

チスジノリがよみがえる川づくり(兵庫県安室川) - 第8報 -

River improvement to restore *Thorea okadae* habitats: Yasumuro River experience

- The 8th report -

河川・海岸グループ 研究員 広部 勝己
生態系グループ 研究員 都築 隆禎
水辺・まちづくりグループ グループ長 坂之井和之
水辺・まちづくりグループ 研究員 永島 昇

兵庫県上郡町を流れる二級河川安室川では、多目的ダムや農業用井堰群の建設、河道拡幅などの影響により、希少藻類であるチスジノリ (*Thorea okadae*) の減少に代表される河川環境の劣化が指摘されてきた。このような中、安室川を管理する兵庫県西播磨県民局は、安室川の河川環境の再生を目指し、平成 16 年 10 月に「安室川自然再生計画」を策定のうえ、地域と協働しながら様々な自然再生の施策を展開している。

本年度は、最終となる「安室川自然再生計画検討会」を開催し、これまでの 9 年間に渡る自然再生施策の展開により、安室川では、以下のような成果を得るに至ったことを報告した。

安室川のチスジノリの生態をほぼ明らかとし、その対策案を整理できた。

地域との連携により、「川を耕す・磨く」などの継続の見通しを立てることができた。

実験的な実施により、低水路の形成やフラッシュ放流の効果を得ることができた。

本稿では、これまでの 9 年間の施策展開により得られた成果について報告する。

キーワード：自然再生、貴重藻類、チスジノリ、フラッシュ放流、低水路形成、川を耕す・磨く

In the Yasumuro River, a class B river which runs through Kamigori Town, Hyogo Prefecture, the problem of environmental deterioration has been mentioned. As a typical example, the construction of a multi-purpose dam and agricultural weirs and the widening of a river channel have caused the *Thorea okadae*, which is a rare alga, to decline. Under such circumstances, in October 2004, the Hyogo Prefecture Nishiharima Residents' Bureau controlling the Yasumuro River, formulated "The Yasumuro River Nature Restoration Project" aimed at restoring the environment of the Yasumuro River. The Bureau has been taking various nature restoration measures in collaboration with the region.

"The Yasumuro River Nature Restoration Review Meeting" was held for the last time in this fiscal year. The results produced in terms of nature restoration measures taken for the Yasumuro River over the past nine years were reported, as listed below:

- The ecology of *Thorea okadae* in the Yasumuro River has been mostly revealed; the measures to be taken have been summarized.
- Continuance of projects (e.g. cultivating/polishing the river) have been agreed on in collaboration with the region.
- Pilot projects succeeded in forming low-flow channels and optimally exploiting the effect of flush discharge.

This paper reports on the results obtained through measures taken over the past nine years.

Key words: Nature restoration, rare alga, *Thorea okadae*, flush discharge, formation of low-flow channels, cultivating/polishing rivers

1. はじめに

安室川は、兵庫県南部の最西端、赤穂郡上郡町に位置する二級河川である。昭和51年の台風17号（上郡総雨量834mm）による災害を契機に、河道拡幅、多目的ダム建設、堰の改築など、多くの治水に係る工事が行われ、さらに、流域開発の進展や営農形態の変化などにより、河川環境が大きく変化することとなった。

そこで、安室川を管理する兵庫県西播磨県民局は、平成14年度に「安室川自然再生計画検討会」を設置し、河川環境の改善方策を諮問し、平成16年10月にチスジノリを再生のシンボルとした「安室川自然再生計画」を策定した¹⁾。その後、同検討会を開催し、平成16年1月に約9年ぶりに再びチスジノリが確認されたことから、経年的に調査・実験を実施することで、未解明であったその生態等に関する知見を集積するとともに、同計画に基づく施策を試験的に進めることにより、自然再生を具体化する方策を検討してきた。

本稿では、計9年間に渡り、同検討会において審議することによって得られた成果をまとめて報告する。

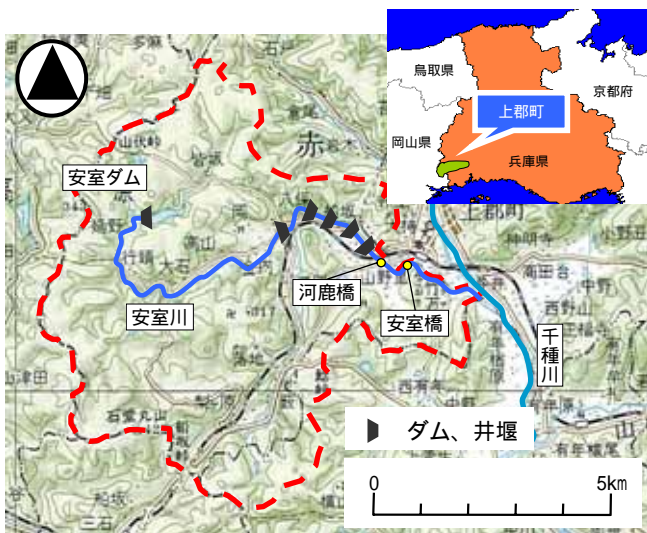


図 - 1 安室川の概況



写真 - 1 配偶体（左）とシャントランシア体（右）

2. 安室川のチスジノリに関する知見

安室川におけるチスジノリの生活サイクルや出現時期、チスジノリが好む生育環境に関する知見を集積することにより、その知見を活かした実施可能な施策を

立案することにも繋がることから、その立案過程において、調査および実験により知見の集積に努めた。

2 - 1 安室川のチスジノリの生活サイクル

チスジノリ（*Thorea okadae*）は、日本固有の淡水産紅藻類で、環境省RDBで絶滅危惧類に指定されており、国内でも産地が限定されている。

また、チスジノリは雌雄異株で、大型の配偶体（写真 - 1左）、受精後接合子上に発達する果胞子体、シャントランシア期の小型の胞子体（以下シャントランシア体（写真 - 1右）という）の3つの世代が交代する生活環を持つことが知られている。

既往の知見やこれまでの調査により得られた安室川におけるチスジノリの生活サイクルおよび出現時期を図 - 2示す。有性世代である配偶体は、9月から翌年の6月ごろまで出現し、5月から6月にかけて成熟雌性配偶体に果胞子が形成され、有性生殖が行われる。無性世代であるシャントランシア体は、周年で生育し、5月から11月にかけて単胞子を形成する。また、シャントランシア体は、一般的に春から夏にかけて単胞子により増加するが、出水により一時的に減少することがあるものの、単胞子形成時期には1～2ヶ月で回復することなどがこれまでの調査等により得られた。ただし、配偶体が発生するメカニズム等（黄色矢印）については不明である。

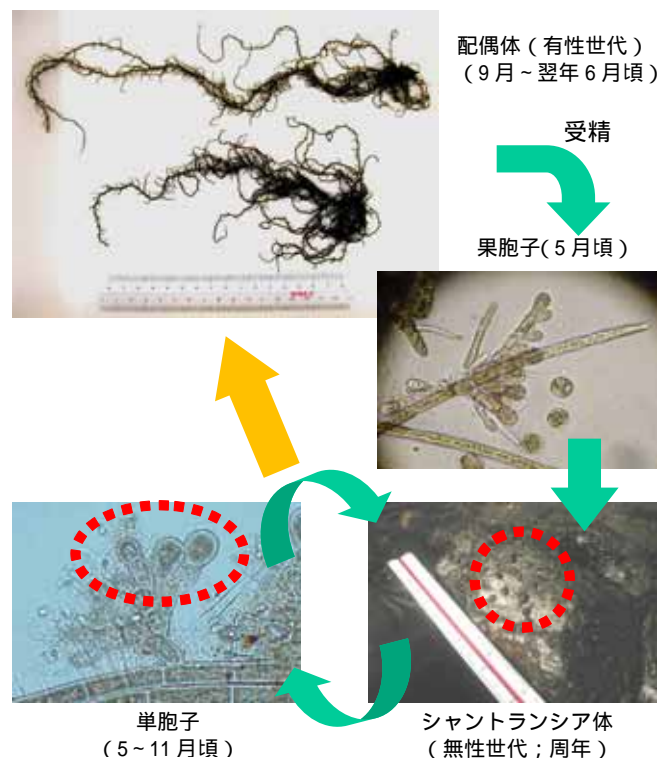


図 - 2 生活サイクルおよび出現時期

2 - 2 安室川のチスジノリの生育環境

チスジノリの生育適地条件を把握するために、安室川における水理諸元データ（地形データ、河床材料、水理諸元、冠水状況、植生分布）および生態環境諸元データ（湧水箇所、生育箇所、日照時間）について、その位置情報を重ね合わせ情報図として整理し、生育箇所との関係について検討を行うとともに、現地における生育環境調査を行った。水理諸元は、チスジノリの生育環境に影響が深いと考えられる流速、摩擦速度、無次元掃流力について、平面二次元流況解析モデルを構築することで把握し、平常時（0.8m3/s）と年最大流量（平成18年度：110m3/s、19年度：108m3/s）の2パターンで解析を行った。

その結果、統計値によるチスジノリの好適条件が明らかとなり、その結果は現地における生育環境調査とほぼ一致していた。上記により、得られた結果を表-1に示す。

表 - 1 安室川のチスジノリの生育好適条件

項目	好適条件
水深	平水時の水深が 30 cm程度で濁水時に干上がらない場所
流速	平水時の流速は表層が 0.3~1.4m/s、底層が 0.1~0.9m/s の場所
河床	配偶体が着生しやすい礫の大きさは 10~30 cm
光量	橋の下部日光が届きにくい場所
水温	水温変動が年間を通して小さい場所(湧水影響のある場所、安室川の年間水温範囲は、本川 4~30、湧水 9~26)

2 - 3 配偶体の発生メカニズム

チスジノリの生活サイクルや生息環境は、少しずつ明らかとなってきたが、配偶体が発生するメカニズムは明らかになっていない。そこで、配偶体発生に関する作業仮説を立案するとともに、その検証のために実

作業仮説：出水等により河床が攪乱され、競合藻類や堆積微細粒分が除去されることで、胞子の着生が促進され、配偶体が発生しやすい
 作業仮説：日陰では競合藻類が発生しにくく、胞子の着生が促進され配偶体が発生しやすい
 作業仮説：湧水箇所等、胞子着生時期（夏～初秋）に周辺より水温が低い箇所では、胞子が刺激され配偶体が発生しやすい

胞子とは、単胞子・果胞子の両方を指す。

施した実験およびその結果を表-2に示す。

実験の結果には、実験区と対照区に有意な差が見られない、あるいは配偶体やシャントランシア体の発生が確認されないといったものが多かった。機械による河床掘削箇所では、配偶体の発生までは見られなかったものの、近年確認実績のなかった地点において、シャントランシア体の発生が確認されたことから、河床掘削（河床の攪乱）による効果により、胞子の着生が促進され、シャントランシア体が発生したと判断した。ただし、これら結果は、転石や研磨、人力による河床掘削などを否定するものではなく、今回の実験による結果と判断する。

表 - 2 発生メカニズムに関する実験および結果

	実験概要	実験結果
仮説	【転石実験】 転石（擬似攪乱）による胞子の着生促進	有意な差は見られなかった
	【研磨実験】 研磨（擬似攪乱）による胞子の着生促進	研磨直後にシャントランシア体は一時的減少したが、約1カ月半後に対照区と同程度に回復した
	【河床掘削】 河床掘削（擬似攪乱）による胞子の着生促進（人力・機械）	機械による攪乱では、近年確認実績のなかった地点で、シャントランシア体を確認された
仮説	【日陰実験】 日陰による配偶体の発生促進	配偶体・シャントランシア体ともに確認されなかった
仮説	【低温刺激実験】 低温刺激による配偶体の発生促進	配偶体・シャントランシア体ともに確認されなかった

また、既往の研究では、夏季に適度な出水があるとその年の冬には配偶体が発生しやすい²⁾とされている。これまでの安室川におけるチスジノリに関する調査により得られた、夏季における出水の状況と配偶体の確認数を図-3に示す。換算流量は、竹万水位観測所で観測した日平均水位を流量に換算したものである。チスジノリ（配偶体）が再び確認された平成16年以降の調査によると、夏季にある程度の規模以上の出水があった年（H15, 18, 19, 21）にはその年の冬には配偶体が多く確認され、出水がなかった年（H16, 17, 20, 22）には配偶体ほとんど確認されず、既往の研究を裏付ける結果が得られた。

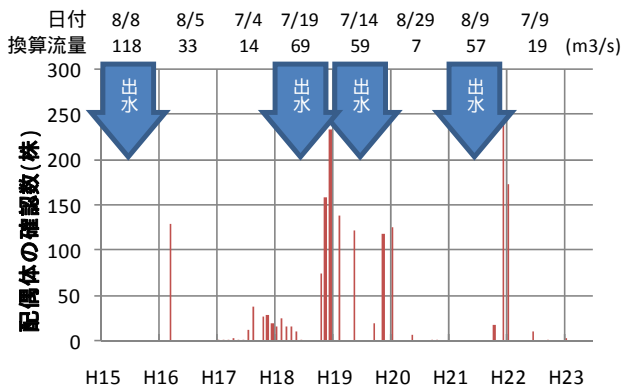


図 - 3 配偶体の確認数と出水状況

3. 安室川自然再生計画

先にも述べたとおり、安室川では、河川改修、ほ場整備および流域内の社会・経済活動の進展など、河川を取り巻く環境の変化により、湧水の減少、河床への微細粒分の堆積、瀬・淵の小規模化や消失、水質変化といった課題が生じた結果、チスジノリが生育しにくい河川環境へと変化したと推測される。また、多数の井堰群による魚類の遡上阻害、親水性の低下、ゴミの不法投棄、子供の川離れなどによる住民の川への関心の低下等も課題に挙げられる。

これらの課題等を解決するため、安室川では、平成16年10月にチスジノリを再生のシンボルとした「安室川自然再生計画」を策定した¹⁾。

3 - 1 自然再生計画の目標

安室川の抱える課題を解決するためには、治水・利水上の機能とのバランスを保ちながら、多様な生態系の保全・復元、とりわけチスジノリが生息しやすい環境を保全・復元することが必要ある。このことは、結果的に、安室川が有していた特徴的な姿を再生することにも繋がると考えられる。

また、安室川らしい河川環境を継続的に維持していくためには、地域の人々に再び川への関心を持ってもらい、川と地域との繋がりを深めることが不可欠である。

このような理由から、安室川の目指すべき姿として、次の2つの目標を設定した。

安室川の目標

安室川らしい湧水のある河川環境の再生
(チスジノリがよみがえる河川環境)
人々が川とふれあえる魅力的な場の創出

3 - 2 自然再生計画の取組方針

安室川の課題を解決するためには、流域の視点から、多面的な取り組みが不可欠となる。

具体的には、自然再生の目標を実現するための施策を、水質、水量などに代表される「水環境の改善」、河床状態、瀬・淵の分布などに代表される「河川環境(場)の改善」、川と地域の関わりを復元する「水辺の復元」に代表される複数の施策を抽出し、系統立てることによって、施策の相互関係および位置付けを把握した上で自然再生に取り組む方針としている。

自然再生の目標

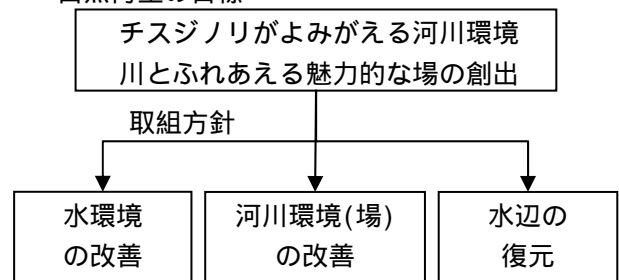


図 - 4 安室川の取組方針

3 - 3 安室川自然再生施策の概要

(1) 施策の概要

自然再生施策の推進は、河川区域内だけではなく流域の視点から幅広く施策を展開することが大切である。

このことから、実施施策については、計画策定者である河川管理者自らが実施するものと、「水利用の軽減」や「農業用の水路の改善」などの地域や関係機関などが主体的に実施すべきものとを合わせて両者ともに推進する施策を盛り込んでいる。また、施策の実現には、地域、学識、関係機関の理解と協力が不可欠であることは言うまでもない。

施策は、安室川の河川環境特性を踏まえ、上流エリア、下流エリア、中州エリアの3つに区分して実施することとし、目標とする機能毎に整備項目をとりまとめた。図 - 5 には、下流エリアにおける施策内容を挙げる。

(2) 重点施策の抽出

安室川自然再生として取り組む施策には、河川管理者が主体となって取り組む施策、主体間での調整事項の多寡が想定される施策、現時点で定量的に効果が把握されていないため、事前に調査・解析等が必要な施策、多額の事業費が必要な施策等、さまざまな要素が想定される。そこで、短期的に取り組める施策や中・長期的な取り組みが必要な施策の整理を行い、施策別に段階別の整備実施項目を設定した。

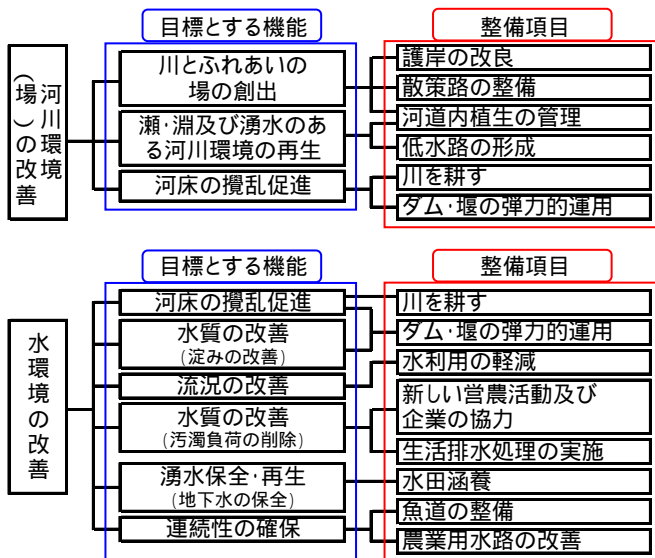


図 - 5 下流エリアにおける施策内容

河川管理者が主導して取り組むことのできる施策の中から、比較的早期に大きな効果が期待できる施策、また、効果が期待できるが、現時点で効果の度合いが明らかでないために早期段階で検証する必要がある施策、地域住民の安室川への関心を高める効果が期待できる施策等を勘案し、「チスジノリがよみがえる河川環境の再生」に関して、次の3施策を重点施策とした。

- 農業用取水堰倒伏によるフラッシュ放流
- 瀬・淵・湧水の再生（低水路の形成）
- 地域住民の参加による勉強会等の開催

4. 重点施策の取り組みおよびその効果

重点施策の目標は、安室川におけるチスジノリの生態等に関する知見等を活かし、チスジノリがよみがえる河川環境の再生とともに、安室川が有していた河川環境を再生することにある。そこで、自然再生計画に基づく重点施策を試験的に進めることにより、継続的に実施可能な具体的な施策として位置づけることができ、その効果を把握することができた。

4 - 1 農業用取水堰倒伏によるフラッシュ放流

チスジノリの生育環境の改善に資する施策として位置づけ、河川管理者が主体的に取り組む安室川のダム・堰を弾力的に運用したフラッシュ放流について述べる。

本施策は、現地における実証実験を実施し、実験結果から施策の効果を検証したうえで、フラッシュ放流実施計画書を作成し、本施策を継続的に実施することとした。



(放流前)

(放流中)

図 - 6 フラッシュ放流の状況（安室橋）

(1) フラッシュ放流施策の目的

流況が平準化している安室川の河川環境改善対策として、安室ダム及び農業用取水堰群を弾力的に運用し人工的な小規模洪水を発生させる。河床が攪乱されることで、堆積細粒分の掃流や付着藻類の剥離などが促進され、チスジノリが着床しやすい河床状況を創出するとともに、多様な生物の生息・生育環境の再生を期待する。

(2) フラッシュ放流施策の効果

現地におけるフラッシュ放流の実証実験および水理解析モデルによる検証により、以下のような結果が得られたことから、微細粒分の掃流効果及び付着藻類の剥離効果は目標値を確保できることを確認した。

目標掃流力：1.6(N)

付着藻類の剥離に必要な目標掃流力 1.6(N/m²)は、クリーンセンター前の一部地点で満たさないもの、ほぼ全区間（区間長 98%）において確保されていた。

目標流速：0.8(m/s)

フラッシュ放流の目標とした流速 0.8(m/s)は、流心部流速で評価すると、竹万橋上流部などの河道拡幅部を除けば、ほぼ全区間において確保されていることが確認できた。

フラッシュ放流継続時間：クリーンセンター下流部にて最低 1 時間以上

1 回目の放流で 10(m³/s)以上 55 分継続、2 回目の放流で 10(m³/s)以上 70 分継続とほぼ目標とする放流波形は満足できることが確認できた。

移動粒径：0.4(cm)以上

移動限界粒径は、全区間において 0.4(cm)以上となり、シルト等の微細粒子を移動させることができた。また、井堰直下や下流急縮部等の流速が大きくなる場所では、移動粒径が 5~15cm となる箇所も確認できた。

フラッシュ放流の安全性

水位上昇に係る当初は、急激な水位上昇が生ずるため、安全に対する配慮が必要であることが確認できた。

農業用水への影響

一昼夜での湛水が完了したため、農業用水への影響は少ない。

4 - 2 瀬・淵・淵の再生（低水路の形成）

チスジノリの生育環境の改善および多様な河川環境の創出に資する施策として位置づけ、河川管理者が主体的に取り組む低水路の形成施策について述べる。

本施策は、対象区間を抽出したうえで、試験的に実施し、その経過をモニタリングすることで施策の効果を検証することとしている。

（1）低水路の形成施策の概要および目的

低水路の形成施策について、その施工箇所を図 - 7 に示し、各々の施工概要および目的を以下に記す。

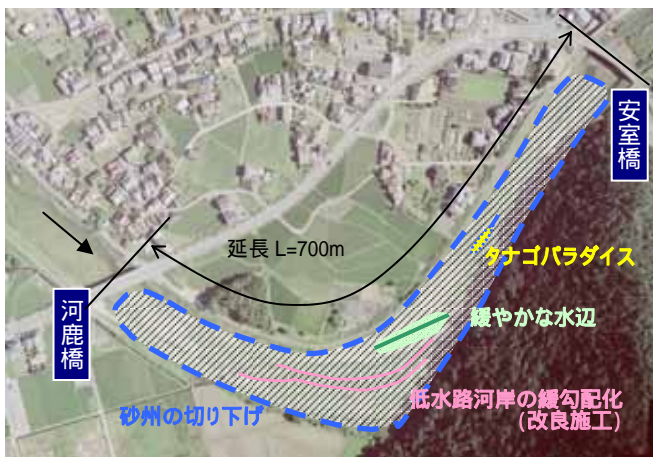


図 - 7 試験施工区間（河鹿橋～安室橋）

砂州の切り下げ

計画高水流量を流下できる河積を確保することを基本に、砂州の陸域化および外来植物の侵入がない状態を再生し、水辺の植生を復元するとともに、表面の土砂を動き易くするために、対象区間全域での砂州の切り下げを行っている。（図 - 8）

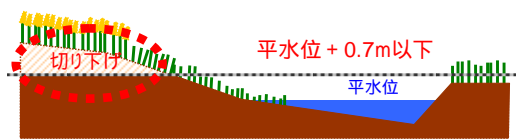


図 - 8 砂州切り下げ施工断面（イメージ図）

緩やかな水辺（たまり）の形成

平面二次元非定常流解析の結果から、洪水時の摩擦速度〔植生抵抗 + 底面摩擦〕が相対的に小さい湾曲部内岸側にたまりを形成し、その下流部を本川と接続している。敷高は、直下流の床固め工の背水により常時湛水する高さとしている。さらに、法勾配は極力緩く（平均 1:25）することで広くて緩やかな水陸移行帯を確保し、緩やかな水辺に繁茂する植生を再生する。（図 - 9）

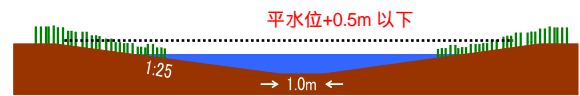


図 - 9 緩やかな水辺の施工断面（イメージ図）

タナゴパラダイス（たまり）の形成

水の流れがない場所を好むタナゴ等の生息空間の形成のため、高水敷の一部を掘り下げ、たまりと本川を接続している。（図 - 10）

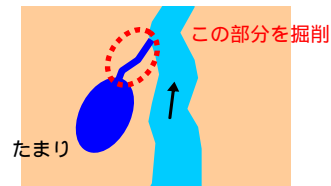


図 - 10 タナゴパラダイスの施工平面（イメージ図）

現況河道の維持と低水路河岸の緩勾配化

砂州の切り下げを行った現況河道をもとに、安室川本来の営力を維持しつつ、河道形状に変化を促すために、低水路河岸を緩勾配化（10割）する。また、かつては湾曲部の山際に河道があり、湧水が豊富に湧き出していた淵の存在が知られている。河床変動解析の結果、低水路を緩勾配化することにより、河道の湾曲部外側（山側）への移動が促進される傾向が見られたことから、かつての河道および淵の再生が期待される。（図 - 11）



図 - 11 低水路緩勾配化の施工断面（イメージ図）

（2）低水路の形成施策の効果

砂州の切り下げ

植生群落別の繁茂面積、および群落数の経年変化を図 - 12,13 に示す。種の変化として、当初、ツルヨシ群集（主要4群落）で覆われ比較的単調であった植生が、試験施工後に多様化していることが確認でき、切り下げによる効果とともに、現時点では良好な状態にあると判断した。

また、切り下げ箇所にも極端な堆積や侵食は見られなかった。

緩やかな水辺（たまり）の形成

植生群落別の繁茂面積、および群落数の経年変化を図 - 14,15 に示す。種の変化として、当初、ツルヨシ群集（主要4群落）で覆われ比較的単調であったが、目標とした水辺に生育する群落（流水辺一年生草本や

低層湿原)が増加傾向であることから、現時点では良好な状態にあるものと判断した。特に、切り下げ時の目標として設定した立地条件(緩やかな水辺の植生「砂州高 平水位+0.5m」)において、ヤナギタデ群落やイ

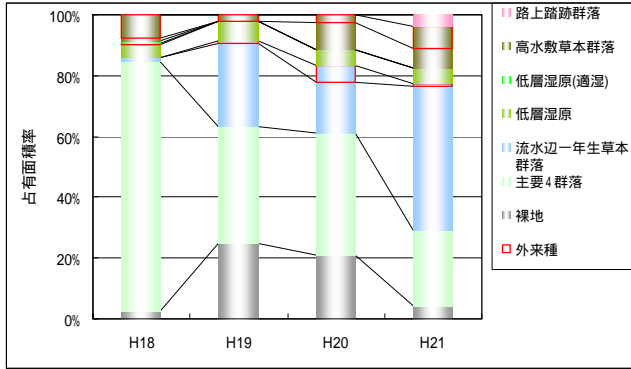


図 - 12 植生群落の面積占有率の経年変化

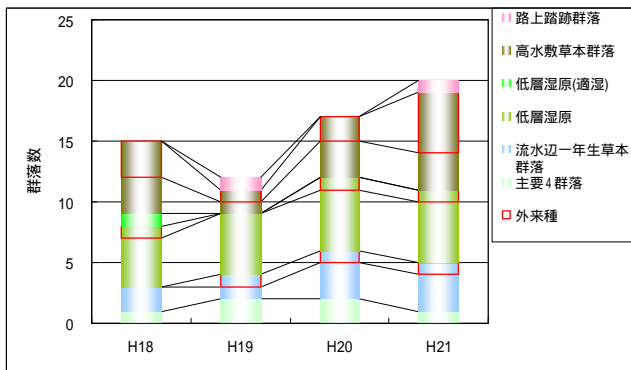


図 - 13 植生群落数の経年変化

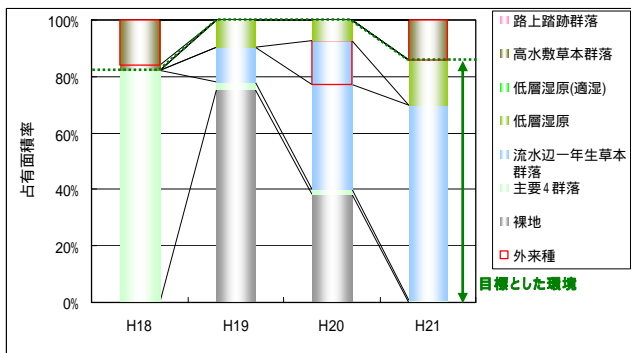


図 - 14 植生群落の面積占有率の経年変化

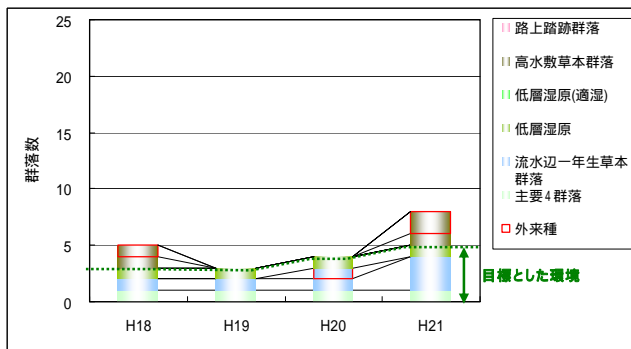


図 - 15 植生群落数の経年変化

群落といった流れの緩やかな水辺に繁茂し易い植生が多く見られ、たまりの形成による効果と判断した。しかし、平成 21 年度調査では乾燥地に繁茂する植生(高水敷草本群落)の増加が確認されており、一部エリアにおける乾燥化の進行(土砂堆積)が想定される。

また、たまりに極端な堆積や侵食は見られなかった。タナゴパラダイス(たまり)の形成

タナゴパラダイス 1, 2 における魚類調査の結果を図 - 16, 17 に示す。安定して 10 種類前後の魚類が確認され、タナゴ類では、タイリクバラタナゴが全体の優占種となっていた。

また、たまりの形状や水深に大きな変化は見られなかった。

現況河道の維持と低水路河岸の緩勾配化

試験施工後の横断測量がないため、河道形状の定量把握はできないものの、現地では河道内に瀬・淵の発達を確認することができ、これまで固定されていたみお筋が自由に動いている状況が確認できた。また、低水路の緩勾配化により、現河道が湾曲部外側へ移動している(かつての河道に近づいている)状況が現地で伺われ、今後も繰り返し、緩勾配化を行うことにより、かつての河道の再生を促進できると判断した(図 - 18)。

ただし、今後の緩勾配化の際には、最終的な目標である山側の淵の再生や土砂堆積の緩和と土砂移動の活性化、ハビタットとしての切り立った河岸の重要性を認識しつつ、再度、緩勾配化を行うか判断をしていく必要がある。

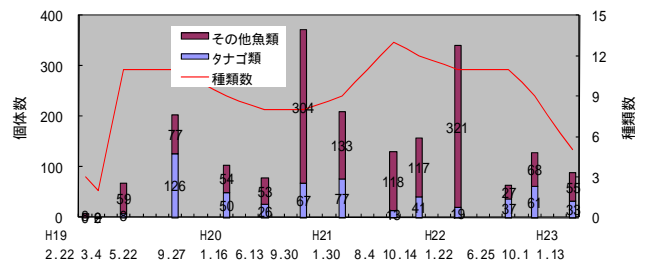


図 - 16 タナゴパラダイス 1 の魚類調査結果

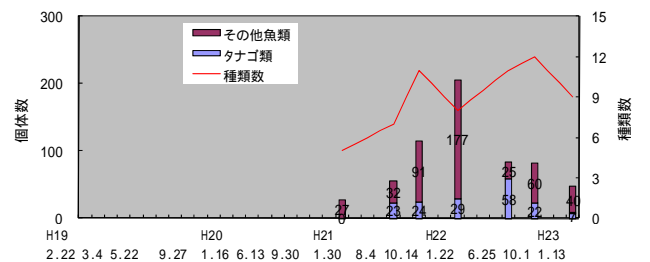


図 - 17 タナゴパラダイス 2 の魚類調査結果



図 - 18 改良施工区間

4 - 3 地域住民の参加による勉強会等の開催

地域住民の参加による勉強会として実施している「川を耕す・磨く」イベント等について述べる。

本施策は、チスジノリの生育環境の改善および地域住民との連携に資する施策として位置づけられ、地域住民が主体的に取り組むことが可能な施策である。これまで、地域住民等との連携のもと実施してきた施策であるが、河川管理者や地元自治体による支援のもと、地域住民との連携により、今後の継続的な実施の見通しを立てることができた。

(1) 「川を耕す・磨く」イベント等

山野里なんでも体験隊が中心となっていて行われている「川を耕す・磨く」イベントは、チスジノリの生育環境の改善（河床の攪乱）を子どもたちの手により引き起こす施策であるが、特に、子どもたちが安全に川とふれあい、その楽しさを体験することに重点を置かれた施策である。子どもたちの手による「川を耕す・磨く」は、安全を考慮したうえで場所を選定しており、効果は確認されていない段階である。

また、上郡中学校科学部は、現地にてチスジノリのモニタリング調査・研究やその成果を含めたチスジノリの見学会を行い、地域住民への広報が行われている。

(2) 地域住民等によるモニタリング等

上郡中学校科学部によるチスジノリのモニタリング調査・研究は、対外的にも多くの成果があがっている。

また、「川を耕す・磨く」イベント内において、タナゴパラダイス内の簡易な魚類調査を試験的に実施し、河川管理者による調査と同様に、タナゴ類が確認された他、上位優占種（オイカワ、カワムツ類）も確認されたことから、本調査が妥当であると判断した。

(3) 安室川自然再生懇談会

安室川における自然再生の継続的な取り組みや長期的な河川環境の変化の把握を行っていくには、地域住民や河川管理者、地元自治体等が連携していくことが重要である。これまで、山野里なんでも体験隊による「川を耕す・磨く」イベント、上郡中学校科学部による「チスジノリ調査」や「チスジノリ見学会」は行わ

れてきたが、今後はこれらの取り組みが継続・発展していくことが必要である。

今後は、上郡土木事務所が事務局を務めるものの、「安室川自然再生懇談会」を中心として、「山野里なんでも体験隊」や「上郡中学校科学部」のほか、いろいろな活動団体が活動を行えるよう、各行政機関が支援をしていく体制とした。



図 - 19 実施体制のイメージ図

5 . おわりに

これから長い時間と多くの手間をかけて安室川の自然再生を実現させていくことになる。現在のところ、「川を耕す・磨く」は、子どもたちを対象としたイベントの中の1つの取り組みとして実施しているものである。今後も、その取り組みが継続して実施されることが望まれるが、「安室川自然再生懇談会」による活動や行政機関等による支援により、子供たちだけでなく、大人への活動、さらに、上郡町内全体の取り組みとして浸透し、活動が広がっていくことにより、安室川の自然再生がより実現可能なものになっていくと考えられる。

なお、本報告のとりまとめにあたり、「安室川自然再生計画検討会」の委員および関係行政機関の方々に、ご指導および有益なご助言をいただきました。ここに厚くお礼申し上げます。

<参考文献>

- 1) 辻光浩, 他: チスジノリがよみがえる川づくり(兵庫県安室川), リバーフロント研究所報告第15号, 2004.9
- 2) 佐藤裕司, 他: 兵庫県上郡町・安室川における淡水産紅藻チスジノリ配偶体の出現 特に河川の流量変化との関係について. 陸水学雑誌 67, pp.127-133, 2006年