

第4章 被害状況把握

4.1 被害状況把握の目的

被害状況把握の目的は、対象施設の被害の度合いを可能な範囲で定量的に把握するとともに、その被害が生じている要因を特定することである。

【解説】

被害状況把握は、対象となる農業水利施設系の機能全般について被害状況の全容を把握するとともに、対策手法の検討に必要な事項について調査を行うものである。

4.2 被害状況把握の手順

被害状況の把握は、これを効率的に進める観点から、

- ① アンケート調査や資料収集、聞き取りによる事前調査
- ② カルテを用いた現地踏査（概査）
- ③ 現地調査（精査）

の3段階を基本とし、必要に応じて追加の調査を実施する。

【解説】

被害状況把握のために行う調査は、効率的に実施する観点から、以下の3つの段階で実施することを基本とする。

① 事前調査

文献や聞き取り等により周辺地域等でのカワヒバリガイの発生情報の収集が大切である。また、聞き取りに当たっては、本マニュアルの付録「カワヒバリガイアンケート用紙」を活用した生息状況に関する調査の実施が効果的である。

初期段階では、まず維持管理者が、管理作業の範囲内でカワヒバリガイの生息の可能性を検討する。次いで、生息の可能性が確認された場合は、水管理に係る者を対象に幅広くアンケート調査を実施しカワヒバリガイの情報を収集し、周辺地域に生息情報があった場合は現地踏査（概査）を行う。

なお、アンケートの記入や生息の可能性を検討するに当たっては、新たな労力を費やすというのではなく、可能な限り、通常の維持管理の範疇で把握できる範囲で記載することが肝要である。例えば、老朽化等の確認の際に、併せてカワヒバリガイについても把握するような作業手順を設定しておくことで、情報収集の実施が容易となる。

また、事業実施を念頭に調査体制を整えた上で事前調査を行う場合は、管理記録等の文献調査や関係者からの聞き取り調査等により、効率的に被害状況にかかる情報を収集

整理し、現地踏査や現地調査の実施方法を検討することを主目的とする。

特に、周辺地域を含めたこれまでの生息情報、被害発生情報の収集は重要である。

以下で説明する現地踏査及び現地調査に当たっては本マニュアルの付録「カワヒバリガイ被害状況確認カルテ」を活用してデータの整理や被害度の把握（4.4 被害状況の把握参照）を行うことが効果的である。

②現地踏査（概査）

調査対象となる施設の全体について、遠隔目視によって、施設の被害状況の概況を把握する調査である。

遠隔目視により対象施設を調査することにより、施設の被害状態やその要因を非かんがい期等の水が少ない時期に大まかに把握し、調査の単位や定量的な調査項目の決定等、現地調査の実施方法を具体的に検討することを主目的とする。

なお、現地踏査の実施に当たっては、知見を持つ専門家等の意見をあらかじめ聴くことや、同行した上で調査を実施することがより効果的である。

③現地調査（精査）

事前調査、現地踏査の結果を踏まえ、所要の地点において、近接目視、計測、試験等により行う定量的な調査である。（4.3 現地調査参照）

また、水利システム上重要な施設やカワヒバリガイの影響を受ける可能性の高い場所等を調査の定点として設定し、継続して写真撮影を行う等、モニタリングすることも考えられる。

4.3 現地調査

現地調査に当たっては、事前調査及び現地踏査（概査）の結果を踏まえ、実施する。

現地調査では、目視による調査が最も効果的である。しかし、目視が困難な場合にあっては、カワヒバリガイの発生が引き起こす様々な事象から類推把握する必要があり、複数の調査項目を実施し検証することが望ましい。

4.3.1 目視

現地の状況を把握する最も有効な方法は目視によるものである。

目視によりカワヒバリガイの発生状況を確認していく場合は、取水源から順次下流に向かい行く。カワヒバリガイは暗所を好むため、隧道等の暗渠の内部、橋の下等の暗所を確認することが重要である。また、ため池、調整池等の貯留施設は、発生源となることがあるため確認が必要である。調査に当たっては、カワヒバリガイが発見されることの多い水中の石やロープ、浮き等を引き上げて確認することも重要である。また、カワヒバリガイが泥に覆われていることもあることから、泥の中も確認する。²⁾

なお、これまで被害の発生した地区の例では、目視で発見できた時には既に水路壁面一面がカワヒバリガイで覆われている等の発生状況である場合が多い。

目視に当たっての注意点としては、以下のことがあげられる。

- ①カワヒバリガイとその他の貝類との誤認に注意する。特にシジミ類も近年、外来種が大発生している事例が多くみられるので注意が必要である（形態的には類似していないので注意すれば区分することは可能、図 27 参照）。

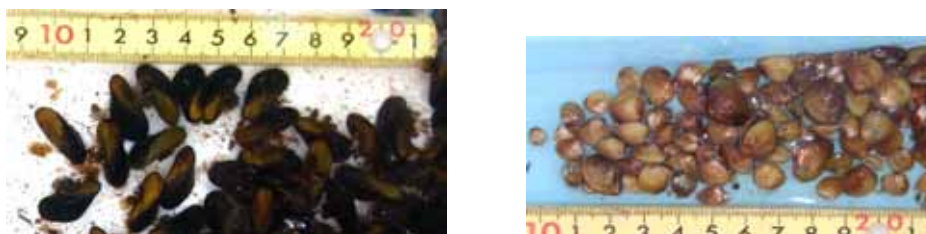


図 27 左はカワヒバリガイ、右は台湾シジミ

- ②発見したカワヒバリガイが、生貝なのか死貝なのか把握する。死貝ばかりである場合は、上流で発生したものが流れて被害を引き起こしている可能性があり、また、生貝である場合は、発見場所で被害を引き起こすばかりでなく、下流域での被害の原因となっていることも懸念される。
- ③発生箇所が特異な一部分なのか、相当の延長に渡る可能性があるのか、目視により発見したカワヒバリガイがどういった発生状況にあるのかを把握することも重要である。
- ④ため池、調整池等の貯留施設が発生源となっていることが多いことから、ため池等の水位を下げた際にカワヒバリガイの有無を確認することが重要である。ため池等でカワヒバリガイが確認された場合は、その下流の水路にカワヒバリガイが

侵入している可能性が高い。なお、水位変動の大きい貯水池や水路では、一時的に乾燥状態になる水面近くでは付着がみられず、侵入を見落としてしまう場合があることに注意する。そのような貯水池では、水位を下げた際の調査が特に重要になる。

- ⑤目視で発見できる時には、既に壁面一面がカワヒバリガイで覆われていることが多い。このため、周辺水域等でカワヒバリガイが生息している場合や流量・圧力等の変化が見られる場合は(4.3.2 参照)、「2.4 カワヒバリガイの農業水利施設における被害事例」を参考にカワヒバリガイの付着しやすい箇所を重点的に調査する。

また、簡易な固着の調査等(4.3.4 参照)とあわせて行うことにより、カワヒバリガイを発見した場合は、必要に応じて調査の頻度を増やす等の対応を行う。

4.3.1.1 近接目視等による非かんがい期等の生貝密度の計測方法

非かんがい期に流量が著しく減少する水路や、整備点検等を行うため一時通水を止めている水路において、近接目視により固着した貝の生息密度調査も可能となる。

近接目視における生貝密度の調査では、殻長を把握することにより貝の年齢を推定し、何年前からどれだけの密度で発生しているか詳細な情報を把握することができ、生息状況の経年変化、対策の効果の検討が定量的に可能となる。調査方法としては、一人の調査員が一定時間内に確認した個体数を密度として記録する方法や³⁾、図 28 に示した一定の区画内の貝の生息数、殻長を測る(コドラート調査)等のより詳細な方法がある。図 29 に長期的に生貝密度、殻長を測定した事例を示す。

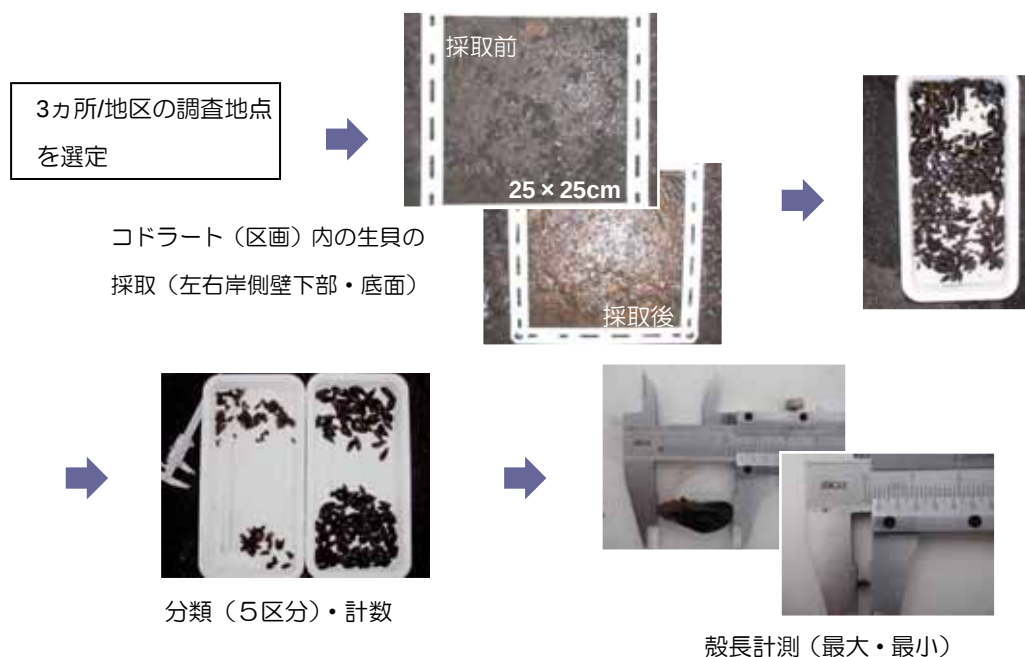
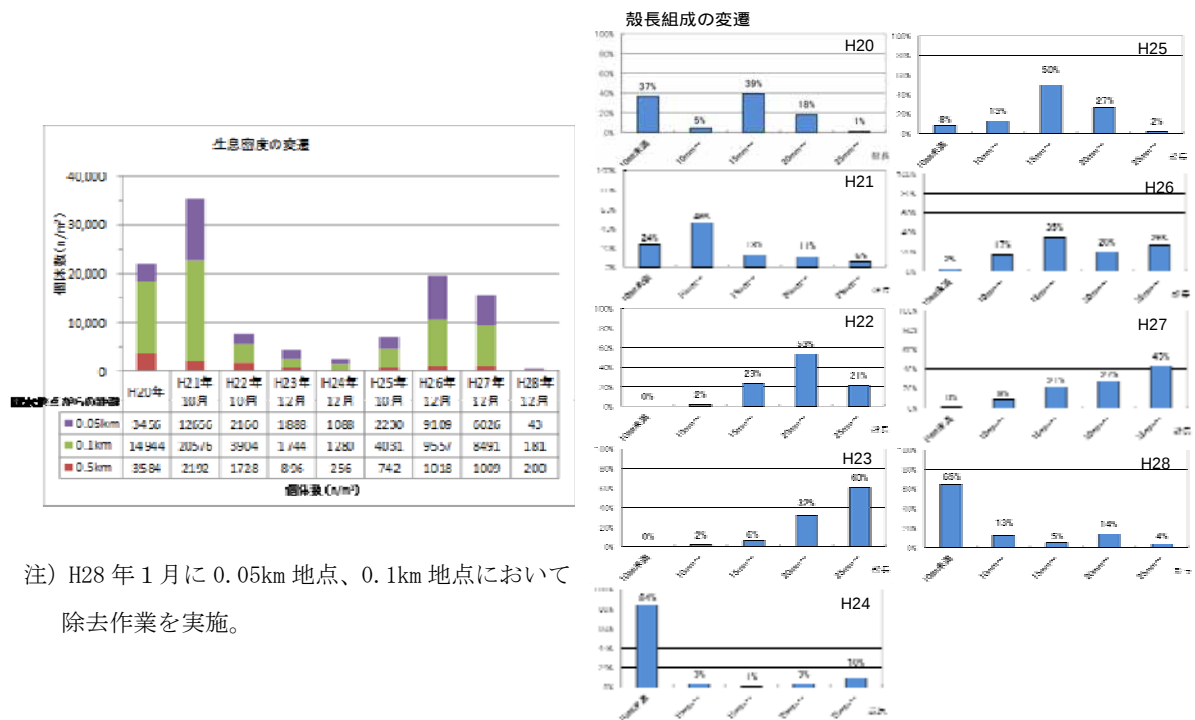


図 28 採取による生貝密度の計測方法



注) H28年1月に0.05km地点、0.1km地点において除去作業を実施。

図 29 経年的な付着量及び殻長組成の推移（農業用水路での調査結果）

東海地方の農業用水路において、平成 20 年～平成 28 年にコドラート調査を行い、水路底面に付着したカワヒバリガイの生息密度及び殻長組成の経年変化を把握した。

調査の結果、平成 20、21 年の付着量が多く、その後は少なく推移していた。この間、水路における通水阻害等の被害発生は確認されていない。また、カワヒバリガイの殻長組成の変遷を見ると、殻長の最頻値が 3～4 年の周期で変化しており、固着した稚貝が成長して 3～4 年で寿命を迎え、新たに稚貝が付着するといったサイクルが推定された（図 29）。

4.3.2 目視が困難な場合の調査方法

対象がパイプラインであったり、かんがい期の水位が高く保たれた状態の調整水槽等のような場合は、目視による調査が困難である。

このような場合は、目視に頼らず、以下のような調査方法が考えられる。

4.3.2.1 流下する死貝による調査方法

図 30 は、排泥工から流出する死貝の状況を把握するため網で採取しているところで、目視によらない簡易なモニタリングの手法として有効である。



図 30 流下する死貝の採取状況

4.3.2.2 流量の変化による調査方法

カワヒバリガイの生貝の固着、または、流下した死貝がつまることによって、正常時と比べ通水断面が小さくなる。このことによって、流量が減少する等の変化が生じる。周辺でカワヒバリガイが確認されている地域でこのような現象が起きた場合は、原因の1つとしてカワヒバリガイによる通水障害を検討することも必要である。

なお、流量の変化としては、一般的に用水路での通水障害による流量の減少があげられるが、排水路でも通水断面が小さくなることにより適正な排水がなされず、他の排水口へ流量が集中し増加する場合もありえるので注意が必要である。

4.3.2.3 圧力計の差圧による調査方法

管路路に設置されているストレーナー等には圧力計が組み合わされているものがある。

管路内部に異物が付着し付着物が増加すると圧力損失が高くなり、異物の前後で圧力差が増大することがこの圧力計で把握することができ、カワヒバリガイの付着を推定することが可能となる（なお、大きな差圧異常が発生すると、管路構造物の破壊やポンプ停止の原因ともなる。）。

4.3.2.4 水位差による調査方法

ファームポンドや配水槽等の調整施設は、水利システム全体の経済性及び操作性を考慮し、調整すべき用水量に合わせて適当な位置、規模で作られる施設であるため、水路組織の中に複数存在する。

ほ場末端まで用水を運搬するため、用水機場はこの用水を貯めた水槽から、ポンプにより水を吸い込むが、一般的に、貯水槽と吸込口の間にはポンプ設備の故障を防ぐためゴミ取り等を目的としたスクリーンが設置されている。

通常は、スクリーン前後の水位は一定の水位差が生じるが、スクリーンにカワヒバリガイ等が付着すると通水性が阻害され、ポンプが必要とする水量を吸い込むことができず、スクリーン後の水位が低下する（なお、スクリーン後の水位が一定以上低下

すると、ポンプ設備の故障の原因ともなる。)

水中に設置してあるスクリーンは目視できないが、このような水位差を観察することにより、スクリーンへのカワヒバリガイの付着を推定することができる。

4.3.2.5 工業用内視鏡による調査方法

パイプラインから垂直に地上に伸びている空気弁の入口から工業用内視鏡を挿入し、地中 1.5～2.0m にあるパイプラインの底面付近を、1 地点当たり 10～15 分、パイプライン方向に 20～30cm 延長程度撮影する。これを上流から繰り返すことにより、どこが付着箇所なのか特定が可能となる (図 31)。

カワヒバリガイ管内調査概要図

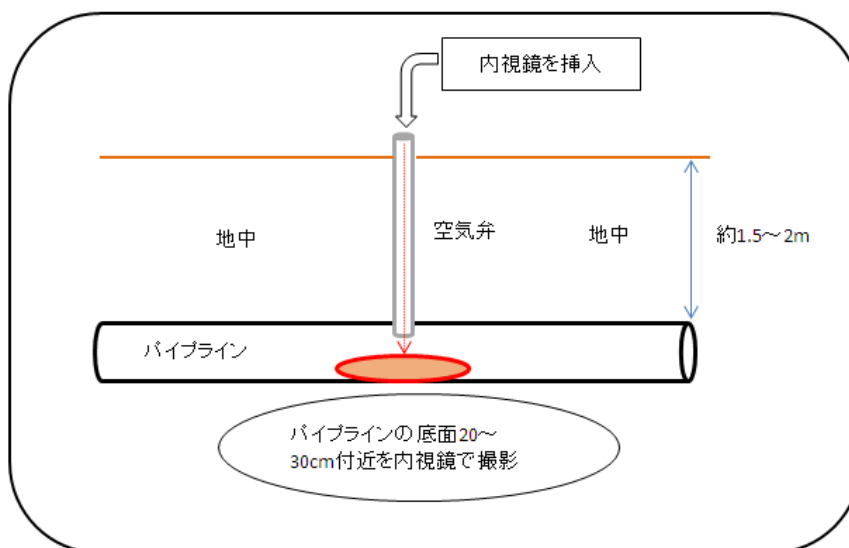
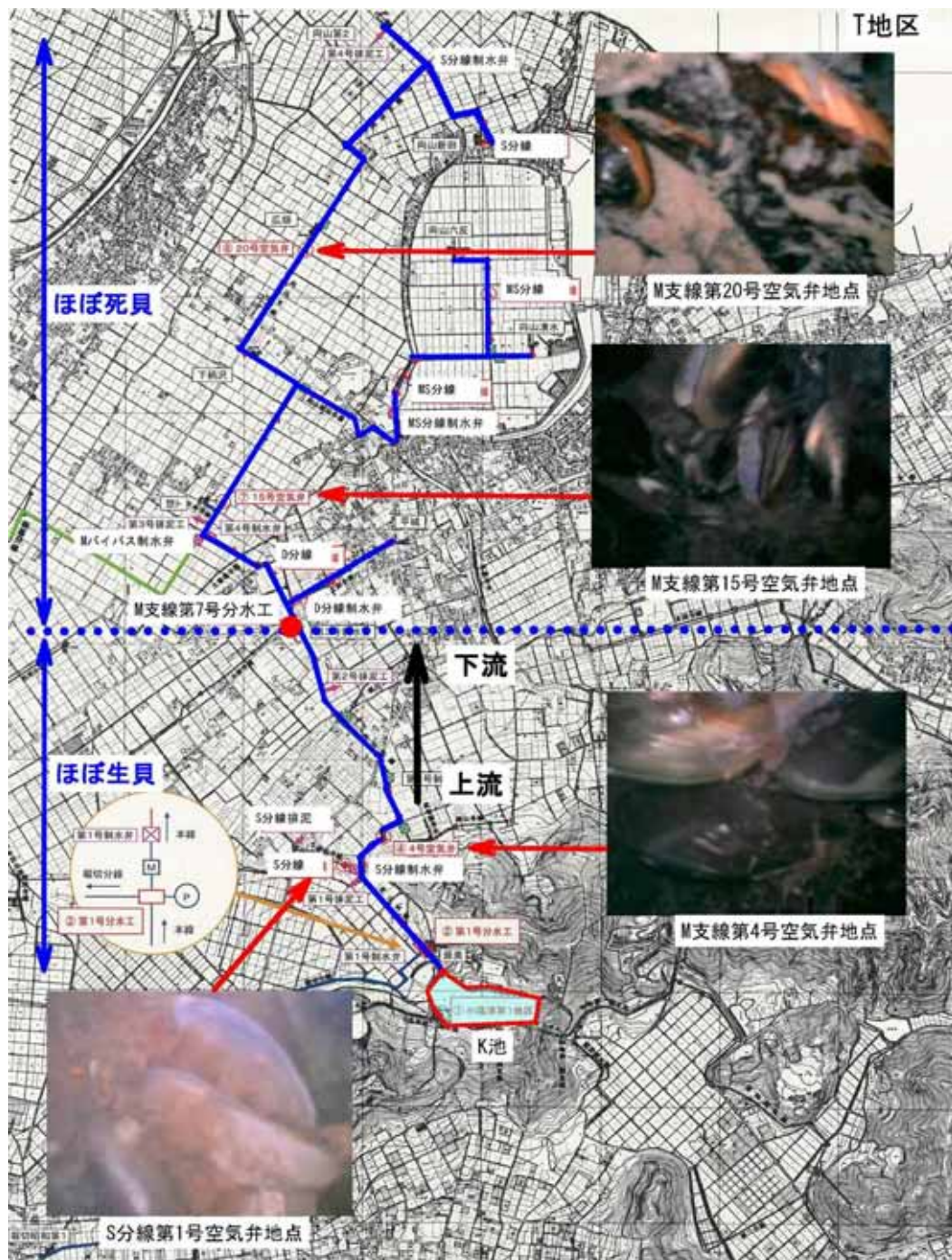


図 31 工業用内視鏡による調査

～コラム～ パイプライン内を工業用内視鏡により調査した事例

T地区において、上流のS分線第1号空気弁やM支線第4号空気弁から第7号分木工までは、生貝らしきカワヒバリガイの個体群が確認されたが、さらに下流のM支線第15号空気弁及び20号空気弁では大量の死貝が確認され、生貝はほとんど確認できなかった。

結果として、生貝と死貝の生息の境目はM支線第7号分木工付近にあるとみられたことから、M支線第7号分木工付近まで（K池から2km弱）にK池から流れた浮遊幼生がパイプライン内に着底している可能性がある。



4.3.3 水中の幼生密度の調査方法

水中の幼生密度を把握することにより、その時点でのカワヒバリガイの発生の情報とすることが可能であるが、幼生の大きさは微小であり、またタイワンシジミ等形態のよく似た幼生がいるため（図 32）実体顕微鏡等の専門的な調査器具が必要となり、専門の調査機関に依頼する等、高度な技術と労力を要する。

具体的な調査方法としては、幼生の採集は、エンジンポンプ（最大吐出量 110 ℓ/分）で下層から 200 ℓ 採水し、プランクトンネット（NXX16、目合い：75 μm）で濾過濃縮した試料を 25%グルタルアルデヒド、10%ホルマリン、96%エタノール等により固定する。この試料を実体顕微鏡で観察し、幼生の個体数を計数する。

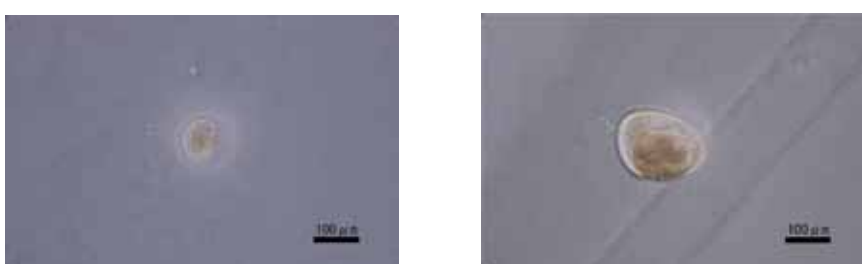


図 32 幼生密度の調査（左はD型幼生、右は殻頂期幼生の実体顕微鏡写真）

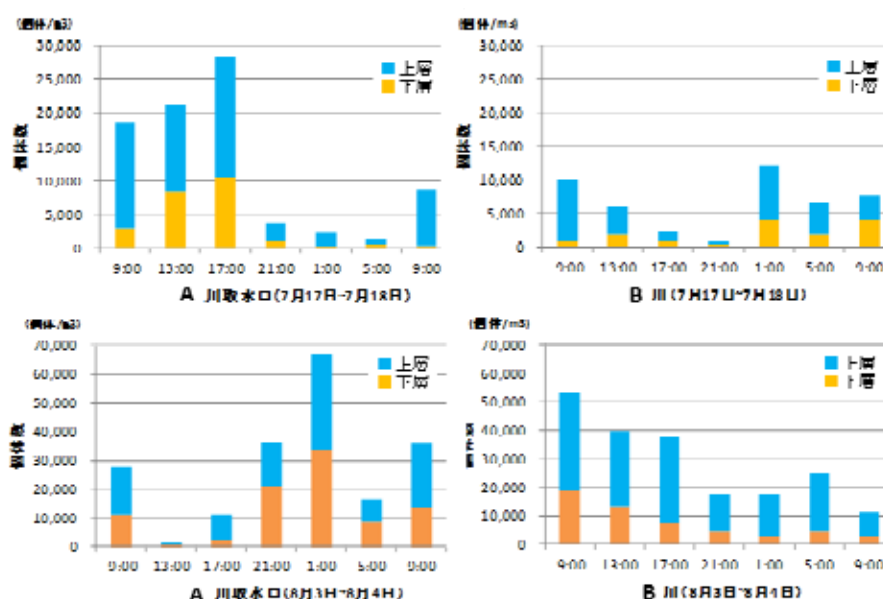


図 33 関東地方の 2 河川における幼生生息密度調査結果（平成 27 年度調査）

関東地方の 2 河川において 7～8 月の同日・同時間に採水を行い、採水した用水中の幼生個体数を実体顕微鏡で計測し、生息密度を算出した。地点ごとに 24 時間の結果を見ると、幼生密度は時間によりばらついており、また、同日の隣接箇所（A 川取水口及び B 川）での傾向も異なる（図 33）。この結果は、幼生が用水中に均一に存在しない等の理由によるものと考えられ、短期間の採水による調査結果のみで水中の幼生密度を評価することは留意が必要である。

4.3.4 簡易な幼生及び固着の調査方法

幼生の存在及び固着の可能性を調査するための簡易な調査方法として、付着ロープ（図 34）や付着板（図 35）、マジックテープ（図 36）による調査がある。

これは、先端を解した合成繊維ロープや溝を付けた塩ビ製の付着板、マジックテープをメッシュパネルに取り付けて用水路に設置し、調査期間終了後に引き上げて、着底個体数を目視や実体顕微鏡等で計測するものである。製作や設置が比較的簡易であるため、モニタリングでの活用も期待される。なお、付着ロープは、資材の作成に当たってはロープの繊維を一本ずつ解す必要があり、また、計測に当たっては解した繊維の間を確認する必要がある等、資材の作成及び計測に手間や時間がかかることに留意する必要がある。



図 34 付着ロープ
（先端を解した合成繊維ロープ）

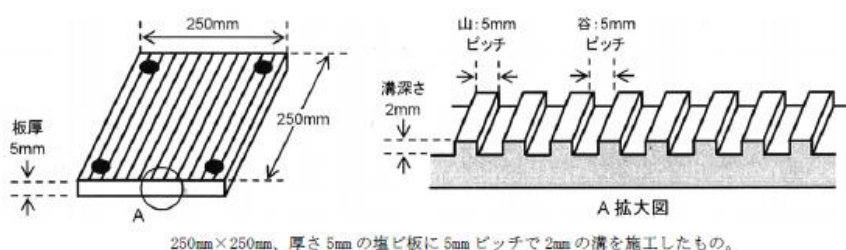


図 35 付着板（写真左）と実体顕微鏡による計数作業（写真右）

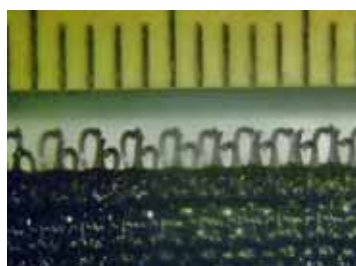


図 36 メッシュパネルに取り付けたマジックテープ（写真左）とマジックテープ表面の拡大（写真右）

調査事例 水路側面に設置した付着資材（マジックテープ及び付着ロープ）による調査結果及び水路側面・底面のコドラート調査結果の関係

付着資材（マジックテープ）の付着密度と水路側面及び底面のコドラート調査による付着密度について相関の有無を確認した。

この結果、水路側面に設置した付着資材（マジックテープ）への付着密度とコドラート調査による水路側面の付着密度について高い相関関係が確認された（図38）。また、付着資材（マジックテープ）への付着密度は、水路側面の付着密度より4～5倍程度高い値となっており、感度が高い可能性も示された。この結果から、マジックテープを活用した付着量調査はコドラート調査を代替できる調査である可能性が示唆された。

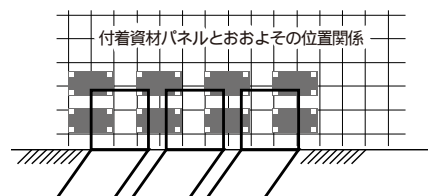


図37 付着資材とコドラートの
おおよその位置関係

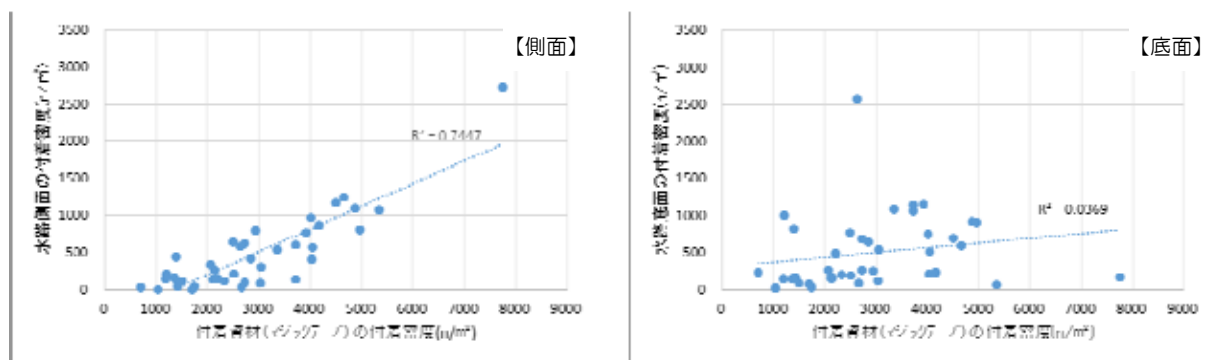


図38 水路側面・底面における付着資材（マジックテープ）の付着密度

また、付着資材（付着ロープ）の付着量と水路側面のコドラート調査による付着密度についても、調査点数は少ないものの相関関係のあることが示唆され（図39）、付着ロープを活用した付着量調査もコドラート調査を代替できる可能性が示された。

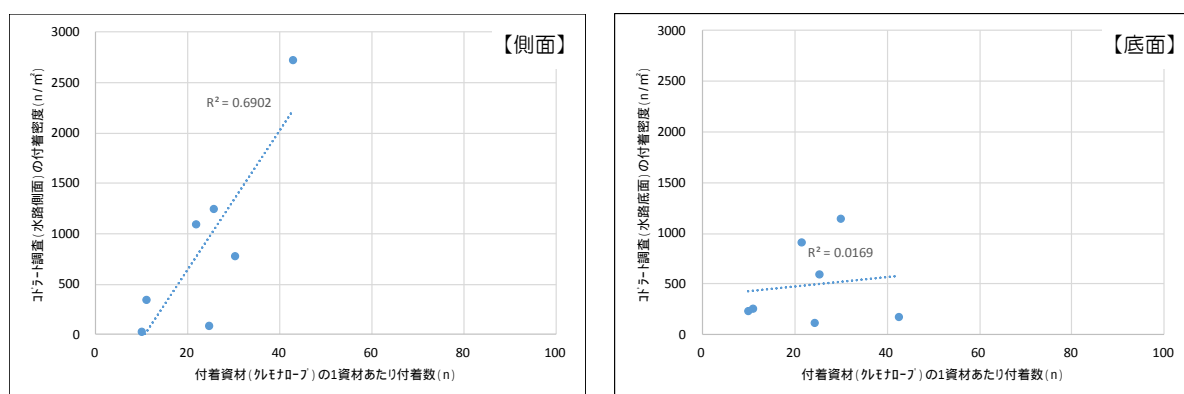


図39 水路側面・底面における付着資材（付着ロープ）の付着量

参考文献

- 1)濱田稔. 矢作川におけるカワヒバリガイ浮遊幼生の出現及び付着時期と水温との関係. 矢作川研究 No.15 : 45～54 (2011)
- 2)伊藤健二. カワヒバリガイ調査法ガイド. 農業環境技術研究所カワヒバリガイ情報 (関東版) (2010)
<http://cse.naro.affrc.go.jp/itoken/saisyuu.html>
- 3)伊藤健二. 霞ヶ浦におけるカワヒバリガイ *Limnoperla fortunei* の生息・分布状況. 日本ベントス学会誌 62:34-38(2007)

4.4 被害状況の把握

現地調査で得た情報から、被害状況、固着状況等を適切に把握することによって、効果的な対策へとつなげることができる。

また、当初の被害状況の把握手法を、対策後のモニタリング手法として用いることも可能である。

4.4.1 被害状況の把握（被害発生の可能性）

各管理主体が日常的管理の中で被害状況の把握をする際には、カワヒバリガイアンケート用紙及びカワヒバリガイ被害状況確認カルテを活用する等、適切に被害の状況を把握する。

被害状況を把握したら、対策に向けた被害状況の検討のため、その被害度の把握（重症度のチェック）が必要である。被害度の把握については、以下の通水障害発生の可能性判定表（表１）にのっとり行う（項目はカワヒバリガイ被害状況確認カルテに対応しているので判定に当たってはカルテ調査結果を利用）。被害の可能性度合いが高いほど、被害の発生する可能性も高く、また、発生した場合には大きな被害となりうる可能性がある。

表１ 通水障害発生の可能性

被害の可能性度合い	具体的な発生事象とその程度				
	水系内及び周辺水系で生息の有無	貝の付着状況	流量の変化	水位や圧力の変化	悪臭の有無
低い	生息報告なし	付着が見られない	なし	なし	なし
中		取水口、幹線水路にまばらに付着	多少の変化あり		
高い	生息報告あり	壁面一面に付着、または、パイプが死貝の塊で閉塞	半分以上の増減あり	水位差や圧力差がある	あり

※水位差とは、ポンプ施設への水の吸い込みの際に、スクリーンへのカワヒバリガイの付着により透過能力が落ち、調整水槽内のスクリーン前後で水位落差が生じる現象。

※圧力差とは、ポンプ施設のオートストレーナーに設置等の圧力計において差圧異常の発生（管内の閉塞等が原因となり発生する場合が多い）が認められる現象。

※流量の増減とは、用水路においては閉塞による流量の減少、排水路においては閉塞によるオーバーフロー等の例があげられる。

注意すべき現場での状況としては、目視による付着状況、水位差、流量変化、圧力計差圧、悪臭といった事項に普段とは違った状況がないか注意が必要である。また、過去及び周辺での生息や被害発生の情報等、普段からの情報収集に留意する必要がある。

なお、施設が老朽化や劣化することによって、表面の平滑性が失われ、カワヒバリガイの固着が容易になると考えられ、表面の摩耗の進行によってカワヒバリガイの付着が増加する可能性がある。

頭首工、用排水機場のようにポンプ機器や配管等が設置されている施設及び末端用排水路の細管等では、少数のカワヒバリガイであっても目詰まりが生じる可能性がある。

また、末端部のパイプラインや給水栓は細管となっていることから、剥がれ落ちたカワヒバリガイ死貝による目詰まりも起きやすく、顕著に被害があらわれる場所である。いずれにおいても通水障害発生の可能性がある場合は、カワヒバリガイの侵入状況についての見回りの強化や発生源の確認等の調査の実施を検討し、被害度に応じて対策を検討する必要がある。また、現状において通水障害発生の可能性が低い場合も、日常管理の中での確認作業を実施していくことが望ましい。

なお、現在までのカワヒバリガイによる被害実態は要因等の解析事例が少ないため、被害が発生する前に予測し、あらかじめ対策するというところまではできない現状である。将来的には被害予測も可能な対策手法の確立が望まれる。

4.4.2 把握した被害状況のグルーピング

被害状況を把握することで、被害地域を水利系統、カワヒバリガイの発生状況等で分類し、グルーピングすることは、対策の円滑な実施に向け有効である。

カワヒバリガイ被害状況確認カルテでは、被害範囲や、確認の時期、貝の付着の程度や大きさ、生死の別等が詳細にわかる場合も考えられ、これらの被害要素に併せ、当該施設の水利機能上での重要度を勘案し、取水施設または分土工からの水利系統と具体的な対策内容を意識してグルーピングを行い整理することが望ましい。

図 40 は、被害状況確認カルテでの調査結果をグルーピングした図の例である。

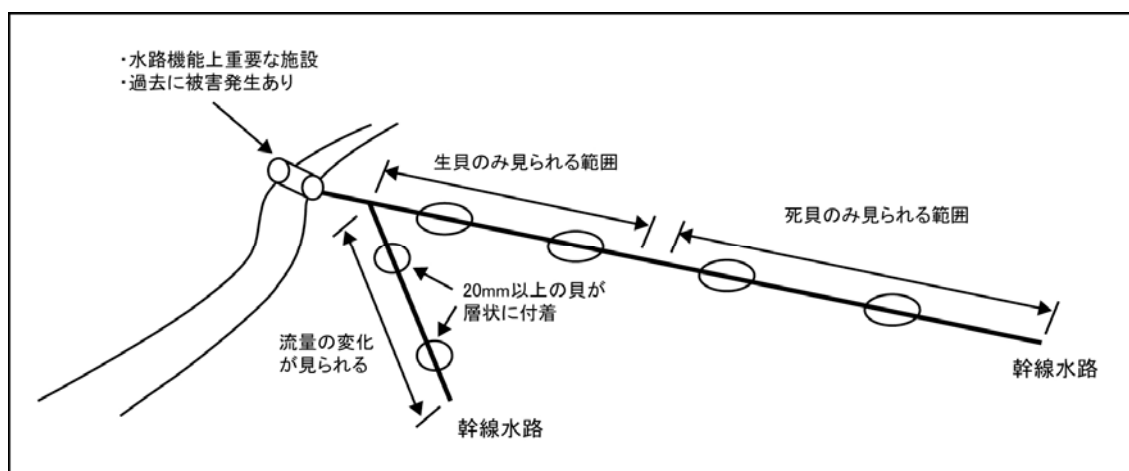


図 40 被害状況のグルーピングの例

グルーピングにより整理した本図を、継続的に実施する付着調査や写真撮影を行う定点を整理する際に用いることは有効である。

また、整理した結果は地域でのカワヒバリガイの発生源を推定する資料として活用できる。

4.5 情報の保存・蓄積・活用

適切な対策工法を検討するためには、過去の被害状況把握のための調査や被害対策の履歴情報が必要となる。このため、施設毎に履歴を整備するデータベースの構築を図ることが重要である。

【解説】

カワヒバリガイによる被害状況把握のための基礎的な情報は十分に整備されていない場合が多く、情報の引出し・加工・分析に時間を要する。

このため、構造物諸元、日常・定期・臨時等の経年的な点検・検査結果、被害対策の履歴等を蓄積、整理し、適宜データベースを整備するとともに、容易に更新、検索、編集、閲覧できるシステムの構築が重要である。

カワヒバリガイアンケート用紙及びカワヒバリガイ被害状況確認カルテを用いた調査の実施によるデータの蓄積や併せ行う定点での写真撮影等のデータの蓄積は、基礎的な情報として有効である。

また、農地等に関する図面と情報の一元管理と情報検索の迅速化を促し、情報の相互利用を図ることを目的として運用がはじまった水土里情報システムの活用や、農業環境研究所（現 農研機構農業環境変動研究センター）で整備している生きものデータバンクである RuLIS（ルリス）の活用等が期待される。