネルの設置状況、D: 4ヶ月間通水後、パネルを引き上げた状況。左側二枚の無塗装パネルのみで、大量のかワヒバリガイが付着しています。

事例 1、2 の現地試験とも、無塗装のパネルには大量のカワヒバリガイの付着がみられましたが、防汚塗料を塗布したパネルへのカワヒバリガイの付着はほとんどみられず、付着したカワヒバリガイも少ない力で容易に取り除けることが示されました。防汚塗料を用いることで、コンクリート壁面へのカワヒバリガイの付着を効果的に防止することが出来ます。

### (3)-3:防汚塗料の施工方法

水利施設に防汚塗料を施工するには、大別して現地塗装方式とパネル取り付け方式の 2 種類があります(図 II -16)。現地塗装方式は、施設に直接防汚塗料を塗布する方法で、塗装面を乾燥、ケレン、目粗しなどの前処理を行った後、スプレー又はローラー刷毛で下塗り、中塗り、上塗りの順に塗り重ねます。現地塗装方式のメリットは一般的な技術であり実施できる業者が多いことや単位面積当たりの施工費が比較的安く抑えられることではありますが、デメリットとして塗装作業時に溶剤臭が発生することやスプレー式においては飛散防止対策が必要となること、また、防汚機能が低下した際の塗り替えにおいて、古い塗料を剥離する工程が必要となる点が挙げられます。

一方のパネル取り付け方式は、あらかじめ防汚塗料を塗布した FPRM 板（繊維強化プラスチック複合板）を施設壁面にアンカーボルトで固定していくもので、メリットは塗料の飛散防止対策が不要であること、機能が劣化した際の機能回復がパネルの入れ替えで済むことなどがあり、デメリットとしてコストが割高となる点が挙げられます。いずれの方式も、施工の際は水路の水を遮断する必要があります。



**図Ⅱ-16 防汚塗料の施工方法**

A: 現地塗装方式(イメージ), B: パネル取り付け方式

(3)-4:防汚塗料の施工費用

防汚塗料の現場適用にあたり、費用の観点から、適用範囲や適用の有無を検討する必要があります。防汚塗料の施工費(単価)の例を表Ⅱ-3 に示しました(2023年11月時点)。試算の条件は、幅1m×深さ1m×長さ100m(設置面積300m<sup>2</sup>)の開水路を想定しています。

(単位:円)	現地塗装方式		パネル取り付け方式
塗料樹脂	シリコン樹脂塗料		シリコン樹脂塗料
材料費	13,000		30,000
施工費	4,000		16,000
合計	17,000		46,000
塗装仕様	1層目	下塗り	同左
	2層目	中塗り	
	3層目	上塗り	
施工日数	5日		7日
備考	洗淨・素地調整:1日 3コート塗装 養生:1日 コンクリート素地の状態に応じてミストコートやパテ埋めを行う必要がある		洗淨・素地調整:1日 パネル設置:(100m <sup>2</sup> /日)×3日 目地、端部処理:1日 養生2日(48時間)

**表Ⅱ-3 防汚塗料の1m<sup>2</sup>当たりの施工単価(例)**

表Ⅱ-3の条件で、設置面積 300m<sup>2</sup>の施工費用と、防汚塗料の耐久年数を 10 年とした場合の 1 年あたりの費用は表Ⅱ-4の通りです。

(単位:円)	現地塗装方式	パネル取り付け方式
塗料樹脂	シリコン樹脂塗料	シリコン樹脂塗料
300m <sup>2</sup> 施工した時の費用	5,100,000	13,800,000
耐久性を 10 年とした時の 1 年あたりの費用	510,000	1,380,000

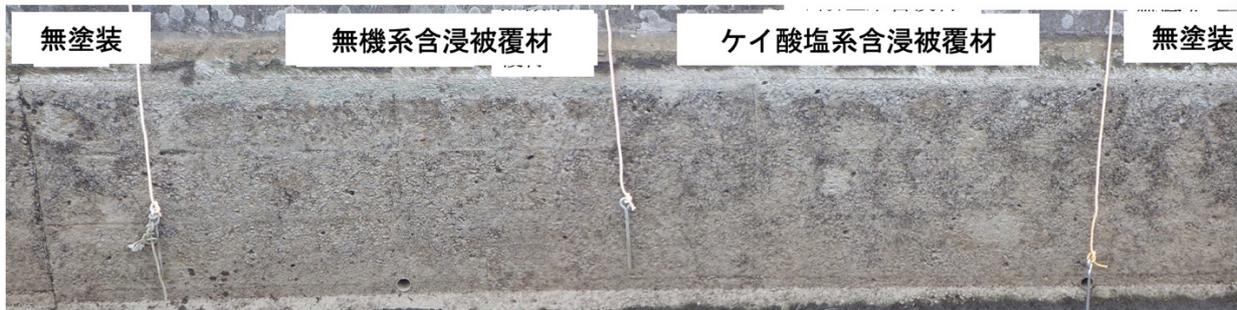
### 表Ⅱ-4 防汚塗料の施工費用(例)

幅 1m×深さ 1m×長さ 100m (設置面積 300m<sup>2</sup>) の開水路を想定した費用と、塗料の耐久性を 10 年とした場合の 1 年あたりの費用

防汚塗料は、カワヒバリガイの付着をほぼ防ぐことができ、付着した場合でも簡単に取り除くことができます。ただし、この方法は費用がかかるため、施設管理者は農業農村整備事業などを活用して現場に適用することが考えられます。対策に要する費用を考慮して、特にカワヒバリガイの腐敗に伴う悪臭が問題になっている場所や、大量に付着して再生産の場となり、発生源となっている場所などに、優先順位をつけて防汚塗料を使用することが望まれます。

## コラム：含浸被覆材によるカワヒバリガイ付着抑制と剥離力低減効果

表面含浸工法は、コンクリートの表面に含浸材を塗布して水や塩化物イオンの侵入を抑制し、塩害や凍害を防止する工法です。含浸材にはコンクリートの表面を塗膜で覆う工法（含浸被覆系）があり、基質表面の凹凸に好んで付着するカワヒバリガイのような生物の付着抑止が期待できると考えました。そこで、無機系含浸被覆材（パーミエイト）を開水路に塗布し、カワヒバリガイの付着抑制および剥離力低減効果を検証する実験を行いました。その結果、ケイ酸塩系含浸材は無塗装部とほぼ同じ量のカワヒバリガイが付着しましたが、無機系含浸被覆材の塗布部は、無塗布部と比較して付着量が少ない傾向を示しました。



### 被覆材を塗布したコンクリート壁面の通水後の状況

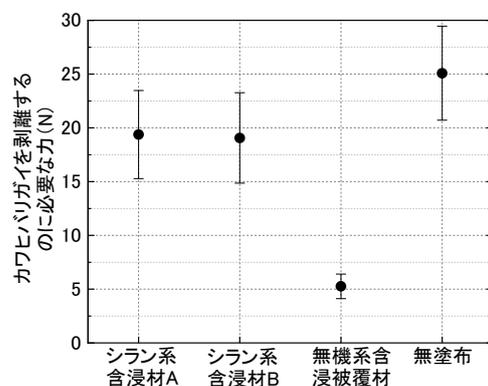
ケイ酸塩系含浸被覆材は無塗装と同程度にカワヒバリガイが付着したが、無機系含浸被覆材塗布面は付着量が少なくなった(黒い所がカワヒバリガイの多く付着している箇所)

次に、無機系含浸被覆材とシラン系含浸材を塗布したモルタル片をカワヒバリガイの生息する開水路に浸漬してカワヒバリガイを付着させ、カワヒバリガイを剥離するのに必要となる力の比較を行いました。その結果、無機系含浸被覆材を塗布したモルタル片に付着したカワヒバリガイは、無塗布のモルタル片に比べて 1/4~1/5 の荷重で剥離できることが示されました(右下図。シラン系含浸剤の効果は小さかった)。無機系含浸被覆材を塗布することで、カワヒバリガイが付着しにくく、また剥離しやすくなることが示されました。

無機系含浸剤によるカワヒバリガイ付着防止効果については、さらなる知見の蓄積が必要になると考えられます。



フォースゲージによる剥離力の調査



カワヒバリガイの剥離に必要な力

## Ⅲ：台湾シジミ対策

### 1. 台湾シジミとは？

#### (1) 台湾シジミの特徴

台湾シジミはアジア原産の淡水二枚貝で（図Ⅲ-1）現在ではアジア、北アメリカ、南アメリカ、ヨーロッパなど世界各地の国々にその分布を広げています(p45, “コラム：台湾シジミの分布と生態の特徴” 参照)。日本では1985年に岡山県の水路で発見され、その後琵琶湖淀川水系や相模川水系、熊本県の緑川水系など、全国で相次いで定着が確認されるようになりました。食用として輸入されたものが各地で放流・遺棄され、分布が拡大したものと考えられています。農業水利施設の通水障害や漁業への影響が問題になっており、2015年には環境省の定める「生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種リスト」で「その他の総合対策外来種」に指定され、対策が求められています。

本章では、淡水シジミ類による通水阻害対策について、台湾シジミを中心にその生態と被害、特にパイプライン内に発生した台湾シジミ対策について紹介します。

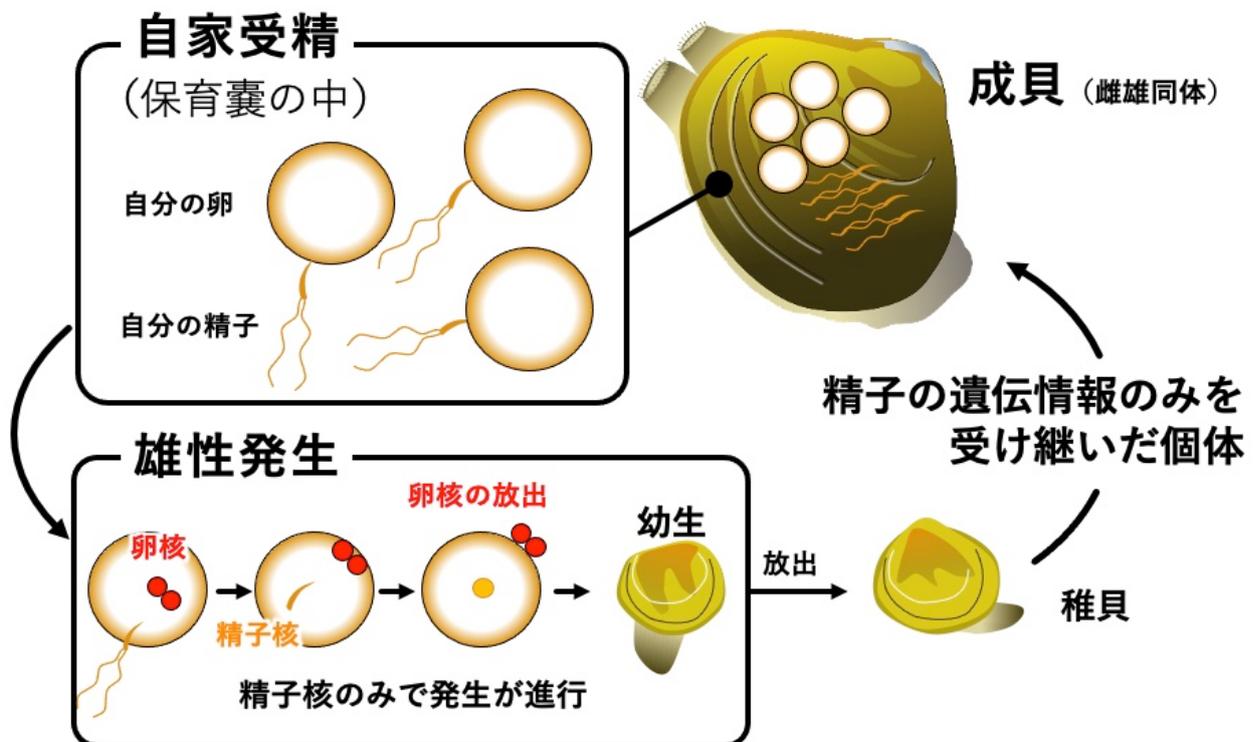


図Ⅲ-1 台湾シジミ

## コラム：台湾シジミの分布、生態の特徴

台湾シジミは中国南東部、朝鮮半島、ロシア南東部などに自生していましたが、現在はアジア、北アメリカ、南アメリカ、ヨーロッパなど世界各地の国々にその分布を広げています。この種の爆発的な分布拡大は輸送など人の活動に伴ったものと推定されており、発電所の冷却水系に大発生して問題になるなど、北米でも有害性の高い種として扱われています。

日本で主に食用にされているヤマトシジミ(汽水に生息)は雌雄異体で、生まれた子供はプランクトン幼生として水中を漂う生活史を送りますが、台湾シジミは雌雄同体で自家受精による繁殖も可能、さらに卵胎生で幼生は足を出して這い回れる状態の幼貝になるまで保育囊内で成長してから体外に放出されます(下図)。この雌雄同体・単為生殖が可能といった特徴は、一般に在来種として扱われているマシジミと同じものです。じっさい、台湾シジミとマシジミは貝殻の形態での区別が難しいことも多く、中国や韓国を含む幅広い地域の標本から得られた遺伝解析の結果でも、両者を明確に区別することは出来ていません。将来的には、この二種は同じ種として扱われることになるかもしれません。



### 台湾シジミの生活史

## (2)台湾シジミによる被害

世界各地の国々に分布を広げた台湾シジミは、様々な地域で通水阻害を始めとする問題を引き起こしています。

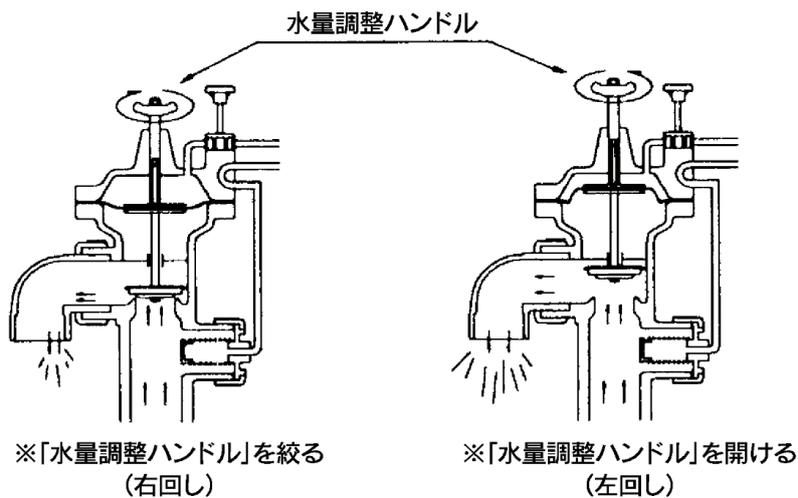
日本国内のシジミ類による通水被害としては、佐賀県東部の工業用水での1990年ごろからのマシジミ被害(生島,1995)、2007年岡山県における灌漑施設のシジミ(種は不明)による末端スプリンクラーの目詰まり等の被害(大賀・瀬川,2007)、鳥取県の水土里ネット北条砂丘のシジミ(種は不明)の末端スプリンクラーの目詰まり等(北条砂丘土地改良区,2010)など、様々な事例が報告されています。

三重県の宮川用水では、台湾シジミによる通水被害として、分水工のストレーナーにおける台湾シジミの堆積による詰まり(図Ⅲ-2)や、自動給水栓に台湾シジミが詰まった際に田畑への給水できないことが問題となっています。自動給水栓は水量調整ハンドルの開閉により弁体の稼働範囲の調整を行った後、内水圧により弁体を押し上げ給水する仕組みとなっていますが(図Ⅲ-3左)、このとき異物等が弁体付近へ蓄積すると、弁体を押し上げるだけ



**図Ⅲ-2 分水工ストレーナーにおける台湾シジミ詰まり**

左：ストレーナー取外し作業、右：ストレーナーに詰まった台湾シジミ



### 図Ⅲ-3 自動給水栓に詰まったタイワンシジミ

左：自動給水栓の水量調整方法。右：自動給水栓に蓄積したタイワンシジミの塊

の内水圧が伝わらない状況が発生して弁体が開かず、詰まりの原因となっています。図Ⅲ-3の右の写真は、自動型給水栓管内閉塞時に給水栓を分解してタイワンシジミを取り出した時の様子です。

## 2. 通水パイプライン内に発生したタイワンシジミの検知手法と対策

### (1) 目視調査

パイプラインにタイワンシジミがすでに侵入、定着している場合には、パイプライン内の勾配の下部や継ぎ手部分といった堆積物が溜まりやすい箇所に、大量のタイワンシジミが確認できることがあります(図Ⅲ-4)。しかし、このようにパイプライン内部には清掃時等の特別な場合にしか立ち入りができず、通常はパイプライン内のタイワンシジミを直接目視観察することができません。そのため、パイプラインと連絡する開水路周辺、貯水池、排泥工、受益地の給水栓周辺における目視観察が、タイワンシジミの主な検知手法となります。



### 図Ⅲ-4 パイプライン内のタイワンシジミ

左：パイプライン内立入調査、右：パイプライン内の継ぎ手部分に高密度に堆積したタイワンシジミ。

貯水池においては、水底におけるタイワンシジミの生息密度は概して低く、採泥器や鋤簾（じょれん）等を用いた採集は非常に労力と時間がかかることから、揚水施設の除塵機を目視確認するのが効率的です（図Ⅲ-5 左）。排泥工においては、排泥操作で排出される堆積物を目合い2 mm程度のネットで受け（図Ⅲ-5 中・右）、その中にタイワンシジミが含まれるかを確認します。



### 図Ⅲ-5 パイプライン内のタイワンシジミを外から確認する手法

左：貯水池の揚水施設の除塵機。グレーチングにタイワンシジミの生貝や死殻が認められる場合がある、中：排泥工でのタイワンシジミ調査の様子。右：排泥作業によって排出されたタイワンシジミの生貝および死殻

給水栓周辺においても、かんがい用水の給水に伴ってほ場へ排水されたタイワンシジミの生貝や死骸（貝殻）の目視観察が可能です(図Ⅲ-6)。それらが大量に確認される場合は、閉塞被害を生じる可能性が高いと考えられます。

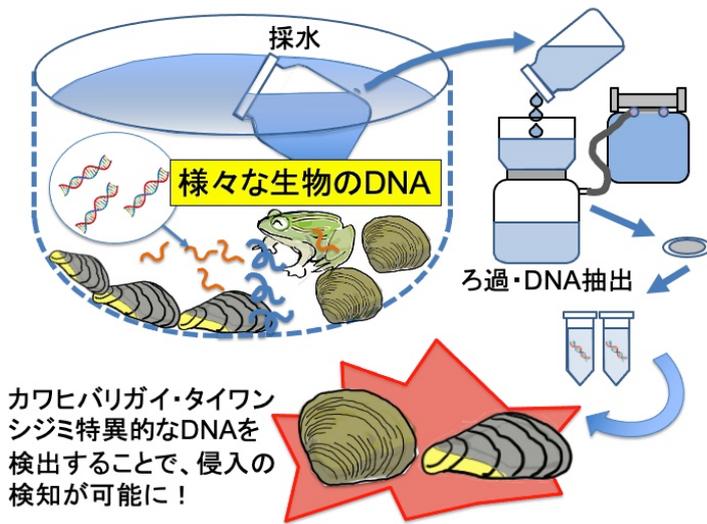


**図Ⅲ-6 水田の給水栓付近に大量に堆積したタイワンシジミ**

## (2)環境 DNA 調査

上記のような、目視可能な箇所においてタイワンシジミの生貝や死骸が確認されない状況でタイワンシジミの生息および定着のリスクを調べたい場合や、農業用パイプライン内のどのあたりにタイワンシジミが多く生息しているかを調べたい場合には、環境 DNA を用いた調査を行うことが可能です(p50, “コラム: 環境 DNA によるカワヒバリガイ・タイワンシジミの検出” 参照) 。この手法は調査が困難なパイプラインなどで有効な手段ですが、現状では土地改良区などが単独で扱える技術とは言えません。この手法は、研究機関や環境アセスメント業者と共同で実施することが現実的でしょう。

## コラム：環境 DNA によるカワヒバリガイ・タイワンシジミの検出



環境 DNA は、生物の排泄物・組織片などに由来する、環境中に存在する DNA の断片のことです。この環境中の DNA を分析することで、生物の在・不在や生物の量を推定することができます(左図)。

農研機構と三重大学・愛知県農業総合試験場は、水中に存在するカワヒバリガイとタイワンシジミに由来する DNA を特異的に検出するために必要なプライマーをそれぞれ設計・開発しました。調査の対象となる貯水池や、

パイプラインから得られた水をこのプライマーを用いて分析することで、その水を得られた場所にカワヒバリガイやタイワンシジミが生息しているかどうかを明らかにすることができます。

この手法は調査に要する時間が短い上に検出感度が高く、侵入初期の個体の検知に有効な手段です。タイワンシジミの目視調査のように、調査の際にパイプラインの中に入るなどの手続きが必要なくなるため、導入のメリットは大きいと考えられます。採水や分析に専門的な技術が必要なため、実際に行う場合には地域の研究機関と共同で実施するか、環境アセスメント業者に発注する(1 検体 2 万円程度)ことが現実的です。



図 環境 DNA を用いた調査・分析の様子

左・中：採水、右：分析の様子。採水は一般の土地改良区職員も実施しています。

\*手法の詳細については農研機構のホームページや参考文献(カワヒバリガイ：Ito and Shibaike 2021、タイワンシジミ:Suzuki et al. 2023)等を参照してください。

### (3) 農業用パイプライン内にタイワンシジミが確認された場合の一般的な駆除対策

目視調査や環境 DNA 調査によって、パイプライン内にタイワンシジミの生息および定着が確認された場合、一般的にはパイプラインからの排出による対策が取られています。具体的には、水稲の作付けなど本格的なかんがい期を迎える前（2月～3月ごろ）に排泥工や放水工を開放して、前年度中に発生し堆積したタイワンシジミを排出します。確認される量や被害が少ない場合は、年に1度の排出による駆除対策でも効果が見込めます。

大量にタイワンシジミが確認されて被害が頻発する場合には、被害の出やすい時期・場所を特定し、その状況に応じた対策を行うことが効果的です。次の章では、対策の具体事例として、三重県の水土里ネット宮川用水による駆除対策事例を記載しています。幹線水路での効率的な排出による駆除対策に加え、給水栓詰まりを営農者の水の利用方法で防ぐ方法も記載してありますので、参考にしてください。

### 3. 通水パイプライン内に発生したタイワンシジミ対策事例

\*ここでは、タイワンシジミによる給水栓目詰まり対策を実践している、水土里ネット宮川用水における駆除対策事例を紹介します。

#### (1)被害の出やすい時期・場所

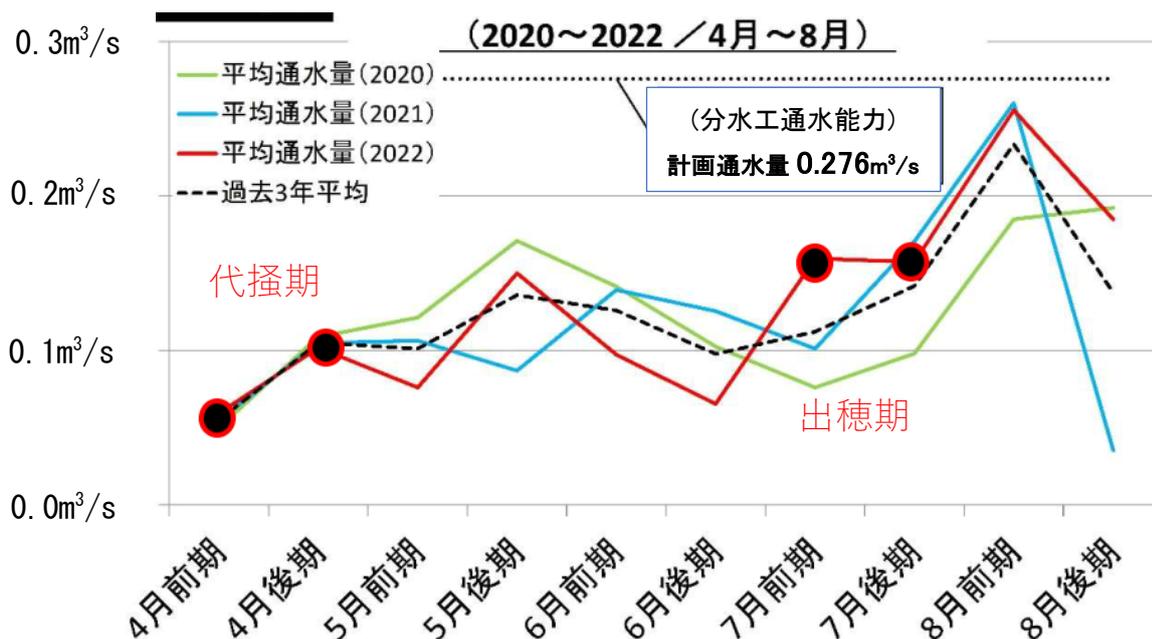
タイワンシジミの被害において最も対応に時間がかかるものはパイプライン末端水路の自動給水栓の詰まりです。自動給水栓におけるタイワンシジミ詰まりの被害は、毎年同じ場所付近で発生することが多い傾向があります。

タイワンシジミの自動給水栓での詰まり被害の出やすい時期は、通水量が急増する時期となります。具体的には、通水開始直後の「代掻期」と、中干終了後の「出穂期」です。どちらも通水量が急増することから、パイプライン内に堆積していたタイワンシジミが掃流されて移動するためと考えられます。

タイワンシジミによる自動給水栓の詰まり被害が大きくなる場所の条件には、大きく3つの要因があります。それは、「**水利用集中**」、「**立地条件**」、そして「**引込管路の構造**」です。

#### ・水利用の集中

水の需要が少ないときには、パイプライン内の流速は遅く、パイプラインの中のタイワンシジミの移動も少ないと考えられます。また、パイプライン内の内水圧も高い状態で維持されていることから、タイワンシジミが給水栓に送られても高い圧力により給水栓から排出されます。このため、給水栓における詰まり被害の発生は少なくなります。一方、水の需要が多く、さらに多くの給水

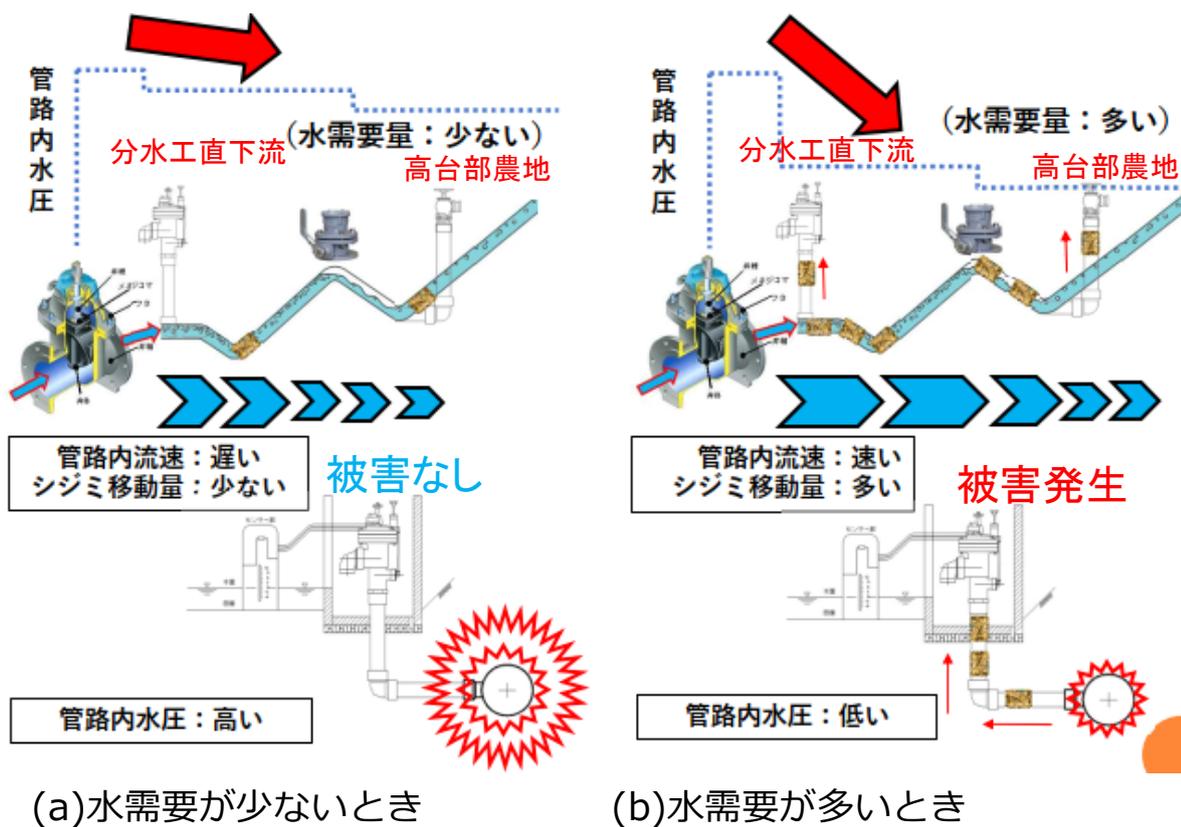


**図Ⅲ-7 宮川用水内の分水工(一部)の2020-2022年度の通水量と、2022年度の詰まり被害発生時期(●)**

栓が開栓されているような水利用が集中する時期は、パイプライン内の流速が早くなり、タイワンシジミの移動量が多くなります。また、多くの給水栓で開栓されて水利用が集中するため、パイプライン内の内水圧が下がることから、開栓時のタイワンシジミの排出が不十分となり、給水栓での詰まり被害が発生しやすいと考えられます(図Ⅲ-7)。

### ・立地条件

詰まり被害が発生しやすい給水栓の立地条件として、標高の高い農地(以下、「高台部農地」)周辺や「分水工直下」が挙げられます。高台部農地では、位置水頭相当の内水圧が減圧されます。また、分水工直下では分水工上流から移動してくるタイワンシジミが給水栓に送られてくることに加え、給水栓が開栓されることでパイプライン内の内水圧が減少しやすい立地にもなっています。このため、タイワンシジミが給水栓から排出されにくくなり、詰まり被害が



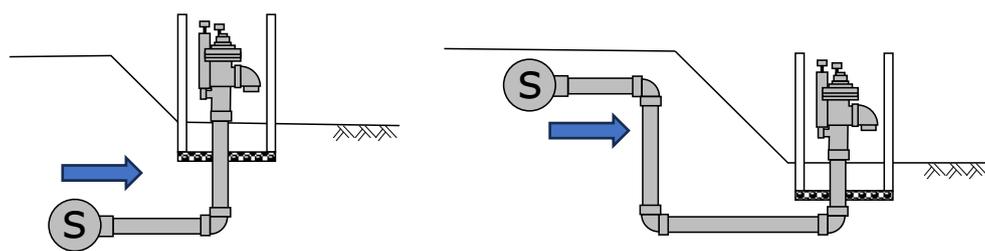
図Ⅲ-8 水利用集中および立地条件に由来する タイワンシジミによる 給水栓詰まり被害の発生イメージ

発生しやすくなると考えられます。この立地条件による要因によって、パイプラインの内水圧が減少するため、前述の「**水利用の集中**」による要因と複合して被害が発生することが多いと考えられます(図Ⅲ-8)。

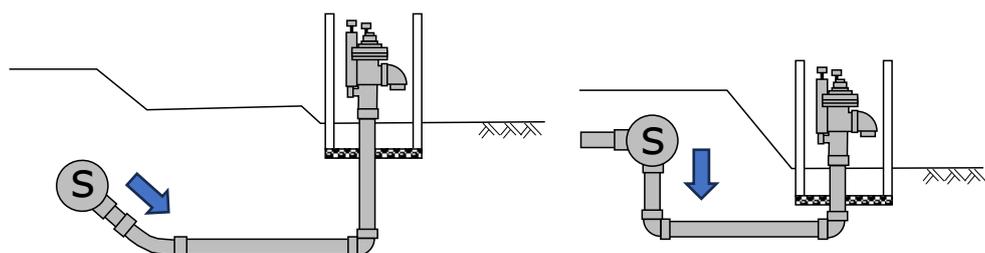
### ・引込管路の構造

支線パイプラインから各筆の給水栓に引込むための管路には、さまざまな構造があります。その中でも、引込管路が支線パイプラインの横に取り付けてあるタイプ(図Ⅲ-9(a))は、パイプラインの底部に堆積しているタイワンシジミが給水栓に流入しにくい構造になっているため、タイワンシジミの給水栓詰まりの発生が少ない傾向にあります。一方、引込管路が支線パイプライン

ンの斜め下や、下に取り付けてあるタイプ（図Ⅲ-9(b)）は、パイプライン底部に堆積しているタイワンシジミが給水栓に流入しやすい構造になっているため、タイワンシジミの給水栓詰まりの被害が多い傾向があります。それぞれの給水栓への引込管路の構造について把握しておくことも、タイワンシジミの給水栓詰まりの発生位置を予測する上で重要です。



(a) 引込管路が支線パイプライン(S)の横に取り付けてあるタイプ



(b) 引込管路が支線パイプライン(S)の斜め下や下に取り付けてあるタイプ

### 図Ⅲ-9 引込管路の取り付け位置の違い

#### (2) パイプラインからのタイワンシジミの駆除による管理手法

パイプラインにおいて、タイワンシジミの通水阻害が発生した場合、パイプライン内部のタイワンシジミを完全に駆除することは困難です。取水している頭首工等からタイワンシジミの稚貝が流入している場合でも、通水に影響の出ない目合いのメッシュで稚貝を捕獲することは難しく、パイプラインへの流入を阻止することはできません。また、取水位置からの流入や、パイプライン内部での繁殖でパイプライン内にタイワンシジミが分布していることが判明しても、薬物等での駆

除は営農への影響を考慮すると、採用するのは、今の段階では難しいと考えられます。このため、いったんパイプライン内にタイワンシジミが侵入し、タイワンシジミによる通水阻害の被害が生じた場合は、幹線水路の排泥工を利用してパイプライン内部から排出する駆除を行う必要があります。

幹線水路の排泥工を利用してパイプライン内部からタイワンシジミを排出する駆除は、幹線水路すべての排泥工で毎週行うといった高頻度で行うことで駆除量を増加させることができますが、管理者の負担が大きく現実的ではありません。できるだけ効率良くタイワンシジミを排出できる排泥操作を行うことが望ましいと考えられます。そのために、以下の手順で効果の高い排泥操作の位置と時期の決定を行うのが望ましいと考えられます。

- ① 排泥工を開けたときに排出物を確認し、多くのタイワンシジミが排出される排泥工を特定する
- ② タイワンシジミが多く排出される排泥工で、初年度はかんがい期間に1、2週間おきに排泥操作を行い、排泥工から排出されるタイワンシジミの量と取水流量の定性的な関係を整理する(大量に排出される場合、タイワンシジミの計数は困難)。
- ③ 2年目以降は、初年度に排泥工から排出されるタイワンシジミが多くなる期間(流量増加時)を中心に集中的に1、2週間おきに排泥操作を行い、その他の期間は月に1回くらいの頻度で排泥操作を行う。

また、タイワンシジミの給水栓詰まりについては、幹線水路での排泥操作による駆除だけでは対応できません。このため、営農者による適切な給水栓の操作が必要となります。営農者に対する給水栓の操作の周知においての留意点は、以下のようになります。

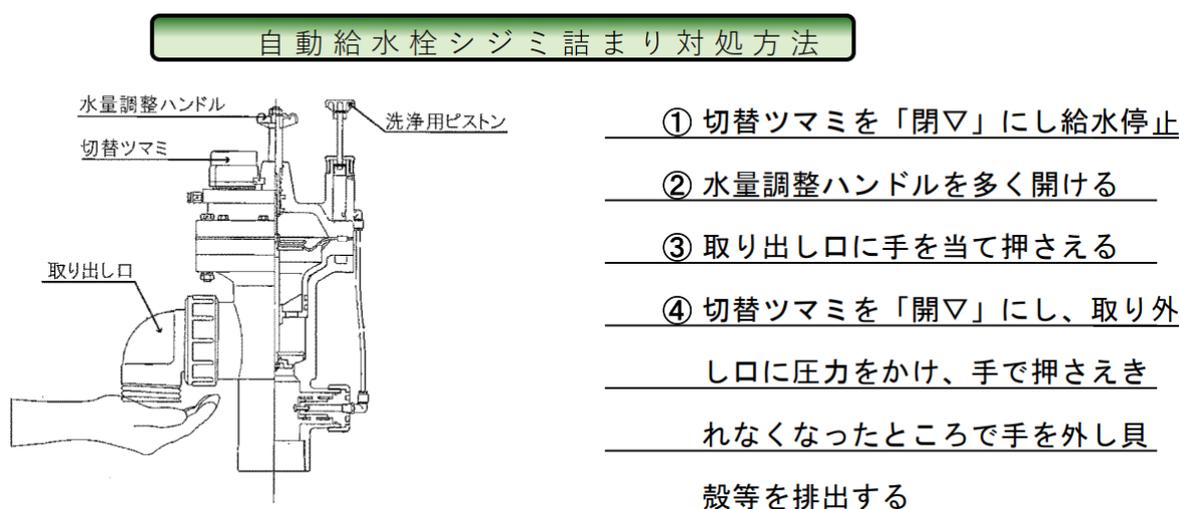
・給水する場合は、チョロチョロ出しではタイワンシジミが詰まるリスクが高くなる傾向があります。

給水する場合は、給水栓を全開近くに開栓することが望ましい。

・転換畑（麦作・畑地）や休耕田においても、引込み管路内部をフラッシュするために、年に数回は給水栓を全開にする。

・タイワンシジミの給水栓詰まりが発生しやすい時期が、代掻き期と出穂期であることを周知する。

・タイワンシジミの給水栓詰まりが発生しやすい時期は、水利用が集中することでパイプライン内部の内水圧が低減するため、給水の分散利用を推奨する。



**図Ⅲ-10 自動給水栓シジミ詰まり対処方法**

・タイワンシジミの給水栓詰まりが発生した場合も、営農者個人で対応できる自動給水栓シジミ詰まり対処方法（図Ⅲ-10）を周知し、その対応で解決できなかった場合に改良区等へ連絡するよう依頼する。

\* 本マニュアルのタイワンシジミ給水栓詰まりに関する駆除・管理方法は、水土里ネット宮川用水の取組みを参考にまとめたものです。ここに、情報・資料提供いただいた水土里ネット宮

川用水の協力を深く感謝するとともに、参考として、水土里ネット宮川用水における給水栓の  
 タイワンシジミ詰まり軽減対策啓発資料を添付します（図Ⅲ-11）。



## 給水栓の利用方法

### 給水栓のシジミ詰まりで困っていませんか？

近年、必要な時期に給水できない状況が発生しています。

シジミ詰まり発生



① 4月中旬頃～5月中旬頃



代掻時期

② 7月中旬頃～8月中旬頃



出穂時期

③ チョロチョコ口給水



給水方法



シジミ詰まり発生

利用方法のお願い

シジミ詰まりをなくすため、以下のことを実施して下さい。

- **年に数回は給水栓を開ける**
- 麦作田・休耕田・畑地でも実施  
実施時期：3月・6月・12月
- **チョコチョコ口給水の禁止**
- 少量での給水はパイプ内に異物  
が溜まりやすい
- **給水の分散利用を行う**
- 広範囲での一斉給水はパイプ内  
で水圧低下が起こり、異物が排  
出されにくい



図Ⅲ-11 水土里ネット宮川用水給水栓シジミ詰まり軽減対策啓発資料

## IV: 駆除員の処理・資源化

カワヒバリガイは特定外来生物で、生きた状態での運搬等は外来生物法(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)により禁止されています。そのため、処分などを行うために現地外へ運搬するためには、駆除したカワヒバリガイを可能な限り死滅させておくことが求められます(タイワンシジミについては、生きたままの移動に関する規制はありません)。また、駆除の結果出てくる大量の死員の処理コストの削減も、カワヒバリガイ対策にとって重要な問題です。

ここ「**IV : 駆除員の処理・資源化**」では、駆除したカワヒバリガイの処理方法と、そこで発生する駆除員を用いた資源化技術(一部はタイワンシジミ)について紹介します。

### 1. 駆除の現状と駆除員の死滅状況

カワヒバリガイは生息の確認される範囲は拡大しているものの、その発生量や被害の状態は場所によって大きく異なります。ここでは、比較的被害の大きい2つの地区におけるカワヒバリガイの駆除事例と、そこで処理された駆除員の死滅状況について解説します。

#### (1) 事例 1: 受益面積数千 ha の A 地区

A 地区では、約十年前から、河川から取水した直後の幹線水路でカワヒバリガイの被害(悪臭など)が発生しています。ここでの除去作業は8月下旬の通水停止後、水路側壁や水路底に付着したカワヒバリガイや藻類を対象に板レーキや角ショベル等を用いて人力で行われています。この水路は通水停止後も水路底に水深数 cm のたまり水が残り、非灌漑期となって

も水路底の乾燥は期待できません。集積物は藻類や落葉落枝、堆積土砂等の夾雑物が主で、その中に殻長数 mm のカワヒバリガイが混在した状態（写真Ⅳ-1）となっています。駆除した集積物は一定期間集積され、その後フレキシブルコンテナバック(以下、フレコン)に積み込まれ、水路内数カ所に集めて作業終了となります。

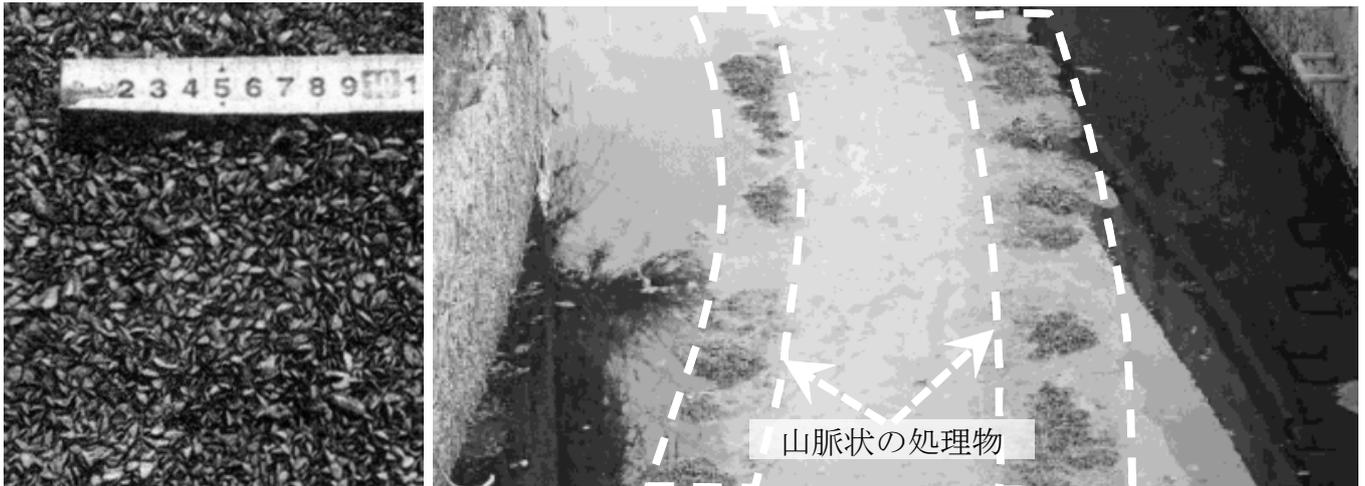


**写真Ⅳ-1 詰込み前の集積物(左)とフレコンバック(右)**

9月中旬～10月末にかけてフレコンに詰め込まれた集積物の中のカワヒバリガイの生死確認を行ったところ、生存している個体は見つかりませんでした。通水停止後、剥離・集積および詰込みは数百 m 区間毎に行われ、全区間の作業完了まで約 1～1.5 ヶ月を要しました。例年、このフレコンは翌年 2 月頃、地区内のバックヤードに搬出されるまで残置されます。

## (2)事例 2: 受益面積千 ha 超の B 地区

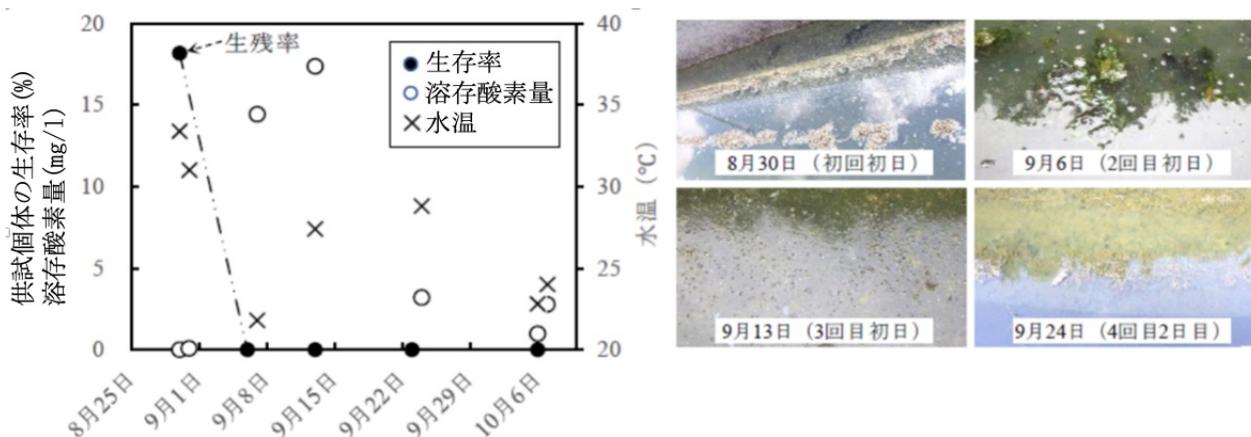
B 地区では、河川水取水直後に分岐する幹線水路 2 系統で数年前から被害(通水停止後の悪臭)が生じており、その対策として最上流区間（系統 1 で約 50m、系統 2 で約 350m）を対象に通水停止直後に角スコップを用いた人力による剥離と、小型重機による剥離が行われています。この地区も前述の A 地区同様、通水停止後であっても基本的に水路底には水深数 cm のたまり水が残る状況です。除去作業後は、水路脇土手と水路内に処理物が集積された状態になります(写真Ⅳ-2)。



### 写真IV-2 B 地区調査地

水路底に付着したカワヒバリガイ(左)と水路内残置処(右)

8月に駆除を実施後、水路脇土手への陸揚げした処理物と水路内残置の各処理物に含まれるカワヒバリガイの生存を10月まで継続して確認したところ、水路脇土手への陸揚げではすべての個体が死亡、水路内残置では初回試験のみ4個体生存個体が見られましたが、それ以降では全ての個体が死滅していました。この結果、両処理とも処理後の個体はおよそ1～2週間で死滅に至ったことが推察されました。水路内に残置された処理物周辺の水質は、初回から生物の死滅・分解による溶存態有機物・窒素の供給、有機物分解による酸素消費が盛んになされていることが示されました(DO濃度 0.08 mg/L、溶存態有機炭素濃度 112 mg/L、アンモニア態窒素濃度 59 mg/L)。このことから、通水停止や物理的に剥離されたカワヒバリガイが、季節的な高水温と水質悪化によって斃死すると考えられました(図IV-1)。



図IV-1 B 地区における水路内残置処理によるカワヒバリガイの生存率

### (3)カワヒバリガイ駆除員の死滅状況と輸送における留意点

紹介した A 地区、B 地区のうち、特に B 地区では駆除処理の中で得られたカワヒバリガイは比較的短期間で死滅が確認されます(例：図IV-1)。

ただし、駆除したカワヒバリガイは原則としてその場で殺処理（熱湯や塩素などに浸す、物理的に破壊する、十分に乾燥させる等）した後、運搬を行うこととしています。やむを得ず完全に死滅する前に輸送する必要がある場合、嚴重に袋詰めするなど逸出防止の措置を講じた上、袋内の貝を致死させるために必要な措置(十分量の石灰・炭等との混合等)が十分講じられ、かつその状態が維持され速やかに死に到る状態で運搬する必要があります。なお、ここで例示した貝の殺処理のための手続きは、カワヒバリガイの場合に限ります(下線部については、環境省関東地方環境事務所野生生物課からの情報となります)。

## 2. 駆除貝の資源化

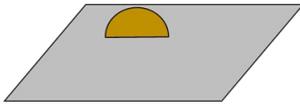
### (1) はじめに

前章「**駆除の現状と駆除貝の死滅状況**」で述べた通り、現状では、カワヒバリガイ等の外来二枚貝が農業水利施設で発生した場合、各自治体等の処分方法に応じて施設管理者が産業廃棄物等として処分しています。カワヒバリガイの多発する地区によってはその処分量が年間 100t にも上り、処分費用は多大な負担となっています。

カワヒバリガイをはじめとする二枚貝はカルシウムを主成分とする殻を持つ素材であり、適切な処理を施すことで悪臭の少ない、堆肥などの農業用資材として再利用することができます。そこで、駆除貝処理の低コスト化を目的として、本章ではまず、貝の発生量に応じて利用可能な処分・資源化手法を整理しました(図IV-2)。そのうえで、駆除貝資源化の選択肢として「**牛ふんを混合した堆肥化**」と「**燃焼処理による石灰資材化**」を紹介します。

なお、この技術を実際に駆除貝の処理に活用する場合、自治体の担当窓口や地域住民の了解を得たうえでの実施を心がけてください。

1. 自然堆積  
2 m<sup>3</sup>/回以下



少量の駆除剤について、所定の位置に堆積保管することで、自然に減量することを目的とする。既存の保管方法と同様。1年～数年の間隔で処理物を環境へ還元。あるいは、燃焼処理のうえで石灰資材化

○処理施設  
屋根：不要  
床：砂利(コンクリート)  
排水設備：要

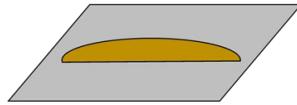
- 必要設備
- ・運搬用トラック
  - ・フォークリフト(ユニック)
  - ・小型バケットローダー
  - ・簡易燃焼装置

○小型バケットローダー



ボブキャット S510  
参考価格：400万円(中古)

2. 除塩・乾燥  
2～4 m<sup>3</sup>/回



まとまった量の駆除剤が発生した場合、資源化して特殊肥料を生産する方式。薄く堆積して、1年程度除塩・乾燥を進め、その後粉碎して資材化

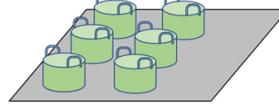
○処理施設  
屋根：不要  
床：コンクリート  
排水設備：要

- 必要設備
- ・運搬用トラック
  - ・小型バケットローダー(堆肥の攪拌に使用)
  - ・粉碎機(特殊肥料生産に使用)



ヤマグチ YXS-121HX  
参考価格：100万円

3. 堆肥化(小規模)  
4～8 m<sup>3</sup>/回



比較的多い量の駆除剤が発生した場合、牛ふん等家畜ふんと混合して資源化する方式。堆積量が多くはなく、堆肥化時の放熱によって温度上昇が小さい可能性が高いため、簡易堆肥器を用いて、省力・省設備体系で処理

○処理施設  
屋根：要(条件によっては不要)  
床：コンクリート(防水シート)  
排水設備：施設型では必要

- 必要設備
- ・運搬用トラック
  - ・フォークリフト
  - ・簡易堆肥器
  - ・混合機
  - ・ベルトコンベアー
  - ・粉碎機(特殊肥料生産)

○粉碎機



デリカ DHC-4020  
参考価格：200万円

○簡易堆肥器



田中産業 タヒロン  
参考価格：5万円/袋

○ベルトコンベアー



光洋機械 ベビーコンベヤ 平型  
参考価格：40万円

○混合機



タニナカ うずX型  
参考価格：100万円以下と想定

○簡易燃焼装置



小型コンクリートミキサー、灯油バーナー  
発電機。参考価格：20万円程度

## 図IV-2 駆除剤の処理量ごとに利用可能な処理方法と必要施設・機械

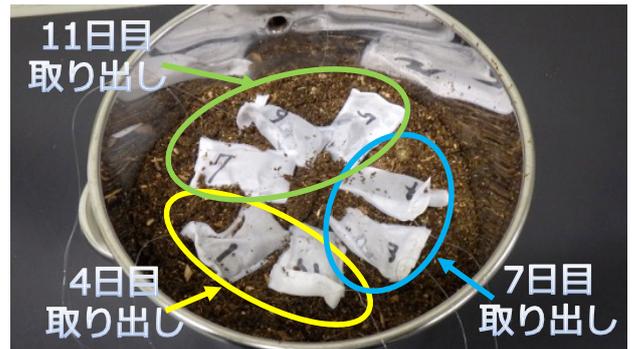
駆除剤の処理量が少ない条件から、自然堆積もしくは燃焼装置を用いた石灰資材化(<2 m<sup>3</sup>/回)、除塩・乾燥(2～4 m<sup>3</sup>/回)、タヒロンバックによる小規模堆肥化(4～8 m<sup>3</sup>/回)、施設型堆肥化(>8 m<sup>3</sup>/回)が適していると考えられます。

## (2) 駆除貝と牛ふん混合物の堆肥化

発電所や養殖施設等に付着した貝の駆除物を用いた資源化は、これまで駆除貝単独もしくは少量の添加物での処理が行われていました。今回は、家畜ふんとの混合により安定した堆肥化を行い、資源化を進めることとしました。

### (2)-1: カワヒバリガイ駆除貝と牛ふん混合堆肥

被害発生地から得られたカワヒバリガイの有機物含有量や有害重金属含有量などの成分分析を行ったところ、含水率は堆肥を阻害する程度には高くなく、pHも適正範囲内でした。また、重金属についても、汚泥堆肥の基準値を超える項目はありませんでした。



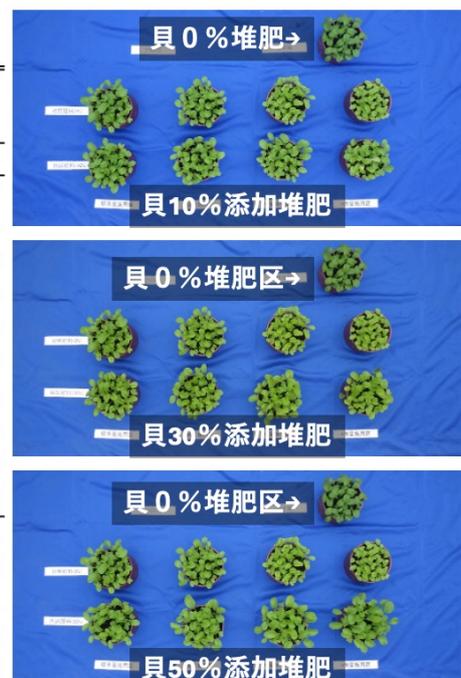
写真IV-3 堆肥化試験用発酵槽

堆肥化後、カワヒバリガイ混合率0%、10%、30%、50%の4つの区画を設定し、それぞれに植物を移植して21日間の植害試験を行いました。結果、貝添加率が高くなるほど植物の生育が促進され、根の張りも良くなりました。

表IV-1 堆肥化物の肥料成分および重金属

	重金属 規制値	堆肥化前	堆肥化後					
			カワヒバリガイ混合率					
			0%	10%	30%	50%		
水分	%w.b.	67.6	69.5	70.4	67.9	65.2		
灰分	%TS	15.1	17.0	21.0	36.7	54.1		
pH	-	7.6	8.9	9.2	9.2	9.3		
EC	mS/cm	5.1	4.3	3.9	3.7	3.0		
肥料成分	T-N	%TS	1.5	1.4	1.4	1.5	1.5	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%TS	1.4	1.7	1.6	1.4	1.0	
	K <sub>2</sub> O	%TS	1.6	1.8	1.6	1.4	0.9	
	CaO	%TS	4.0	5.4	9.6	15.9	29.2	
	MgO	%TS	0.7	0.9	0.7	0.6	0.5	
	C/N ratio	-	26.0	27.5	26.0	19.5	16.5	
重金属	ヒ素	mg/kg	50	<1	<1	<1	<1	1
	カドミウム	mg/kg	5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	水銀	mg/kg	2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	ニッケル	mg/kg	300	<5	<5	<5	<5	<5
	クロム*	mg/kg	500	7	28	15	10	10
	鉛*	mg/kg	100	<1	<1	6	3	7

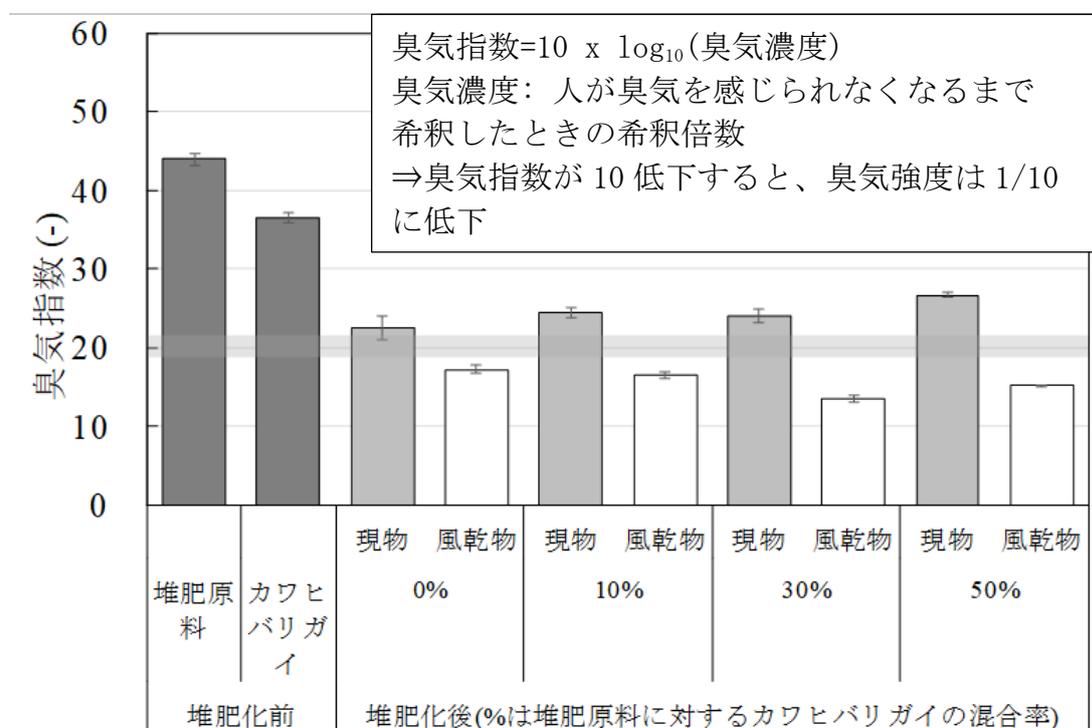
\* 2反復の最大値



カワヒバリガイ混合堆肥を利用した植害試験 21日目

牛ふん堆肥原料（牛ふんに低水分資材を混合し、水分 70%程度に調整したもの）とカワヒバリガイを混合し、実験室規模装置（容量 11L）で 11 日間の堆肥化試験を実施したところ(写真Ⅳ-3)、カワヒバリガイは牛ふん堆肥中で十分に分解されること、カワヒバリガイの牛ふん堆肥原料に対する混合率は 30%程度までが望ましいことが明らかになりました。また、堆肥化物について重金属は汚泥堆肥基準値に比較しても十分に低く、コマツナを用いた植物に対する有害試験の結果も問題ないことが示されました（表Ⅳ-1）。

堆肥として利用する上で問題となる臭気を分析したところ、堆肥化前の牛ふん堆肥原料とカワヒバリガイの臭気指数はそれぞれ 44 および 36 と強い臭気があったものが、堆肥化後には 22～27 まで、さらに風乾することで 13～17 まで低減しました（図Ⅳ-3）。悪臭防止法における敷地境界での臭気（1号基準値）を基準とすると、堆肥化後に風乾することで基準値以下まで低減することが示されました。



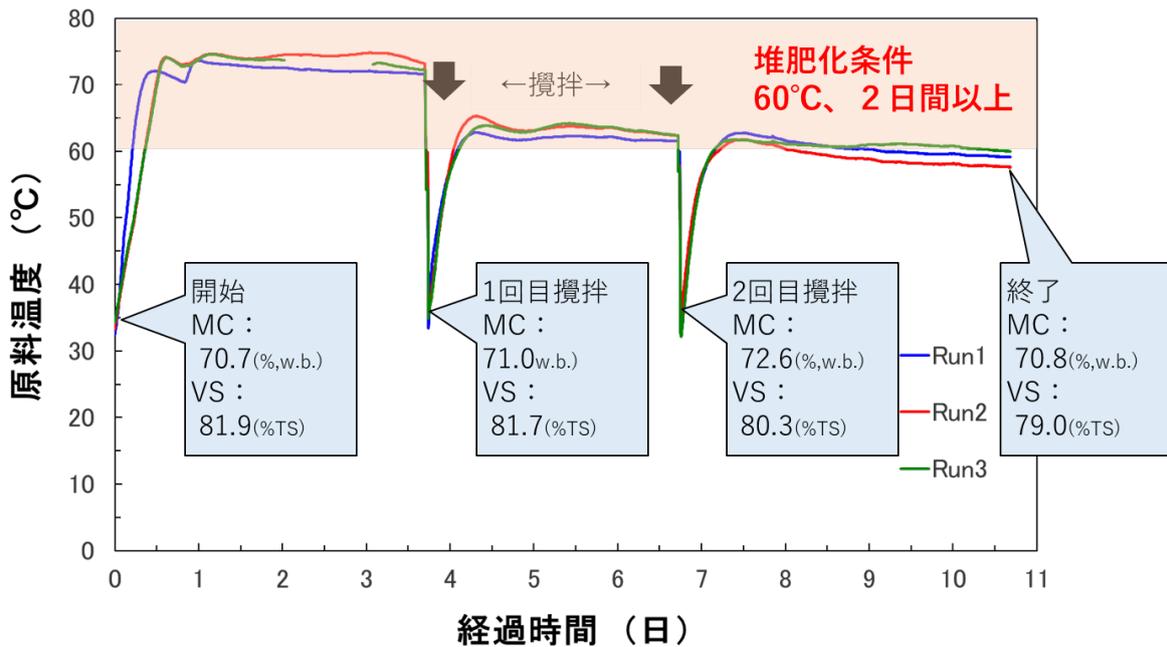
**図Ⅳ-3 カワヒバリガイ堆肥化前後の臭気指数の変化**

図中のバーは標準偏差。塗りつぶしは悪臭防止法に基づく 1 号基準値の範囲(参考)

## (2)-2 タイワンシジミ駆除貝の牛ふん混合物の堆肥化

タイワンシジミ（湿潤状態で水分 60%以下）の性状を分析した結果、肥料成分濃度では CaO が 31%とカルシウム濃度が高く、Ca に富んだ堆肥が製造できると考えられました。また、重金属濃度についても、ヒ素、カドミウムなど、いずれも汚泥堆肥の重金属濃度基準の 1/50～1/10 程度であり、堆肥化に問題となる項目は見られませんでした。

カワヒバリガイ同様、実験室規模装置（容量 11L）で 11 日間の堆肥化試験を実施したところ、タイワンシジミ堆肥化材料温度は通気開始後 11.6 h で 70℃以上と十分な発酵温度を維持することができました（図 IV-4）。



堆肥化開始後 11.6 時間で原料温度は 70° C 以上に達した含水率は維持されたが、一般的な堆肥化過程であった（通気量は原料 1L あたり 20ml/min の一定）

**図IV-4 タイワンシジミ堆肥化温度の変化**

タイワンシジミの有機物分解率は 10.6 日後に 47.2±13.6%(±S.D.)と比較的高く、有機物分解速度は平均 4.4%/日程度でした。殻の重量に比較して有機物重量が軽いことか

ら、乾物分解率は  $3.3 \pm 3.5\%$  ( $\pm$ S.D.)程度でした。このように、台湾シジミを牛ふんと混合して堆肥化処理することで、堆肥化の条件( $60^{\circ}\text{C}$ 以上の温度を2日以上維持)を容易に満たすことができ、かつ、重金属濃度等の問題がない堆肥生産が可能と考えられました。

なお、重金属などの濃度は、カワヒバリガイや台湾シジミそれ自体の特性というより、生息している水系によって異なることが予想されます。実際に堆肥化を行う際には、初めに1回測定してその成分を確認すると共に、毎年1回程度測定し、その安全性を確認することが望ましいと考えられます。

### (3) 燃焼処理による石灰資材化

これまで述べた通り、一定の駆除貝( $4\text{m}^3/\text{回}$ ~)がコンスタントに得られるのであればカワヒバリガイ、台湾シジミとも、設備・機械等を整備して牛ふん尿等と混合した品質の良い堆肥を生産することが可能です。しかし、処理量が少量( $2\text{m}^3/\text{回}$ 未満)で機械作業が想定できない場合、労力・コスト等の面で堆肥化は困難になります。また、この堆肥化では牛ふん等の家畜排せつ物が必要となり、近くに畜産農家等がある地域に限定されます(図IV-2)。

そこで、駆除貝の処理量が  $2\text{m}^3/\text{回}$  未満の資源化を補完する処理方法として、小型燃焼装置を利用した駆除貝の石灰資材化を検討しました。燃焼によって貝は確実に死滅し、有機物が無くなることから臭気がほとんどない石灰資材の製造が可能と考えられます。

#### (3)-1 燃焼方法:

燃焼処理は、駆除貝を移動式小型燃焼炉や草焼きバーナー(サカエフジ 草焼きバーナー KY-5000HB など)を用いて加熱することで行います。ここでは、簡易な燃焼機として小型コンクリートミキサーと小型灯油バーナーを組み合わせた装置を製作しました(図IV-5)。小型コンクリートミキサーは耐火性とするために、鍋型の回転攪拌部分の内部にセメントキャストブルを

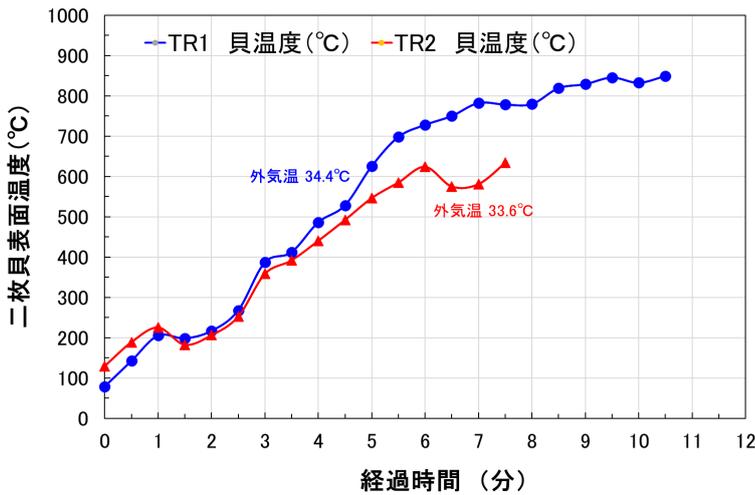
約 2～3 c mの厚さで施工して  
 います。コンクリートミキサーの回転攪  
 拌部に駆除貝をスコップで入れた後  
 に、灯油バーナーを着火し、ミキサ  
 ーを回転させながら燃焼させます。  
 駆除貝が白く焼けた後に、鍋型の  
 回転攪拌部分を下向きにして排出  
 します。焼けた貝は高温となってい  
 ることから、火傷などに留意する必要がありま



**図IV-5 簡易燃焼装置の概要**

**(3)-2 マシジミ(タイワンシジミ代替物)の燃焼処理**

試験地でタイワンシジミ駆除貝が入手できなかったため、代替材料として市販のマシジミ（水分 32.1%、VS 13.1%、TS 67.9%）を対象に、灯油バーナーを用いて燃焼処理を行いました。ミキサー内部を 715℃（TR1：試験一回目）、753℃（TR2：試験 2 回目）まで予熱させてから、マシジミを 5.428 kg（TR1）、5.218 kg（TR2）を投入し灯油バーナーで燃焼させた結果、回収できた燃焼灰はそれぞれ 2.900 kg、3.008 kg となり、回収率 53.4%、59.9%（平均 56.7%）となりました。マシジミの燃焼による最終表面温度は、850℃（TR1）、635℃（TR2）となり、燃焼灰の pH は 12.8（TR1）、11.6（TR2）となった。TR2（燃焼温度 635℃）における灯油消費量は 403 g（0.52 L）であり、水分が 32.1%の条件での燃焼処理に要する灯油代は 11400 円/ t と算出されました(図IV-6)。



燃烧風景

簡易燃烧装置  
 ・コンクリートミキサー  
 アルミス(AMZ-30Y): 約 2.3 万円  
 円形部分内壁に厚さ 2cm キヤスティング施工  
 ・オイルバーナー  
 OLIMPIA(OM-2H): 約 15 万円

シジミ水分 (32%) 5 kgをミキサー内部に投入し、回転させながらオイルバーナーを用いて燃烧させた。

TR1: (試験1回目) : 10.5分後に850°C  
 TR2: (試験2回目) : 7.5分後に635°C

図IV-6 灯油バーナーを用いたマシジミの燃烧処理における燃烧温度の変化

燃烧前	最終燃烧温度850°C TR1	最終燃烧温度635°C TR2
		
	15日後 ↓	15日後 ↓
		
	水和反応を生じ水和物による体積膨張によりクラック発生と粉化が進行	若干粉化が進行、指で比較的簡単に碎ける

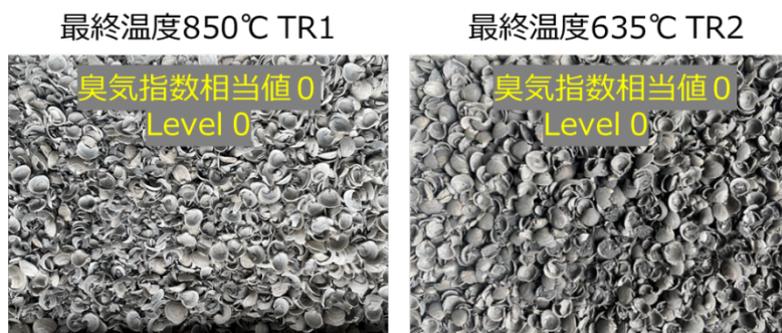
図IV-7 マシジミの燃烧直後 及び 燃烧 15 日後の形状

燃焼残渣は燃焼温度が高い方が貝の形状が崩れており、燃焼温度 850℃では燃焼 15 日目には粉化が進んでいました。ただし、燃焼温度 635℃の燃焼残渣でも燃焼 15 日目には若干粉化が進み、指で簡単に砕けるようになります（図IV-7）。

項目	水分 (%)	TS (%)	VS (%)	pH	
燃焼前	32.1	67.9	13.1	8.0	
燃焼後	TR1	0	100	0	12.8
	TR2	0	100	0	11.6

燃焼物  
固形物濃度 100%  
有機物濃度 0%

燃焼前の材料の水分32.1%、蒸発残留物(TS)は67.9%、強熱減量(VS)は13.1%であった。燃焼処理によって材料温度はTR1(850℃)、TR2(635℃)となり、水分0%、蒸発残留物(TS)100%、強熱減量(VS)0%と有機物はほぼ含まれない状態になった。



図IV-8 マシジミ燃焼残渣の性状と臭気レベルの概要

燃焼前のマシジミは、水分 32.1%、蒸発残留物 (TS) 67.9%、強熱減量 (VS)13.1%でしたが、燃焼処理によって水分 0%、蒸発残留物 (TS) 100%、強熱減量 (VS) 0%となり有機物は含まれない状態になりました。また、ニオイセンサー（春日工機株式会社、XP-329ⅢR-LK）を用いて、燃焼残渣の臭気レベルを測定した結果、レベル0となり無臭に近い資材になりました（図IV-8）。

### (3)-3: カワヒバリガイの燃焼処理

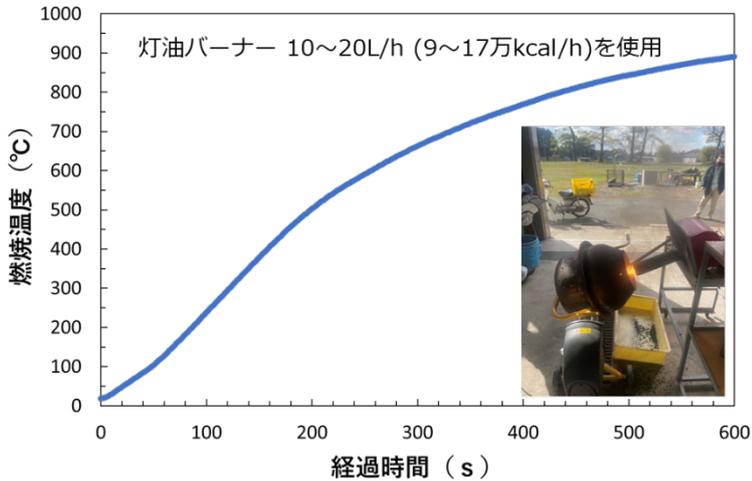
駆除後、野外に残置されていた乾燥状態のカワヒバリガイ（水分 8.9%、VS 7.6%、TS 91.9%）を 5.05 kg を簡易燃焼装置に投入し、灯油バーナーを用いて燃焼試験を行いました。その結果、外気温 19℃の条件でカワヒバリガイの温度は着火 436 秒後に 800℃に達しました。燃焼を 600 秒実施し、最終燃焼温度は 890℃になりました。カワヒバリガイの pH = 8.83（1 : 10）は、燃焼によって 11.93 まで増加し、燃焼後に回収した燃焼灰の質量は 3.16 kg となりました(回収率 63.5%)。

燃焼 600 秒間の灯油（灯油店頭価格 全国平均 111.2 円/L）の消費量は 518 g、0.66 L（灯油比重 0.78 kg/L）となり、灯油代として 73.9 円を要しました。したがって、カワヒバリガイ 1 t を 890℃まで燃焼する際の灯油代は、14600 円/ t と算出されました。燃焼温度を 700℃にすると、燃焼時間は 331 秒となり、灯油代は 8069 円/ t と算出されました（図IV-9）。

#### カワヒバリガイ

水分	TS (%)	VS (%)
8.92	91.08	7.62

水分	8.92 %
質量	5050 g
灯油消費量	518 g/10分
灯油価格	111.2 円/L
比重	0.78 kg/L
灯油使用量	0.66 L/10分
灯油代	73.9 円/10分
材料 1 t 当 たりの灯油 経費	14,626 円/t (10分 890℃) 8,069 円/t (5.5分 700℃) 7,313 円/t ( 5分 663℃)
燃焼灰	3160 g
回収率	63.5 %
燃焼前 pH	8.83
燃焼灰 pH	11.93



図IV-9 灯油バーナーを用いた乾燥したカワヒバリガイ燃焼温度の経時変化と灯油代

次に、駆除直後の湿ったカワヒバリガイ（水分 63.0%、VS 81.4%、TS 37.0%）平均 8.22 kg を簡易燃焼装置に投入し、灯油バーナーを用いて燃焼試験を行いました。その結果、外気温 15℃の条件でカワヒバリガイの温度は着火 11.6 分後に 810℃に達しました。カワヒバリガイの pH=8.26（1：10）は、燃焼によって 12.66 まで増加し、燃焼後に回収した燃焼灰の質量は 1.64 kg となりました(乾燥重量当たりの回収率 54.1%)。

燃焼 11.6 分間の灯油（灯油店頭価格 全国平均 112 円/L）の消費量は 1.00 kg、1.29L（灯油比重 0.78 kg/L）となり、灯油代として 144.9 円を要しました。したがって、水分 63%の湿ったカワヒバリガイ 1 t を 810℃まで燃焼する際の灯油代は、17368 円/ t と算出されました（図IV-10）。

湿ったカワヒバリガイの物性値と灰の pH

水分 (%)	VS (%)	TS (%)	pH (1:10)	
			燃焼前	燃焼後
63.0	81.4	37.0	8.26	12.66



駆除作業風景

湿ったカワヒバリガイの燃焼結果（n=5）と消費灯油量

湿潤質量 (kg)	乾物質量 (kg)	灰回収量 (kg)	灰回収率 (%)	外気温 (℃)	燃焼温度 (℃)	燃焼時間 (分)	消費灯油量 (L)	処理灯油代 (円/kg)
8.22	3.04	1.64	54.11	15.4	810.3	11.6	1.29	17,368



湿ったカワヒバリガイ



燃焼風景

図IV-10 灯油バーナーを用いたカワヒバリガイの燃焼結果

駆除貝の処理量が 2 m<sup>3</sup>/回未満の燃焼処理を検討し、灯油代は 1.5～1.7 万円/ t、燃焼灰の pH は 11.9～12.7、乾物質質量当たりの燃焼灰回収率は 54～60%といった値が達成できることが示されました。

自治体によっては、このような燃焼処理が「野焼き」として扱われる場合があり、野焼きは、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」の規定により原則禁止とされています。カワヒバリガイ・タイワンシジミの燃焼による石灰資材化が野焼きに該当するかについては、それぞれの自治体への確認が必要です。また、今回の試験では、有機物が焼ける際の黒煙や砕け貝殻の飛灰に伴う臭気の発生が確認されました。実際に処理を行う際には、周辺住民などへの周知を心がけてください。

## 関係機関連絡先

本マニュアルで取り上げた外来貝類対策や、死貝を資源化する、廃棄物として処分するといった場合には、事前に施設管理者や地域住民、自治体の関連部署(農業・環境など)への連絡を行い、ルールに則った適切な対応を心がけてください。特に、生きたままの移動が法的に制限されている特定外来生物(カワヒバリガイ)の取り扱いについて不明な点があれば、自治体の環境部門、もしくは対象の地域を管轄する環境省地方環境事務所への問い合わせを行ってください。

### カワヒバリガイの生息が確認されている都道府県を所轄する環境事務所

#### ・関東地方環境事務所

(茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、山梨県、静岡県)

#### ・中部地方環境事務所

(石川県、福井県、岐阜県、愛知県、三重県)

#### ・近畿地方環境事務所

(滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県)

## 用語解説

■ **特定外来生物**: 「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(略称、外来生物法)」に定められた、外来生物(海外起源の外来種)のうち生態系、人の生命・身体、農林水産業へ被害を及ぼすもの、または及ぼすおそれがあるものの中から指定されたもの。特定外来生物に指定された種は、その飼養、栽培、保管、運搬、輸入等の禁止といった厳しい制がかかります。このマニュアルで扱うカワヒバリガイは、2006年に特定外来生物に指定されています。

■ **総合対策外来種**: 「生態系被害防止外来種リスト」に定められた外来種のカテゴリーの一つ。「生態系被害防止外来種リスト」は、国や地方自治体、国民等の様々な主体に対し、外来種についての関心と理解を高め、適切な行動を呼びかけることで外来種対策の進展を図ることを目的として作られた外来種のリスト。「総合対策外来種」は、国内に定着が確認されているもので、生態系等への被害を及ぼしている又はそのおそれがあるため、国、地方公共団体、国民など各主体がそれぞれの役割において、防除、遺棄・導入・逸出防止等のための普及啓発など総合的に対策が必要な外来種。台湾シジミはこの中で「その他の総合対策外来種」に指定されています。

■ **環境 DNA**: 生物の排泄物や組織片などに由来する、環境中に存在する生物の DNA 断片。この DNA を環境中から抽出、分析することで、生物の在・不在や生物の量を推定することができます(p50, “コラム：環境 DNA によるカワヒバリガイ・台湾シジミの検出”参照)

## 参考資料

### ■ 関連マニュアル・プレスリリースなど

カワヒバリガイ被害対策マニュアル（農林水産省農村振興局刊、2017年3月）

[https://www.maff.go.jp/j/nousin/kankyo/kankyo\\_hozen/k\\_hozen/kawahibarigai.html](https://www.maff.go.jp/j/nousin/kankyo/kankyo_hozen/k_hozen/kawahibarigai.html) からダウンロード可能

令和4年度 農研機構標準作業手順書「カワヒバリガイ対策を目的とした貯水池の侵入検知及び落水標準作業手順書」<https://sop.naro.go.jp/>からダウンロード可能

伊藤健二（2016）那珂川水系における特定外来生物カワヒバリガイの侵入状況. 保全生態学研究 21: 67-76(農研機構プレスリリース"特定外来生物カワヒバリガイが、水利施設を經由して他水系に侵入",

[https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/press/laboratory/niaes/072437.html](https://www.naro.go.jp/publicity_report/press/laboratory/niaes/072437.html), 情報公開日:2016年11月21日)

### ■ カワヒバリガイの分類

Kimura, T., M. Tabe, and Y. Shikano. 1999. *Limnoperna fortunei kikuchii* Habe, 1981 (Bivalvia : Mytilidae) is a synonym of *Xenostrobus securis* (Lamarck, 1819) : Introduction into Japan from Australia and/or New Zealand. Venus : the Japanese journal of malacology **58**:101-117.

([https://www.jstage.jst.go.jp/article/venusjmm/58/3/58\\_KJ00004345006/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/venusjmm/58/3/58_KJ00004345006/_article/-char/ja/))

木村妙子（1994）カワヒバリガイとコウロエンカワヒバリガイの形態的な識別点. ちりぼたん 25: 36-40.

### ■ 環境 DNA 関連情報

Ito K, Shibaike H (2021) Use of environmental DNA to survey the distribution of the invasive mussel *Limnoperna fortunei* in farm ponds.

Plankton and Benthos Research 16: 100-108.(農研機構プレスリリース "水を分析するだけで特定外来生物のカワヒバリガイを高感度に検出",[https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/press/laboratory/niaes/143446.html](https://www.naro.go.jp/publicity_report/press/laboratory/niaes/143446.html), 情報公開日:2021年8月18日)

Suzuki R, Houki S, Ito K, Shibaie H (2023) PCR and LAMP detection of environmental DNA of the invasive clam *Corbicula fluminea*. Plankton and Benthos Research 18: 206.

#### ■ 石灰散布による環境への影響について

岩下哲志, 1991, 石灰系改良剤を用いた淡水域の環境改善における最近の動向, Gypsum & Lime, 234, 105-110.

高島正信, 高木弘康, 1994, 石灰添加によるダム湖の富栄養化制御, 環境技術, 23(6), 351-355.

松村俊介, 1990, 底質・水質改良剤としての石灰 – 養殖漁場における石灰散布の効果 – , Gypsum & Lime, 229, 109-112.

#### ■ シジミ類による通水障害報告・対策

西村正, 波部忠重(1985), 秋田県男鹿市で中国産淡水貝カワムラガイと台湾シジミを買う。ちりぼたん, 16, 62-63

生島文昭(1995), マシジミ被害についての調査. 工学用水. 436号, 78-80

大賀則男, 瀬川邦男(2007), 「くだもの王国おかやま」を担う灌漑施設の整備. 農業土木学会誌, 75-76, 473-476

水土里ネット北条砂丘(北条砂丘土地改良区)(2010), 広報北条砂丘, 15, 4

#### ■カワヒバリガイの堆肥化について

Kojima Y, Takemura T, Tanaka A (2024) Composting treatment and fertilizer properties of golden mussel (*Limnoperna fortunei*) mixed with dairy cow manure. Paddy and Water Environment 22: 361-374.

本マニュアル「農業利水施設における外来貝類被害対策マニュアル」は、農林水産省委託プロジェクト「農業被害をもたらす侵略的外来種の管理技術の開発」の課題「農業水利施設網における外来二枚貝の駆除・低密度管理手法の開発」の成果をもとに作成されました。

● 参画機関

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構(農業環境研究部門、中央農業研究センター・那須研究拠点(現：畜産研究部門)、農村工学研究部門、九州沖縄農業研究センター、農研機構本部)

三重大学大学院

水資源機構 霞ヶ浦用水管理所

霞ヶ浦用水土地改良区

電力中央研究所 環境科学研究所 (現：サステナブルシステム研究本部)

(株) 栗本鐵工所

(株) ダンゴ&ディーネンタールジャパン

## 農業利水における外来貝類被害対策マニュアル

---

2025年1月10日発行

編集：農林水産省委託プロジェクト「農業被害をもたらす侵略的外来種の管理技術の開発」コンソーシアム

発行・問い合わせ先

農研機構 農業環境研究部門 研究推進部 研究推進室

niaes\_manual@ml.affrc.go.jp

---

