

【参考】トラップによる除去対策

カワヒバリガイは浮遊幼生として拡散するが、生息場所として暗環境を好むことがわかっている。そこで、水路の維持管理がしやすい箇所の上流部等にトラップとして暗環境を創出することにより着底を促し、カワヒバリガイの除去労力の軽減等を図ることも考えられる。

トラップとなる暗環境施設としては、水路等において光条件を明から暗に変化させることができ、しかも、脱着の操作が簡易で安価な施設が考えられる（図 52）。

なお、本対策は試行段階であることから、本対策を検討する際は、試験設置を行う等、事前に十分な調査を行う必要がある。検討の参考として用水路での調査結果を示す。

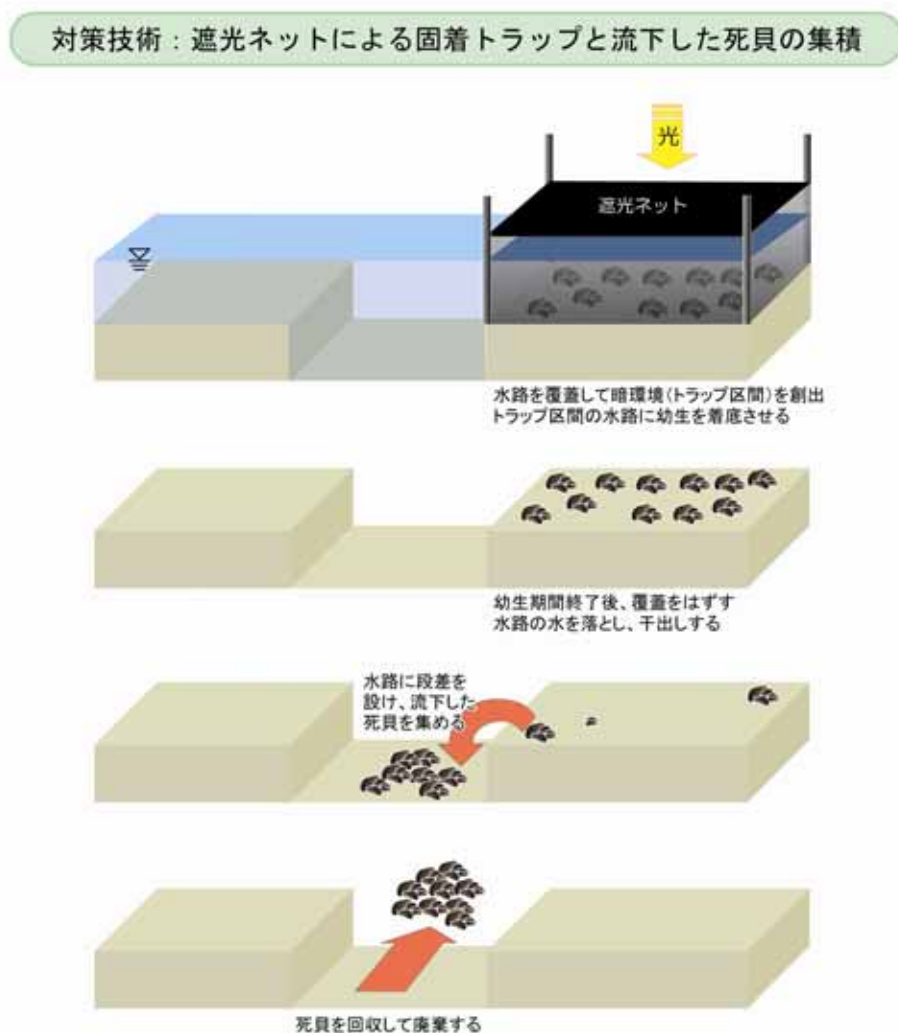


図 52 トラップ構造の検討例

～コラム～ トラップの現地調査事例

カワヒバリガイが暗環境を好む性質を利用した試行段階の対策の有効性を確認するため、農業用水路に暗環境を設置し個体の着底促進が図られるか確認を行った。

農業用水路の上面を遮光ネットで被覆して暗環境区間を創出し、暗環境と明環境のカワヒバリガイの付着量の違いを調査した。

表5 調査の概要

項目	内容
調査内容	農業用水路の上面を遮光ネット（遮光率 95～98%）で被覆して暗環境区間を創出し、暗環境と明環境のカワヒバリガイの付着量の違いを調査した。
調査実施状況	取水地点近傍の農業用水路 450m 区間において簡易施設（遮光ネット）による暗環境を創出（平成 25 年～27 年は 300m、平成 28 年は 200m）し、カワヒバリガイの付着量を計測した。平成 28 年はカワヒバリガイの付着状況について明暗環境の要素による影響を評価するため、平成 25～27 年において付着密度の高かった地点（暗環境）を明環境として調査を行った。また、その他の付着要因を確認するため、照度、流速等も観測した。
調査時期	【付着資材の設置・付着量調査】 平成 25 年 7～9 月、平成 26 年 6～9 月、 平成 27 年 8～9 月、平成 28 年 7～9 月 【水中照度、流速の計測】 平成 25～28 年 8 月
調査方法	【付着密度】 付着資材を水中に設置し、9 月末（かんがい期終了時）に回収した。実体顕微鏡等を用い付着数を計測した。 【付着資材】 付着資材は、毎年、以下の新しい資材に交換して、水路底面もしくは水路側面に設置し、検証を実施した。 平成 25 年度：溝付き塩ビ板（水路底面） 平成 26 年度：溝付き塩ビ板（水路側面） 平成 27 年度：マジックテープ（水路側面） 平成 28 年度：マジックテープ（水路側面） 【水中照度・流速】 付着資材を設置した地点の水中照度、流速を水路底面から 0.3m の位置で計測した。



図 53 暗環境設定場所（平成 25～27 年度）



図 54 暗環境設定場所（平成 28 年度）



溝付き塩ビ板（メッシュパネルに取付）



マジックテープ（メッシュパネルに取付）

図 55 調査に用いた付着資材

○明環境から暗環境移行後の付着密度変化

暗環境移行後の距離による付着密度の比較（図 56）では、平成 25～27 年度は暗環境移行後の一定の距離（80m 程度）において付着密度が高くなるといった付着密度変化の傾向を示したが、平成 28 年度は暗環境移行後 120m 地点～160m 地点において-5m 地点より付着密度が低くなっているほかは同様の変化傾向は確認できなかった。

水路位置における付着密度を比較すると（図 57）、平成 25 年～27 年度の暗環境 300m 区間のうち暗環境移行後 60m 地点から 220m 地点までは多少の増減はあるものの、明環境となる-5m、445m の地点よりも付着密度が高くなっていた。一方で、平成 25～27 年度において付着密度の最も高かった 80m～120m 地点を明環境として試験を行った平成 28 年度においても、水路位置における付着密度の変化傾向は変わらず、水路位置に起因する暗環境以外の要因が当該水路の付着量に影響している可能性が示唆された。このことから、本試験では暗環境が付着を促進する効果については明確にならなかった。

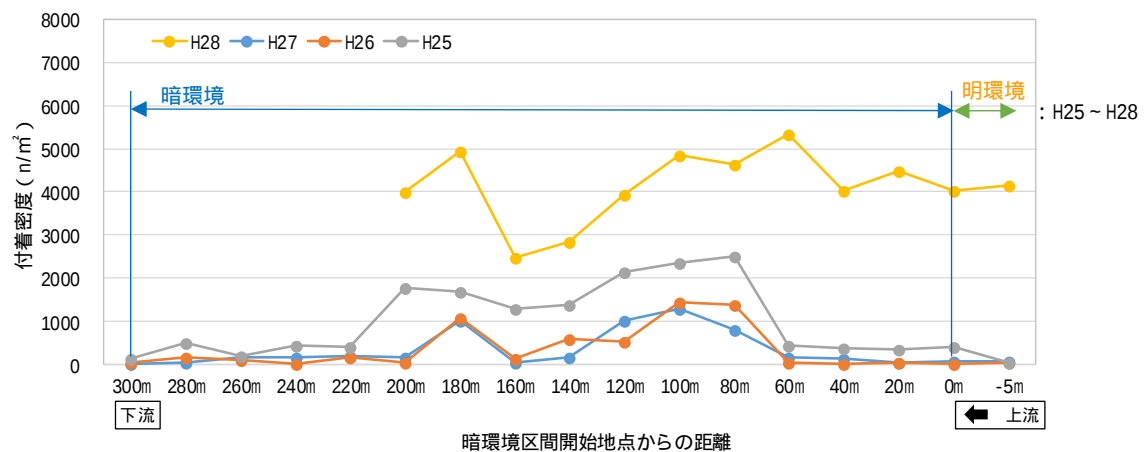


図 56 暗環境移行後の距離による付着密度の年度比較（左岸）

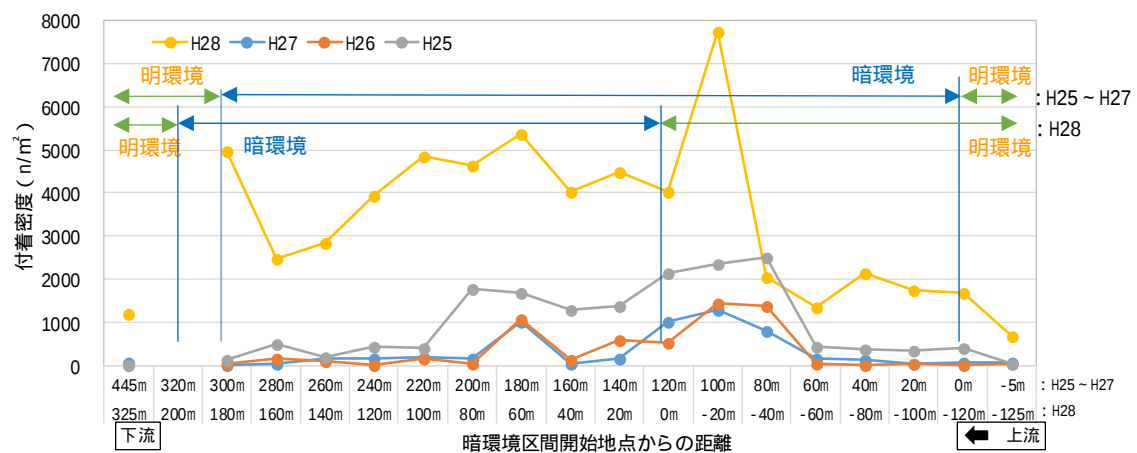


図 57 水路位置における付着密度の年度比較（左岸）

○水中照度及び流速と付着密度の関係

水中照度及び流速と付着密度の関係について、平成 25～28 年度の結果の比較を行った（図 58 及び図 59）が、水中照度及び流速と付着密度の間に明確な関係はみられなかった。なお、水中照度及び流速は付着量調査のための付着資材設置時点の値であり、調査期間を通じて得られた値でないことに留意することが必要である。

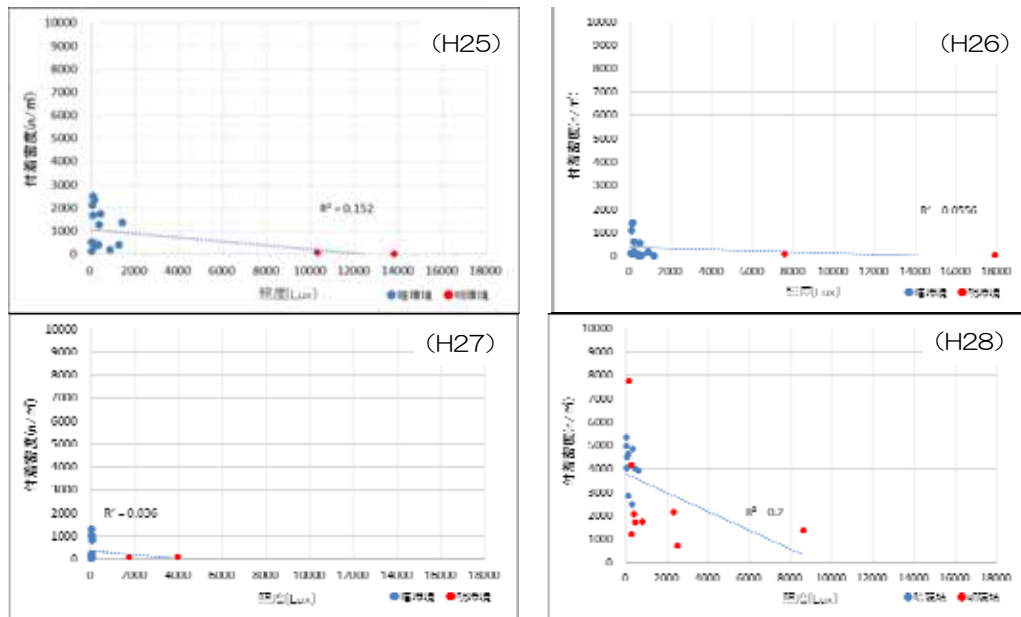


図 58 水中照度と付着密度の関係

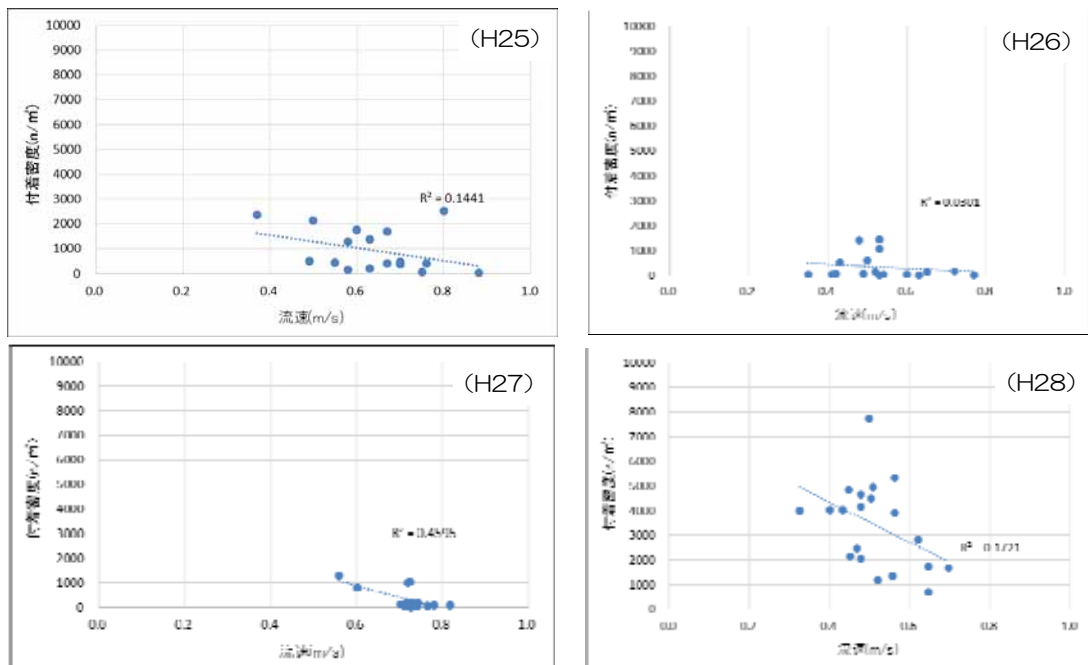


図 59 流速と付着密度の関係

○暗環境を活用した対策の検討に当たっての留意点

カワヒバリガイが暗環境を好む性質を活用した対策については、流量のある水路での実証試験で明確な効果が見られなかったこと、大量の用水が通る中で水路壁の限られた面への付着が可能となるカワヒバリガイの数も極めて少ない割合になると想定されること等から、通常の農業用水路においては難しいと判断される。

5.2.3 その他の対策

5.2.3.1 薬剤等の散布による対策

水道事業においては、塩素等薬剤処理を実施した例がある。¹⁾

しかし、農業水利施設での使用に当たっては、本来目的である農作物へのかん水にとって妥当であるか等、他の環境への影響も考慮する必要がある。

5.2.3.2 魚類の捕食による対策

工事や維持管理での対策のほか、水路内等に生息する魚類によるカワヒバリガイの捕食も報告されている。しかし、現在どこまで有効かについては明らかになっておらず、今後のさらなる調査が望まれる。

～コラム～ カワヒバリガイを捕食する魚種

捕食による固着個体の抑制を念頭に、魚類によるカワヒバリガイの捕食状況を調査した結果を紹介する。幹線用水路上流部に設置されている沈砂池で捕獲した魚類の消化管内容物の調査によると、捕獲された魚類のうち30cm以上の大きさのニゴイについて活発にカワヒバリガイを捕食していたことが確認された。しかし、多様な餌環境下でも選択的にカワヒバリガイを捕食するかは不明であることや、浮遊幼生や稚貝の段階の捕食状況についてはよく分かっていない。

食性	魚種	体長	確認 個体数	消化管内に カワヒバリガイの 貝殻片を確認 した個体数
雑食性	ニゴイ	40.0～49.0cm	8	8
		32.0cm	1	1
		19.5cm、20.5cm	2	0
	オイカワ	11.0cm、13.5cm	2	0
	カワヒガイ	13.8cm	1	0
	カマツカ	13.0cm、14.0cm	2	0
	スゴモロコ	9.3cm、10.1cm	2	0
	フナ	26cm	1	0
	ウグイ	21.0cm	1	0
	カワヨシノボリ	6.0cm、6.5cm	2	0
草食性	アユ	14.5cm、20.5cm	2	0
肉食性	ナマズ	51cm	1	0



参考文献

- 1) 中西正治・向井聖二：浄水施設におけるカワヒバリガイの駆除方法とその駆除事例、用水と廃水 Vol.39No.11 (1997)

5.3 各対策の経済比較

各対策の経済比較は、防除対策に要する経費のみならず、供用期間中の維持保全コストや、廃棄にかかる経費に至るまでのすべての経費の総額を比較する必要がある。

5.3.1 除去に要する費用と経済比較

対策コストは、対策手法の検討により作成されたシナリオについて算定し、経済比較を行う。具体的には以下のとおりである。

①シナリオ毎に、それぞれの対策手法に要する経費を整理する。

具体的に対策手法を想定し、整理することが肝要である。

例えば、

- ・そぎ落としに要する機材や費用（重機含む）
- ・干出しと水運用に関する事項（通年通水地区の場合は、断水期や迂回路等の問題）
- ・死貝の搬出等に要する経費
- ・取水位の変更や水路表面処理
- ・工事を伴う場合（大改修時に限る）と工事を伴わず管理運用で可能な場合 等

②通常必要となる維持管理費（人件費や管理の範疇の軽微な補修経費等）について、当該費用を整理する。なお、すべてのシナリオにおいて維持管理費に大きな差が生じない場合には、これを省略しても差し支えない。

③上記①及び②で整理した各シナリオの費用を比較し最も有効なシナリオを検討する。なお、この際、費用のみならず、管理の容易さや施工性等の要素も考慮し、最適なシナリオを選択できるよう整理する。

【参 考】費用と経済比較の例

<試算例 1>

水路 1 km を対象に対策を実施すると仮定し、経済比較の手順を示す。

なお、実際に防除を行う場合、複数の対策を組合せ、適切な防除を実施することになるが、ここでは、便宜上それぞれのシナリオを単独で実施するものとする。

また、人件費、施工費用等は被害状況及び施設の構造等により変わる。

①シナリオの作成

複数の対策方法の案を作成する。

例)

シナリオ A：水路の干出しによる人力による物理的な除去

シナリオ B：固着防止資材による対策

②シナリオに要する費用の算出

シナリオ毎に要する費用を算出する。この際、資材費や人件費等、対策に要する費用をすべて計上することに留意する。

また、施設を必要とする年数や構造物の耐用年数等から、任意の期間を設定し比較することとし、その期間内に要する費用をすべて計上することに留意する。

例)

○シナリオ A－水路の干出しによる人力による物理的な除去

資材購入費：100,000 円

カワヒバリガイにかかる人件費：カワヒバリガイ除去 10,000 円/時間×5 時間×20 人
×5 年間＝5,000,000 円

通常の水管理にかかる人件費：10,000 円/時間×200 時間×5 年間＝10,000,000 円

カワヒバリガイ運搬廃棄費：10,000 円/m³×10m³×5 年間＝500,000 円

合計：1,560 万円 → 312 万円/年

○シナリオ B－固着防止資材による対策

施工費：15,000 円/m²×（幅 1 m×高さ 0.5m の水路の延長 1 m 当たりの表面積）2
m²×延長 500m＝15,000,000 円

通常の水管理にかかる人件費：10,000 円/時間×140 時間×5 年間＝7,000,000 円

合計 2,200 万円 → 440 万円/年

③総合検討

各シナリオの検討で算出した費用とともに、管理の容易さや施工性等も考慮し、どのシナリオが最適かを比較検討する。比較表の例は表 6 のとおり。

表 6 費用と経済比較における各シナリオの比較表（例）

	シナリオ A	シナリオ B
資材費		
人件費（対策／通常）		
施工費		
合計	312 万円／年	440 万円／年
備考 （施工性や管理の考慮）	これまでの管理と同様の 管理で可能	通常の水管理経費の軽減も可能

＜試算例２＞

固着防止資材を水路壁に塗装する試験施工の結果等を踏まえて、「固着防止資材を用いた対策実施にかかる費用」を概算し、「人力による固着したカワヒバリガイのそぎ落としと処分（物理的な除去）にかかる費用」との経済比較を行い、固着防止資材による対策の経済性について評価を行った。

（１）シナリオの作成

- ①シナリオＡ：人力による固着したカワヒバリガイのそぎ落とし（規模の大きい取組）
- ②シナリオＢ：固着防止資材を用いた対策

（２）シナリオに要する費用の算出

- ①シナリオＡ：人力による固着したカワヒバリガイのそぎ落としに関する費用の算出

固着したカワヒバリガイを人力でそぎ落とす費用について、固着防止資材の試験施工を実施した地区と隣接する地区の実績をもとに表７にとりまとめた。なお、業者への発注等による作業費用であり、管理者等が直接行う除去作業に比べて高い費用となっているものと考えられる。

表７ 水路延長 1m 当たりのカワヒバリガイそぎ落としに関する費用

	カワヒバリガイ処理費用 ¹ (円)				そぎ落としをした水路延長 (km)	1m当たり処理費用(円)
	除去費 ² (そぎ落とし作業)	運搬費	産業廃棄物処分費 ³	合計		
平成 26 年	2,997,000	140,749	2,997,000	6,134,749	2.7	2,272
平成 27 年	3,942,000	291,600	4,014,738	8,248,338	2.7	3,055
平成 28 年	4,503,600	140,790	4,385,329	9,029,719	2.7	3,344
平均	3,814,200	191,046	3,799,022	7,804,269	2.7	2,890

1:処理費用は業務発注実績による

2:除去費は人件費及び資材購入費を含む

3:産業廃棄物処分費は、平成 26 年度は実績、平成 27 年度及び平成 28 年度は廃棄処分せず保管したため処分費用の推定値を計上



図 60 水路におけるそぎ落とし作業状況

②シナリオ B：固着防止資材を用いた対策に関する費用の算出

固着防止資材を用いた対策について、1 m 当たりの資材単価より、対策費用を算出した。施工にかかる人件費については、本試算では算出しなかった。資材の耐用年数は、電力施設においてシリコン系塗料 A の効果が 10 年以上持続している実績があることから 10 年とした。

表 8 水路延長 1 m 当たりの固着防止資材の減価額（耐用年数 10 年）

単位：円

資材	1 m ² 当たり 固着防止資材単価	水路延長 1m 当たり(4 m ²) ⁴ 固着防止資材単価	固着防止資材の減価額 (耐用年数 10 年)
シリコン系塗料 A	9,652	38,608	3,861
シリコン系塗料 B	16,685	66,739	6,674
エポキシ樹脂系塗料	6,077	24,307	2,431

4: 用水路両壁に高さ 2m × 2 面 × 延長 1m で塗装した場合

(3) 経済比較

それぞれのシナリオの検討で算出した費用の比較結果を表 9 に示す。

水路 1 m 当たりの対策費用（年単価）を比較すると、固着防止資材を用いた対策については、人件費等の施工費を計上していないにもかかわらず、人力によるそぎ落としの対策費用の同等～数倍程度の費用となり高額な対策になると評価された。資材費については大量生産等により価格が低下する可能性もあるが、現時点では、付着による被害リスクが極めて高い箇所への限定的利用が考えられる等、費用面での課題があることが確認された。

表 9 水路延長 1 m 当たりの固着防止資材費とそぎ落とし作業費の費用比較

単位：円/年

	シナリオ A (人力による カワヒバリガイそぎ落とし)	シナリオ B (固着防止資材を用いた対策) ⁵		
		シリコン系 塗料 A	シリコン系 塗料 B	エポキシ 樹脂系塗料
人件費	3,814,200	-	-	-
運搬費	191,046	-	-	-
処理費	3,799,022	-	-	-
材料費	-	38,608	66,739	24,307
合計	7,804,269	38,608	66,739	24,307
対策費用 (延長 1m 当たり)	2,890	3,861	6,674	2,431

5: シナリオ B で算出した費用については、施工、管理に関わる人件費は含まれていないことに注意

5.4 合意形成

経済比較により算定された最適なシナリオを基本としながら、関係者（土地改良区、関係行政機関等）の意向や意見を踏まえるプロセスを経て、対策手法を決定する必要がある。

【解説】

対策を実施するための複数の対策手法について、コスト比較に基づく経済性評価に加え、対策手法の適用条件、技術的信頼性、施設管理者の意見等を総合的に勘案し、最適な手法を選定する。

関係機関等との調整プロセスにおいて、想定してきたシナリオ以外の手法の検討が必要と判断される場合には、シナリオ設定の段階からのプロセスを再度行う。

5.5 構造物ごとの適用事例

5.1～5.4により対策を実施することとなるが、具体の構造物ごとに、その必要とする機能に合わせ、適用可能な防除技術を選択し、適切な対策とすることが重要である。

構造物ごとのこれまでの適用事例を具体的に以下のとおり紹介する。

5.5.1 適用事例1 調整水槽での事例

被害を受ける施設であるとともに、発生源ともなる調整水槽はカワヒバリガイ防除にとって重要な施設の1つである。

本紹介地区では、①カワヒバリガイの固着を防止するため、固着防止資材を水槽コンクリート部表面に塗布した。なお、この際最も付着の多いとされるスクリーン裏側をまず試験施工区とし、その効果を検証しながら施工範囲を増やしていった。

②スクリーン全面にフィルターを設置し、カワヒバリガイ幼生の流下を軽減した。ただし、このフィルターについては、砂粒がポンプ施設へ巻き込まれるのを防止することを主目的として設置しており、副次的にカワヒバリガイ幼生の流下も軽減されるものである。

夏季における固着防止資材の施工事例は表10のとおりである。気温が高いため、塗料乾燥時間が短く工期は5日間で可能であった。

固着防止資材の施工による表面の変化は、図61のとおりである。

なお、冬期に固着防止資材を施工した場合では、気温が低いため、塗料乾燥時間が長く工期は7日間であった。ただし、農作物の水需要も少なく、断水期間の設定が容易であった。

表 10 固着防止資材の施工性（夏季事例）

	施工場所	工 程	塗 料	塗装回数 (回)	塗装膜厚 (μm)	使用量 (g/m^2)	気温
						はけ及びローラ	
シリコン系 塗料 A	現場	素地調整	ポリマーセメント	[1]	200	420	25
		第 1 層	S Pサーフェーサー	1	—	120	27
		第 2 層	S Pプライム	1	100	230	27
		第 3 層	シグマグライド 7 9 0	1	150	220	32
		第 4 層	シグマグライド 8 9 0	1	120	180	29

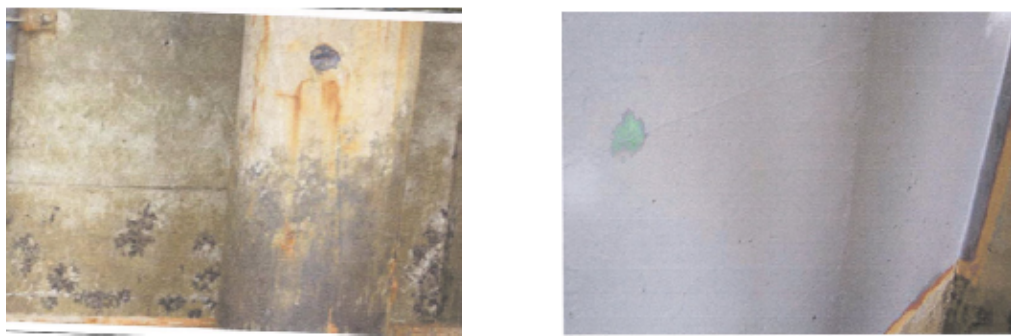


図 61 固着防止資材施工（左が塗装前、右が塗装後）

また、フィルターについては、目の細かさは $100\ \mu\text{m}$ とカワヒバリガイ幼生の大きさよりも細かいものである。

外枠のフレームと金網状のケースによってフィルターは固定されており（図 62）、このフレームごとスクリーンに設置することで、フィルターを透過した水だけがポンプ施設へ吸い込まれることとなる。



図 62 フレームに固定されたフィルター

5.5.2 適用事例2 幹線用水路での事例

水田受益面積1,800haを抱えるS用水上流部において、10月にカワヒバリガイの大量発生が確認された。通水障害の発生が懸念されたことから、翌年の1月（点検期間）に駆除作業が実施された。

駆除作業は、水路を保護するためバケット先端部に樹脂製の板を取り付けた小型ホイールローダーにより、水路に固着した貝を除去・集積し、その後、水路脇の管理地に搬出し廃棄するという手順で行われた（図63）。



水路底面への固着



水路壁面への固着



駆除作業



ホイールローダーによる駆除作業



水路内での集積状況



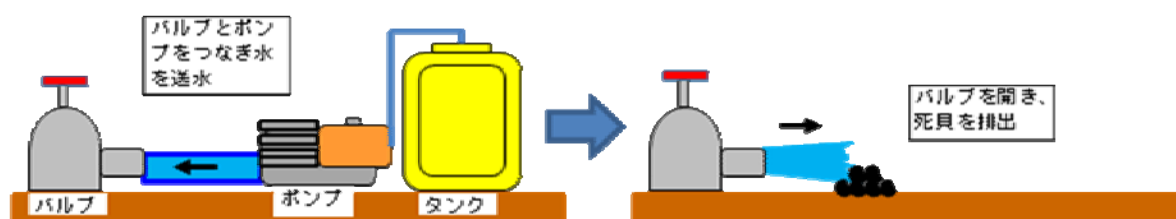
除去後の様子

図63 幹線水路（開水路）で重機を用いた除去の事例

5.5.3 適用事例3 末端管水路での事例

末端管水路で給水栓からの流量が減少したり、または水が出なくなったため、調査した結果、塩ビ配管内に流下した死貝が詰まり閉塞していた事例を紹介する。

本事例では、給水栓から逆送させ洗い流す対策方法をとった。被害地点によって給水栓タイプが違っていたが、アングルバルブの場合は、①作業エリア周辺を断水し、②排泥弁（ない場合は周辺の給水栓）を開け、③エンジンポンプのホースを繋ぎ、500ℓのタンクから水を取り込み、逆洗を行った後、④制水弁を開けアングルバルブから貝を取り除いた（500ℓの水をはき出す時間は1分程度）。その後、通水を行い、カワヒバリガイをはき出した（図64）。また、一筆用給水栓の場合は、給水栓の外枠を取り外し、エンジンポンプのホースが繋がるようなアタッチメントを鉄工所で作成し、エンジンポンプを繋いで500ℓのタンクから水を取り込み、逆洗を行い取り除いた（500ℓの水をはき出す時間は1分程度）。その後、通水を行い、カワヒバリガイをはき出した（図65）。泥の除去を行う維持管理の手法を利用した対策事例である。



周辺エリア断水



排泥口または給水栓を開ける



ホースを接続



ポンプから水を送る

図64 アングルバルブにおける除去手順



図65 一筆用給水栓（写真左）一筆用給水栓への接続状況（写真右）