

円山川本川上流部のカワラハハコ群落再生の検討

Consideration of the regeneration of *Anaphalis margaritacea* var. *yedoensis* in the upstream of the main stem of the Maruyama river

自然環境グループ 研 究 員 蔭山 一人
自然環境グループ 次 長 都築 隆禎
自然環境グループ 研 究 員 菊地 則雄

本稿は、令和元年度から令和2年度にかけて実施した、円山川本川上流部でのカワラハハコ群落の再生実験の概要と、その結果について報告するものである。

円山川では平成17年11月に、治水・利水上の機能を考慮しつつ、河川における豊かな自然環境の保全・再生・創出を図るため、国と兵庫県による「円山川水系自然再生計画書」が策定されており、礫河原は保全対象として位置づけられている。礫河原には指標種となるカワラハハコ群落が成立しているが、平成22年度までは、赤崎(26.8~27.0KP)や浅倉(25.9KP)などの上流域を中心に確認されていた。外来植生の侵入等により生育範囲が減少している状況で、2回の大きな出水を受け、多数の生育個体が流出し、現在では中郷~野々庄(19.2~19.8KP)の左右岸2地区を中心に確認されているのみで、絶滅の危機に瀕している。

カワラハハコの分布状況を踏まえた保全・再生のあり方については、円山川に生育する個体の種子の保存、カワラハハコ群落の再生の2つがある。種子の保存については、現存する生育個体から採取し、一年以上保存した種子から発芽、生長が見られ、発芽能力を有することが確かめられた。群落の再生については、再生実験により移植用ポット苗の育成や現地移植手法を検証した結果、越冬後も継続して生育が確認できた。また、現地への直接播種により、発芽、生長を確認したことから、礫河原への直接播種による群落再生の可能性が確認された。

キーワード：円山川、重要種移植、重要種保全、自然再生、再生実験、地域連携、モニタリング、カワラハハコ

This paper is the report on the overview and results of the regeneration experiment concerning the *Anaphalis margaritacea* var. *yedoensis* in the upstream of the main stem of the Maruyama river conducted from 2019 to 2020.

Regarding the Maruyama river, in November 2005, gravel-bed rivers were positioned as a conservation target by the “Natural regeneration plan for Maruyama river”, which was presented by the government and Hyogo prefecture, in order to conserve, regenerate, and create a rich natural environment for the river while taking the flood control/water utilization functions into consideration.

While the *Anaphalis margaritacea* var. *yedoensis* is established as the indicator species in the gravel-bed rivers, until 2010, Akazaki (26.8~27.0KP) and Asakura(25.9KP) were also found mainly upstream. With the decrease of habitat area due to the invasion of exotic vegetation and the outflow of many plants due to 2 large water flows, they are currently only found mainly in both banks of 2 areas between Nakanogo~Nonosho (19.2~19.8KP) and are on the verge of extinction.

Regarding the condition of conservation/regeneration according to the distribution of *Anaphalis margaritacea* var. *yedoensis*, there are 2 ways including the preservation of individual seeds growing along the Maruyama River and the regeneration of *Anaphalis margaritacea* var. *yedoensis*. For seed preservation, existing seeds were collected and the germination ability of a seed preserved for over a year was confirmed after it germinated and grew. Concerning colony regeneration, continuous overwinter growth was confirmed as a result of the growth transplant pot seed by means of the regeneration experiment and the on-site transplant method. In addition, the possibility of colony regeneration by directly sowing in the gravel-bed river was confirmed after germination and growth was seen after directly sowing at the target site.

Keywords: Maruyama river, transplant of principal species, conservation of principal species, natural regeneration, regeneration experiment, community cooperation, monitoring, *Anaphalis margaritacea* var. *yedoensis*

1. はじめに

円山川は、朝来市生野町円山を水源として、山間部を流れた後、豊岡盆地をゆるやかに蛇行しながら流れ、豊岡市の津居山で日本海に注ぐ一級河川である。河床勾配は出石川合流点を境に、下流側は非常に緩く汽水域が発達する一方、上流側は急となっており、流れが蛇行して、瀬・淵や砂礫河原が見られる。



図－1 円山川流域図

豊岡盆地は、国の天然記念物であるコウノトリの我が国最後の生息地であり、現在では「県立コウノトリの郷公園」において、飼育下での保護増殖が行われ、周辺では環境に配慮した農業施策が行われる等、コウノトリをシンボルとした地域づくりが進められている。

一方、円山川では、河川からの氾濫によりたびたび浸水被害が発生しており、河川改修や築堤等の治水事業が長年実施されている。近年では、昭和34年の伊勢湾台風、平成2年の秋雨前線と台風第19号、平成16年の台風第23号による浸水被害が発生している。中でも、平成16年の台風第23号の豪雨では、円山川、出石川の堤防が決壊し、甚大な浸水被害が発生し、河川改修の必要性を改めて浮き彫りにした。

円山川水系においては、兵庫県が平成15年1月から地域の代表者や学識者とともに「円山川水系自然再生計画検討委員会」を立ち上げ、翌年度からは国土交通省も参加して、地域との連携を重視した自然再生計画の策定に本格的に取り組んでいる。平成16年の浸水被害も踏まえ、より一層の治水、利水上の機能を考量し

つつ、河川における豊かな自然環境の保全・再生・創出を図っていくための計画について、「円山川水系自然再生計画検討委員会」の検討を経て、平成17年11月に「円山川水系自然再生計画」が策定された。



写真－1 平成16年台風第23号による浸水状況

自然再生計画については、コウノトリの野生復帰に向けた取組みの広がりや、オオサンショウウオの生息状況から、対象区域拡大の変更計画を策定している(第1回変更)。さらに、河川激甚災害対策特別事業の完成や円山川水系河川整備計画(国管理区間)の策定を契機として、これまでの事業の実施状況や環境モニタリング調査の分析評価結果を踏まえて、保全・再生区域や湿地再生の改善等について従前計画の時点更新を行っている。

時点更新した計画では、「特徴的な自然環境の保全・再生・創出」における保全箇所の見直しと、「湿地環境の再生・創出」における湿地再生手法の改善に関する見直しがなされている。このうち、「特徴的な自然環境の保全・再生・創出」の中では、上流保全区域の礫河原の保全・再生の方針が示されている。直轄上流端(18.0～26.6KP)では、湾曲部の内岸側に砂礫河原(自然裸地)が分布し、特定の砂礫河原には、砂礫河原固有の植物であるカワラハハコ(兵庫県RDB Bランクに指定)が群落を形成している。

カワラハハコについては、経年的な調査が実施されており、平成22年度までは、赤崎(26.8～27.0KP)や浅倉(25.9KP)などの上流域を中心に、個体の増減があるものの継続して確認されており、円山川では長期的に見て安定して生育しているものと考えられた。しかしながら、平成23年度以降は、外来植生の侵入等により生育範囲が減少している状況で、2回の大きな出水を受け、多数の個体が流出し、現在では中郷～野々庄(19.2～19.8KP)の左右岸2地区を中心に確認されているのみとなり、絶滅の危機に瀕している。

再生計画では、カワラハハコが生育する砂礫河原は、

地形、河床材料、生物の生息・生育状況のモニタリングを通じて、流下能力確保対策や、沿川住民の河川利用などによる影響を把握しつつ、必要に応じて代替等の措置を講じることとなっている。

カワラハハコの生育環境保全においては、礫河原環境の保全を必要条件とすれば、種子供給源の確保が充分条件となると考えられる。これらは、「ハード的対策として礫河原環境保全」、「ソフト的対策として種子供給源確保」であり、礫河原環境保全については、円山川水系河川整備計画¹⁾で具体的な改善策が示されている。一方、種子供給源の確保については、生育状況のモニタリング以外の具体的な方針がないのが現状で、平成30年度の技術部会でも「近年の分布状況を踏まえた保全・再生のあり方について検討する必要がある。」と評価されている。

本稿では、カワラハハコの種子供給源確保の具体的な方針を検討する中で、令和元年度から令和2年度に実施した、カワラハハコ群落再生実験について報告するものである。

2. 概要

カワラハハコ群落の再生を行う上で、重要となる種子供給源確保については、次の2点が挙げられる。

- ①カワラハハコ種子の保存
- ②カワラハハコ群落の再生

このうち①の種子の保存は、人為、自然由来に限らず円山川におけるカワラハハコを保全するためにも必要なものである。

②のカワラハハコ群落の再生に関しては、確立した増殖手法がないのが現状である。そこで、円山川に現存する個体から採取した種子を用いて再生実験を行い、円山川に適した手法の検討が必要であった。また、円山川水系自然再生計画書²⁾では「自然環境の保全・再生を実施していくためには、地域（自治体、学校、NPO、住民等）、関係機関、学識者等との連携が不可欠であり、整備メニュー毎に調査・計画・施工段階から、モニタリング、維持管理の各段階まで連携していく。」とあり、保全を行う上では、地域と連携した保全活動（専門家による種子保存、地域や学校と協力した採種・播種活動など）が重要となる。そのため、再生実験では地域と連携してモニタリングを実施した。

2-1 カワラハハコ種子の確保

カワラハハコは、北海道から九州の各地に分布する多年草で、川の上流から中流域の、洪水時には冠水する礫質の河原に生育する。花期は8~10月、雌雄異株で、雄株の頭花は両性花であるが、雌株はほとんどが

雌花からなる。両性花は筒状、雌花は菊花状となり形状が異なる。両性花は不稔で、種子は雌花にできる³⁾。

カワラハハコ種子の保全、および再生実験で使用する種子は、現存する生育地の中で最も多くの個体が確認されている中郷～野々庄（19.2~19.8KP）の左岸礫河原で、平成29年度、令和元年度に採取したものを使用した。種子の採取は、コウノトリ市民研究所 菅村副代表と協働で行ったものである。種子は花序に付いたまま採取し、株ごとに封筒に入れて常温と冷蔵で保存した。1頭花あたり100個前後の種子が含まれていた。



写真-2 カワラハハコの種子
(上：生育地の株 下：採取した花序)

2-2 カワラハハコ群落の再生

カワラハハコ群落の再生を行うにあたり、カワラハハコを増殖し現地へ移植する方法が考えられたが、確立した手法がないため、以下の実験によって手法の検証を行った。

(1) 種子発芽実験

現地より採取し室内で保存している種子から発芽するか、発芽した個体が生長するかを確認するため、採取した種子の一部を用いて室内で発芽実験を行った。この実験により、保存種子の発芽能力を検証するとともに、苗の生育基盤となる苗床についても検証した。

(2) 移植苗作成実験

種子発芽実験で検証した苗床を用いて、現地で移植苗の作成を行い、苗のモニタリングを行うことで、苗の生長を確認するとともに、移植の時期についても検討した。

(3) 現地移植実験

移植苗作成実験で作成した苗を円山川の現地に移植し、移植地でのモニタリングを行うことで、移植株の活着、生長を確認するとともに、移植箇所による違いについても検証を行った。

(4) 現地播種実験

育成した苗を移植する方法とは別に、現地に直接播種を行い、モニタリングを行うことで、発芽状況、生長を確認することにより、苗を作成しない手法について検証を行った。

3. カワラハハコ再生実験

3-1 種子発芽実験

(1) 方法

種子発芽実験では、生育基盤となる苗床を作成し、種子撒き出し、発芽の有無、苗の生長状況を確認するとともに、水の散布方法についても検証を行った。

生育基盤となる苗床については、河原に生育するカワラハハコの一般的な生態から、川砂や砂利を用いることも考えられたが、水はけが良すぎるため、土壌水分の管理が難しいと考えられた。そこで、土壌水分の管理が容易で、他の河川でも移植苗の作成で実績のある、市販されている培養土を用い、園芸用ビニールポットで育成する方法を採用した⁴⁾。なお、ある程度の水はけと通気性を持たせるため、ポットの底に粗い鹿沼土を2~3cmほど入れる工夫を行った。

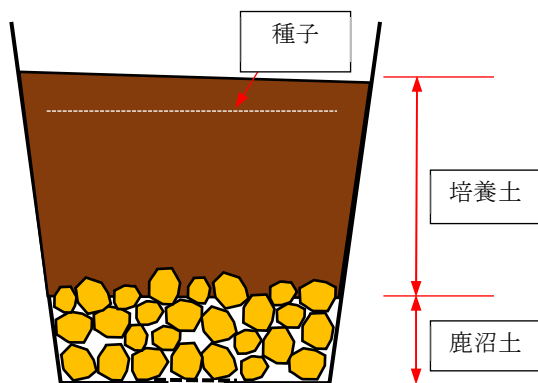


図-2 苗床イメージ

平成30年度の実験では、10株毎に分けて保存している花序から、株毎に1頭花(種子約100個分)を取り出し、1ポットに約50個播種を行い、合計20ポッ

トを作成した。水の散布方法を、1週間に1回行う(aグループ)、毎日行う(bグループ)の二つのグループに分け、各グループに8個ずつ振り分けた他、常時湿った状態(cグループ)4個で検証した(図-3)。

令和元年度の実験では、保存している花序から、無作為に1頭花を取り出し、1ポットに約100個播種を行い、合計10ポットを作成した。水の散布方法については、増水時の冠水による湿潤な環境を想定して、バットに水を張り、常時湿った状態とした。

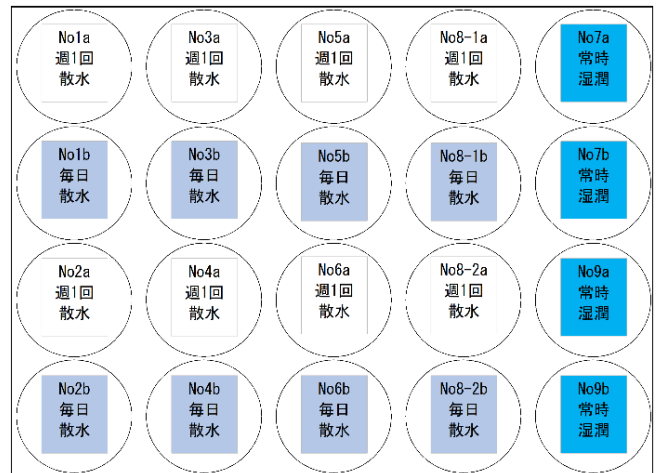


図-3 水の散布配置イメージ(令和元年度)
(共通: 表面が乾いたら霧吹きで表面を湿らせた)

(2) 結果

令和元年度の実験では、播種後11日目に発芽が確認された。播種後17日目までに発芽が確認されたポットは20ポット中3ポットで、そのうちNo1aで1株(発芽率2%)、No5aで4株(発芽率8%)、No3bで1株(発芽率2%)と非常に少ない結果であった(表-1)。発芽が非常に少なかったが、複数のポットから発芽が確認されたことから、常温で一年以上保存した種子でも発芽能力を有していることが分かった。また、園芸用ビニールポットによる苗床で発芽が確認されたことから、移植苗作成実験でも同様の方法が有効であると考えられた。

令和2年度では、播種後3日目に発芽が確認され、播種後28日目に98株となった後、徐々に枯死が見られ、播種後85日目に71株が残った。1ポット当たりの発芽率を見ると平均11%(最低6%、最大22%)であった(表-2)。

令和元年度よりも令和2年度の方が高い発芽率となっている。これは、常温で保存していた種子の他に、播種前まで冷蔵で保存していた種子も用いたことが考えられた。また、カワラハハコは雌雄異株で雄株の花は不稔であるため、発芽しないものが多かった可能性

も高い。さらに、令和元年度は土の表面の乾燥が強く、散水を行っていたが発芽個体はすぐにしおれてしまった。これに対し令和2年度は、全てのポットの水を張ったバットに入れ、全体をラップで覆うことで常時湿った環境としていた。苗床の水分条件を湿潤な状態にすることが、発芽及び苗の生育に寄与するものと考えられた。

カワラハハコは礫河原に生育し乾燥に強いと想定していたが、実験では播種から数十日間は湿潤な環境の方が適している結果となった。苗を作成する際は、常に湿潤な環境にするか、苗床が乾かない間隔で水を散布する方法がよいということが分かった。

表－1 種子発芽実験結果（令和元年度）

ポット	a			b		
	日数	発芽数	発芽率	日数	発芽数	発芽率
No1	13日	1株	2%	—	—	—
No2	—	—	—	—	—	—
No3	—	—	—	17日	1株	2%
No4	—	—	—	—	—	—
No5	11日	4株	8%	—	—	—
No6	—	—	—	—	—	—
No7	—	—	—	—	—	—
No8-1	—	—	—	—	—	—
No8-2	—	—	—	—	—	—
No9	—	—	—	—	—	—

※日数は、播種から最初に発芽した日の日数を示す。

表－2 種子発芽実験結果（令和2年度）

ポット	発芽日数	最多日数	発芽数	生育数	発芽率
K1	8日	17日	8株	3株	8%
K2	3日	21日	15株	11株	15%
K3	8日	28日	17株	15株	17%
K4	8日	21日	11株	11株	22%
K5	8日	21日	7株	0株	7%
K6	9日	28日	6株	4株	6%
K7	8日	43日	11株	8株	11%
K8	8日	14日	10株	9株	10%
K9	5日	21日	7株	3株	7%
K10	8日	14日	9株	7株	9%

※発芽日数は播種から最初に発芽した日数、最多日数は個体数が最大となった日数、発芽数は最多の数、生育数は85日目の株数を示す。
発芽率は、発芽数/100個×100で算出。

3-2 移植苗作成実験

(1) 方法

移植苗作成実験では、種子発芽実験の結果を踏まえ、移植用の苗を多数作成できるようにポット数を増やした。苗床には、種子発芽試験で用いたビニールポットと同じ規格のものを使用した。

モニタリングを行うため、作成したポットには、ポ

ット番号を振って管理を行った。モニタリングは1週間に2回、苗の状況の確認と苗の水やり等の管理を行った。

平成30年度の実験では、10株毎に分けて保存している花序を10ポットに均等に分けて播種し、合計100ポットを作成した。令和元年度の実験では、保存している花序から無作為に取り出し、1ポットに数頭花分を播種し、合計120ポットを作成した。

(2) 結果

令和元年度の実験では、播種後8日目（4月27日）にNo5で発芽が見られ、播種後15日目（5月4日）には100ポット中38ポットで発芽が確認された。株数で見ると、播種後28日目（5月17日）の時点では、No5で180株以上、No6で100株以上、No3で40株以上の発芽が見られた。一方、No8-2で8株、No1、No7、No8-1、No9で1株と少なく、No2、No4では発芽が見られなかった。

令和2年度は播種後16日目（4月3日）に発芽が見られ、30日目（4月17日）には120ポット中8ポットで発芽が確認された。93日目（6月19日）には120ポット中54ポットで発芽が確認された。株数で見ると、播種後16日目（4月3日）に13株の発芽が確認され、その後徐々に増加し、播種後47日目（5月4日）には175株となった。その後、徐々に減少傾向となり、播種後72日目（5月29日）には128株となった。

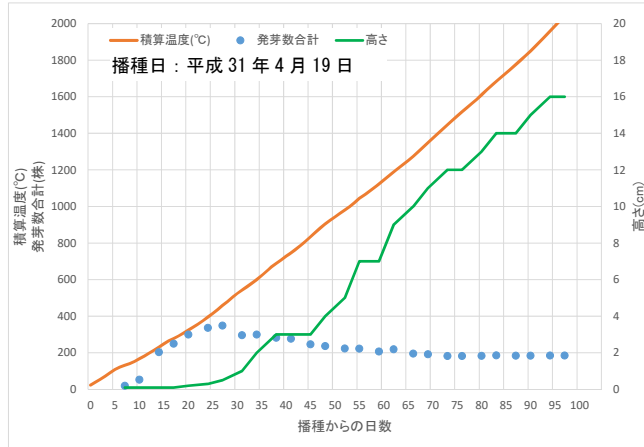
植物の発芽には気温に影響する部分があることから、気温と生長の関係を整理した（図-4、図-5）。横軸に播種した日からの日数を取り、縦軸に積算温度、発芽数合計、苗の高さをとった。なお、日数については、令和元年度は105日目、令和2年度は118日目に移植を行ったため、令和元年度に合わせて105日目までの整理とした。

積算温度⁵⁾と苗の生長の関係をみると、令和元年度は、4月19日に播種を実施してから8日後、積算温度が130℃近くで発芽が見られ、23日後に350℃を越した辺りで生長量が増加する傾向が見られた。発芽株数がピークに達した後は徐々に株数が減少し、播種後56日目付近でほぼ横ばいとなった（図-4）。

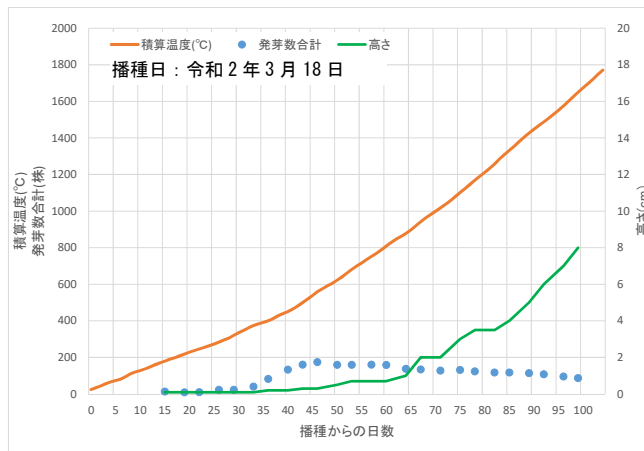
令和2年度は、播種を3月18日と令和元年度よりもひと月ほど早く実施したが、播種を実施してから16日後、積算温度が170℃近くで発芽が見られた。49日後に600℃を越した辺りで生長量が増加する傾向が見られた。令和2年度は、播種後に日平均気温が10℃を下回る日が数日あり、発芽が確認できた日までの期間の平均気温は10.6℃（令和元年度は15.1℃）と低かったことから、発芽までの日数が多くかかり、生長量にも

影響があったものと考えられる（図－5）。

実験の結果、カワラハハコの発芽は積算温度が130℃前後で見られることが分かったが、気温の低い時期に播種を行うと170℃前後にならないと発芽せず、発芽までの日数が長く、生長量も少なくなることから、移植までの管理期間が延びることがわかった。



図－4 積算温度と苗の生長の関係（令和元年度）



図－5 積算温度と苗の生長の関係（令和2年度）

カワラハハコの種子は非常に細かく、一つのポットに多数の種子を撒き出すことから、多くの芽が出ることとなり、お互いの生長を阻害する恐れが考えられたため、令和元年度の実験では、播種後98日目に株分けにより苗を増やす試みを行った。このような状態の場合、間引きにより数の調整を行うことが一般的ではあるが、重要な種であるため株分けとした。

株分けの際に根の張り方を確認したところ、枝分かれした根がポット全体に伸び、良好な状態が確認できた（写真－3）。株分け後の苗の生育も良好で、移植直前には植高が20cm以上となる苗も見られた。



写真－3 ポット苗の根の状況（令和元年度）

ポットへの播種及び苗の管理については、地元の兵庫県立大学との連携で実施しており、植物の育成が未経験者であっても、播種から移植可能な大きさまで容易に育てられることが検証できた。

3-3 現地移植実験

(1) 方法

移植苗作成実験で育てた苗が育ったことから、その苗を円山川の河川敷に移植した。移植を行う際には、円山川におけるこれまでの生育状況、種子保存と再生の観点から移植候補地を選定し、候補地の現況に合わせた移植箇所を検討し移植を実施した。

移植は、移植箇所にあらかじめ穴を掘り、そこにポットから土ごと取り出した苗を入れ、周りの土を寄せて植え付ける方法とした。

移植後は月に2回、モニタリングとして、移植株の活着、生育状況、移植地の状況を記録した。

(2) 結果

① 移植地の選定結果

カワラハハコは河川の上流から中流域の砂礫地に生育する種で、平時は乾燥し、洪水時には冠水する礫質の河原に群落を形成する¹⁾。種子や植物体が流水により下流側に運ばれ分布を広げることから、上流側の砂礫地に移植を行うことが望ましい。既往の確認箇所の現況、種子保存と再生の観点から、上記の条件に合った箇所として、群落再生の場として浅倉（25.9KP）左岸の礫河原を種子の保存の場として、出水の影響が少ない稲葉川合流点（25.8KP付近）の左岸階段ブロック（植生タイプ）の2地区を移植候補地として選定した（写真－4）。

なお、令和2年度には、コウノトリ市民研究所 菅村副代表の指導の下、地元の小学校でもカワラハハコの播種、育成を行っている。



浅倉 (25.9KP) 左岸の礫河原



稲葉川合流点左岸
階段ブロック (植生タイプ)

写真-4 移植候補地の景観



浅倉 (25.9KP) 左岸の礫河原



稲葉川合流点左岸
階段ブロック (植生タイプ)

写真-5 移植作業の状況

移植箇所については、浅倉左岸の礫河原では、水際に向かってなだらかに傾斜しており、比高の高いところにはシナダレスズメガヤが優先した植生帯が成立している。礫河原は、出水による流失が想定されることから、出水の影響が軽減できると考えられる河道内樹木の下流側の砂礫帯とその近傍の植生帯内を移植箇所とした。令和元年度は8月2日に、砂礫帯2列各5個、植生帯1列5個(計15個)を、令和2年度は7月14日に、やや下流側で砂礫帯1列10個、植生帯1列10個(計20個)を移植した。

稲葉川の左岸階段ブロックでは、真砂土の入った階段状の護岸が小段を挟み下段、上段に分かれている。下段は一部で土砂が堆積する等、出水の影響が見られたため、土砂の堆積が見られない上段を移植箇所とした。移植日は浅倉左岸の礫河原と同日で、令和元年度は、上段の下側から1段おきに5個ずつ6段の合計30個、令和2年度は、やや上流側で上段の下側から1段おきに5個ずつ6段の合計30ポットの移植を行った。

現地移植については、豊岡河川国道事務所、コウノトリ市民研究所 菅村副代表、兵庫県立大学との協働で実施した(写真-5)。

移植苗作成実験で作成した苗については、ポットから土ごと取り出し土を崩さないように植え付けることが可能であり、容易に移植を行えることが検証できた。

②モニタリング結果

浅倉左岸の礫河原での移植後のモニタリング結果は、令和元年度では、15個(3列×5個)移植したうち、移植後121日目(12月1日)には5個が生育していた(生存率:33.3%)。移植環境別に見ると、砂礫帯10個のうち3個生育(生存率:30.0%)、植生帯5個のうち2個生育(生存率:40.0%)であり、植生帯に移植した方が生存率は高かった(図-6上)。

令和2年度では、20個(2列×10個)移植したうち、移植後138日目(11月29日)には1個が生育していた(生存率:0.5%)。移植環境別に見ると、砂礫帯10個についてはすべて消失、植生帯10個のうち1個生育(生存率:10.0%)と生存率が悪かった(図-6下)。



図-6 浅倉の礫河原生育状況
(凡例: ■生育 □消失)

移植地の砂礫帯周辺には、シカによる足跡が見られた。特に令和2年度は、植生帯内にも足跡や掘り返しが見られ、移植箇所が荒らされた痕跡があり、生存率が悪かったのはこの影響が大きかったためと考えられる（写真-6）。



写真-6 シカの痕跡

稲葉川左岸階段ブロックの移植後のモニタリング結果は、令和元年度では、30個（5列6段）移植したうち、移植後121日目（12月1日）には18個が生育していた（生存率：60.0%）。移植した段のうち下側の段（1, 3, 5段目）はやや湿っており、上側の段（7, 9, 11段目）は乾燥した状況であることから、移植後121日目の結果を水分条件別に整理した。下側の段15個のうち6個が生育（生存率：40.0%）、上側の段15個のうち12個が生育（生存率：80.0%）であり、乾燥した段に移植した方が生存率は高かった（図-7上）。

令和2年度では、30個（5列6段）移植したうち、移植後138日目（11月29日）には22個が生育していた（生存率：73.3%）。令和元年度と同様に水分条件別に見ると、下側の段15個のうち10個が生育（生存率：66.7%）、上側の段15個のうち12個が生育（生存率：80.0%）であり、乾燥した段に移植した方が生存率は高かった（図-7下）。

令和元年度（121日目<R1.12月>）	
全体	18/30（生存率：60.0%）
11段目	4/5（生存率：80.0%）
9段目	4/5（生存率：80.0%）
7段目	4/5（生存率：80.0%）
5段目	2/5（生存率：40.0%）
3段目	2/5（生存率：40.0%）
1段目	2/5（生存率：40.0%）
令和2年度（138日目<R2.11月>）	
全体	22/30（生存率：73.3%）
11段目	4/5（生存率：80.0%）
9段目	5/5（生存率：100%）
7段目	3/5（生存率：60.0%）
5段目	4/5（生存率：80.0%）
3段目	2/5（生存率：40.0%）
1段目	4/5（生存率：80.0%）

図-7 稲葉川左岸階段ブロック生育状況
（凡例：■生育 □消失）

継続して生育している個体には、開花が見られた個体や主枝が枯れたものの側芽の生長が見られた個体、虫等の食害が見られた個体があった（写真-7）。開花が見られたことから、移植個体からの種子による再生産の可能が考えられる。なお、令和元年度に移植した個体に越冬形状（ロゼット）が見られ、翌年も継続して生育していることを確認しており、定着が確認された。



写真-7 継続して生育している個体の状況

3-4 現地播種実験

(1) 方法

播種に使用する種子は、令和2年度の移植苗作成実験で用いたものと同じとした。

播種する地区は、これまでにカワラハハコを移植し活着が確認されている稲葉川合流点の左岸階段ブロック（植生タイプ）とした。播種箇所は、現地移植実験で苗を移植した箇所の近傍で、上段の下側から1段間をあけて、2段目から12段目までの6段とし、令和2年3月19日に、土を耕してから直接撒き出しを行った。

播種後は月に2回、モニタリングを行い、発芽状況、生育状況、播種箇所の状況を記録した。



写真-8 播種作業の状況
(上：播種作業状況 下：播種後の状況)

(2) 結果

播種直後は他の植物はほとんど見られなかったが、その後1~3段目で徐々に植物の生長が見られた。

移植苗作成実験では播種後1週間程度で発芽が確認されていたが、現地播種実験では播種後16日目で発芽したと考えられる個体が確認された。

播種後89日目になると個体も大きくなり、2段目で1株、6段目で13株、8段目で2株、10段目で7株、12段目で7株の合計30株が確認された。播種後255日目には、2段目で2株、6段目で16株、8段目で16株、10段目で10株、12段目で6株の合計50株が生育

していた。生育している株は5cm程度まで生長しているもの、ロゼットのままのものが見られ、1株につばみが確認できた。

現地播種実験によって、発芽、生長が確認されたことから、苗を作成しないで現地への直接播種による手法が可能であることが検証できた。



写真-9 発芽個体の状況
(上：播種後89日目 下：播種後208日目)

4. まとめ

カワラハハコ種子の確保について、現存する生育地の中で最も多くの個体が確認されている地区から採取し、保存した種子から発芽することが検証できた。これにより、現存する生育個体から毎年少しずつ種子を採取保存しておくことで、種子の保全が可能であると考えられる。また、出水の影響のない箇所（稲葉川左岸階段ブロック、地元小学校等）に苗の移植を行うことにより、間接的ではあるが種子の保全を行った。

なお、発芽実験の結果から、発芽数が少ないか全く見られなかった花序があり、採取した種子に不稔の両性花を含んでいた可能性があった。カワラハハコは雌雄異株で、雄株の頭花は両性花、雌株はほとんどが雌花からなり、両性花は不稔で発芽能力がないとされているためである¹⁾。そのため、種子の確保の際は、頭花の形状を確認し、雌株の花序を採取する必要がある。

カワラハハコ群落の再生については、現地で確保し

た種子を用いて、2年間の再生実験（発芽実験、移植苗作成実験、現地移植実験）により、苗床への播種から苗の育成、現地への移植を行い、個体の活着、開花、越冬が確認できた。実験に用いた手法により、移植個体を増やすことで、群落再生への可能性が高くなると考えられる。

移植の時期については、梅雨明け直前の時期に移植を実施することが効果的であると考えられる。これは、8月上旬に移植を実施した令和元年度よりも、梅雨明け前の7月中旬に移植を行った令和2年度の方が生存率が高かったことから推測された。

現地播種実験から、直接播種による発芽・生育が確認できたことから、苗の作成という手順を踏まず、より自然に近い再生の可能性が確認できた。なお、令和元年12月に、コウノトリ市民研究所 菅村副代表が、中郷右岸の礫河原に播種を試みている。個体数等の量的な数値の記録はないが、発芽後に生長したと考えられる個体が多数確認され、播種した年に開花結実したとみられる痕跡も確認された。今後はこの知見を元に、礫河原で播種を行い、種子からカワラハハコ群落再生の可能性について検証することが考えられる。



写真-10 菅村副代表播種個体の状況
(上：播種箇所の状況 下：発芽個体の状況)

5. 今後の課題

これまでに実施したカワラハハコの再生実験では、手法の確立等の検証ができたが、下記に示す課題があり、今後の再生実験の際に留意する必要があると考えられる。

- ・種子の採取の際は、頭花の形状を確認し、雌花を多く含む花序を集める。
- ・苗の負荷を避けるため、梅雨明け直前の時期に移植が実施できるように、苗の育成時期を調整する。
- ・苗の育成には野外で栽培するため、栽培場所の確保が必要。
- ・砂礫帯での生存率が悪く、本来の生息環境である礫河原での再生産へ向けた対策が必要。
- ・播種による発芽、生長が確認できたため、礫河原への直接播種によるカワラハハコ群落再生の可能性について検証が必要。

6. おわりに

本実験で検証した手法は、地元のNPO団体、兵庫県立大学との連携で実施しており、植物の育成が未経験者であっても、播種から移植可能な大きさまで容易に育てられることができた。移植についても、土ごと苗を取り出し、土を崩さないように植え付けることで、容易に移植が行えることが検証できた。また、地元の小学校でカワラハハコの播種、育成を試みており、地域と連携した保全活動（専門家による種子保存、地域や学校と協力した採種・播種活動など）へ向けた取り組みへ発展させていくことが期待される。

本実験にあたって、国土交通省豊岡河川国道事務所各位、コウノトリ市民研究所 菅村副代表、兵庫県立大学大学院各位には、ご指導、ご助言及び実験へのご協力をいただきました。ここに厚くお礼を申し上げます。

<参考文献>

- 1) 近畿地方整備局：円山川水系整備計画，2013
- 2) 近畿地方整備局，兵庫県：円山川水系自然再生計画書，2006
- 3) 財団法人リバーフロント整備センター：川の生物図典，1996
- 4) 利根川河川事務所：地域との協働による多様性に富んだ堤防植生づくり手引書(案)，2016
- 5) 気象庁：アメダス，豊岡の平均気温