

# 長安ロダム改造事業における 貴重植物キンランの環境保全措置について

那賀川河川事務所 開発工務課 武田 侑大  
課長 三野 和志  
係長 三好 正晃

長安ロダム改造事業では、移植等による保全が困難とされていたラン科の貴重植物キンランの環境保全措置を平成24年度から実施してきた。キンランの生育には、樹木、菌根菌との三者共生が必要であり、三者共生を維持又は再構築して移植することを重視して取り組むとともに、移植の手法、時期、場所等を分散させたリスク管理も計画に取り入れて保全を行った。また、移植だけでなく、移植個体の養生管理や種子増殖にも取り組み、個体数を増加させた。結果として、令和3年度時点で環境保全措置の生育目標値を上回る個体が野外で生育していることが確認された。なお、キンランの環境保全措置が成功した事例はダムや河川事業では初である。

キーワード ダム再開発、植物の環境保全措置、キンラン、三者共生、移植、養生、種子増殖

## 1. はじめに

### (1) 那賀川流域及び長安ロダム改造工事の概要

那賀川は徳島県南部に位置する、幹川流路延長125km、流域面積874km<sup>2</sup>の一級河川である。長安ロダムは、那賀川の約65kmに位置する多目的ダムであり、洪水調節能力の増強等を目的とした、国内最大規模となる堤体切削、洪水吐ゲート増設等の長安ロダム改造工事が令和2年度まで行われ、同年度に運用が開始されている。

### (2) 貴重植物における環境保全措置の概要

長安ロダム改造事業の実施にあたり、平成20年度～21年度にかけて自然環境・生活環境に関する現地調査及び環境影響検討が実施され、平成21年度末に環境影響検討の審議結果を環境レポートとしてとりまとめた。この審議結果を踏まえ、平成22年度以降には長安ロダム環境モニタリング検討委員会において学識経験者からの助言等を得ながら、表-1に示す7種の貴重植物を対象に環境保全措置等に取り組んでいる。令和3年度時点において、ナンゴクウラシマソウ、キンラン、ムギラン、ハルノタムラソウ、ナカガワノギクの5種については、移植個体の定着などが確認できたため、環境保全措置等を完了した。一方、ギンラン、ウチョウランについては、環境保全措置を継続中である。

令和元年度技術・業務研究会「長安ロダム改造事業における貴重植物への配慮について」においては、貴重植物全般の環境保全措置等の取り組み概要を報告したため、本論文では保全が特に難しいとされていたキンランの取り組み内容を対象に、その後の調査結果を更新し、環境

保全措置の成果を紹介する。

表-1 植物保全の対象種及び内容

対象種	保全 <sup>*1</sup>	配慮 <sup>*2</sup>	令和4年度時点における取り組み結果
ナンゴクウラシマソウ	●		完了：野外への移植が成功
キンラン	●		完了：野外への移植・播種が成功
ギンラン		●	継続中：工事区域周辺での生育状況を監視中
ウチョウラン	●		継続中：野外への移植を実施中
ムギラン	●		完了：野外への移植が成功
ハルノタムラソウ	●		完了：工事による変化は見られず、監視を完了
ナカガワノギク		●	完了：工事等による変化は見られず、監視を完了

\*1 保全：環境保全措置として実施

\*2 配慮：環境配慮事項として実施

## 2. キンランの環境保全措置の取り組みと成果

### (1) キンランの特徴と保全の難しさ

キンランは、環境省レッドリスト及び徳島県レッドリストで絶滅危惧Ⅱ類（絶滅の危険が増大している種）に指定され、ダム、道路などの公共事業において保全対象とされることが多い。

本種は図-1に示すように「三者共生」が生育に必要である。キンランの三者共生とは、根に共生する菌根菌を介して、樹木（ブナ科植物）の根から栄養を得て成長するという関係であり（このような生態を持つ植物は「菌従属栄養植物」と呼ばれる）、一般的な植物が光合成により自ら栄養を蓄えて生育できることと異なっている。このため、移植によって共生関係が分断されると十分な養分供給がなくなって衰退し、2～3年程度は出芽できるが、通常、養分を使い果たして消失する。

これらから、本種の保全における重要なポイントの一つは、共生関係を維持した状態で移植等を行うか、移植により分断された共生関係を再構築することにある。

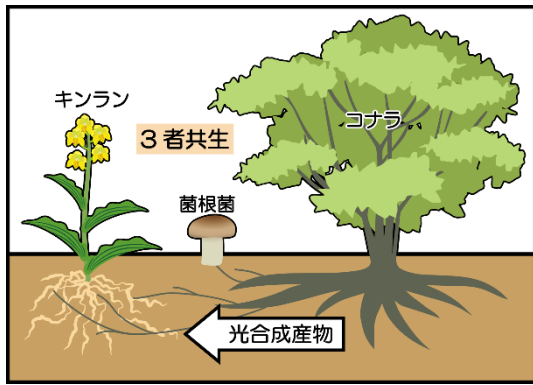


図-1 三者共生のイメージ図

このほか、三者共生という生態をもつ本種の増殖は、室内での無菌培養等による特殊な栽培技術で行われることが一般的であり、種子を自然下に播いて新個体を発生させた報告事例が近年までなく、種子からの増殖も難しいと考えられた。さらに、本種はランミモグリバエ類による種子食害が顕著であることも知られており、自然下において安定して種子を得ることも困難であった。

## (2) 環境保全措置の構成

キンランの環境保全措置は、移植（野外から野外への移動）に加え、養生管理、種子増殖の組み合わせで取り組んだ。

養生管理は、保全対象個体を一時的に植木鉢に植え付け、ダム管理所敷地内で水管理、病害虫の管理等を行う手法であり、自生地からの掘り取り時に受けた根のダメージを回復させ、健全な状態で野外へ移植する準備として実施した。さらに、植木鉢で管理することで、先に野外に移植した個体の活着状況をモニタリング調査し、生育環境として適した移植先を見定めることにもなり、移植の成功率を高めることにつながるとも考えた。

種子増殖は、種子を採取して野外へ播種する手法である。移植による保全が上手く行かない場合等のリスク分散手法として設定し、平成26年度から取り組んだ。

## (3) 移植及び養生管理による保全

### a) 移植及び養生管理にあたっての準備

移植及び養生管理の実施にあたり、その準備として三者共生の再構築を目的に保全対象個体の近傍にブナ科樹木を植え付けた。ブナ科樹木の植え付けは、平成24年度、平成25年度には、野外から掘り取った幼木をキンランの周囲に植え付けた（図-2）ほか、平成27年度から令和元年度にかけてはブナ科樹木の種子（堅果：ドングリ）を採取して苗木を育成し、植え付けに用いた（図-3）。

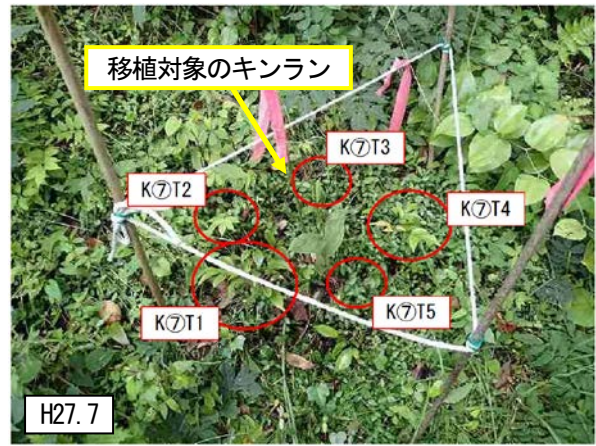


図-2 ブナ科植物の幼木の植え付け状況（赤色の丸印）



図-3 ドングリの採取状況（左）及び苗木育成状況（右）

### b) 移植先、移植方法などの検討

移植先については、平成23年度にキンランの生育地と類似した植生や環境条件等を比較検討し、6箇所の移植候補地を抽出した。このうち、生育環境が特に合致した2箇所（移植先K-②、K-⑥）を選定し、学識経験者の現地指導を得て決定した。また、平成25年度にはさらなるリスク分散として4箇所の移植先を抽出し、うち1箇所（移植先K-⑦）を追加で設定した。以後、3箇所の移植先で環境保全措置を進めることとした。

移植方法については、保全対象個体の近傍に事前に植え付けたブナ科植物と一緒に広く掘り取り（50cm四方程度）、共生している菌根菌が含まれる土壌環境の攪乱をできるだけ抑え、土壌とともに移動させた（図-4）。



図-4 キンランの移植状況

c) 移植個体の出芽状況

移植後の出芽状況の経年変化を表-2に示す。平成24年度、平成25年度に野外から野外へと移植した個体①～⑩については、平成26年度に8個体、平成27年度に4個体が出芽したが、平成28年度以降は出芽せず、出芽年数は最長でも3年に留まった。一方、平成27年度に移植した個体⑫は、移植時以降も近傍に植え付けたブナ科苗木とともに順調に生育しており（図-5）、令和3年度まで移植後6年間連続で出芽及び開花も確認され、移植後の三者共生の再構築に成功したと考えられる。

表-2 移植個体，養生個体の出芽状況

移植先	個体No.	出芽年										出芽年数
		H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3		
移植先K-②	①	○	○	○								3
	②											0
	③	○	○									2
	④			○								1
	⑤		○									1
	⑥								○	○		2
移植先K-⑥	⑦	▽	○									2
	⑧	▽	○									2
移植先K-⑦	⑨		○	○								2
	⑩		○									1
	⑪		○	○								2
	⑫		H27移植	→	○	○	○	○	○	○	○	6
	⑬							R1移植	→			0
養生個体 ※R1からR3 かけて移植先 K-⑦へ移植	⑭							R2移植	→			0
	⑮		○	○	○	○	▽	○	○	○	8	
	⑯											0
	⑰		○	○		○				R3移植	→	3
	⑱		○					R1移植	→			1
	⑲					○2	○	○4	○3	○3	○2	6

注1)  : H24年度移植個体  : H25年度移植個体  : H27年度移植個体  
 注2) ○: 出芽を確認 △: 出芽したが食害等により展葉前に消失  
 注3) 個体No.⑬の○印に付けた数字は増加した出芽個体数を示す



図-5 令和3年度における移植個体⑫の生育状況

d) 養生個体の出芽状況

養生個体の出芽状況の経年変化も前出の表-2に示す通りであり、移植を行った年度まで養生管理下で出芽が確認された個体は⑮、⑲であった。養生個体の野外への移植は、令和元年度から令和3年度にかけて3箇年に分散して実施した。移植先は、移植個体⑫の順調な活着が確認された移植先K-⑦が選定された。

養生個体⑮は、養生管理下において7年連続で出芽し、令和2年度（R3.3.8）に移植された後、令和3年度も出芽した。また、養生個体⑲は、養生管理下で4年連続で出芽し、令和元年度（R2.2.27）に移植された後も令和3年度まで連続して出芽し、計6年連続であった。また、当個体は移植後の令和2年度、令和3年度ともに開花し、令

和3年度は結実して（図-6）、種子を散布した。

このように、養生個体⑮、⑲は、野外への移植後も順調に生育しており、植木鉢の中で再構築された三者共生が保たれた状態で移植できたと考えられる。



図-6 養生管理下の⑮（左）及び移植後の結実状況（右）

(4) 種子増殖による保全

a) 種子採取のための処理及び採取された種子粒数

種子増殖は、移植による保全のリスク分散として平成26年度から取り組んだ。本種は、前述のとおり、移植が難しい上に(1)自然状態で受粉しにくい、(2)受粉しても果実内の種子が高頻度で食害される、(3)ごく微細な種子で発芽しにくいといった特性がある。これらの課題に対処するため、(1)には「人工受粉」、(2)には「果実への袋かけ処理」、(3)には「播種試験」を行った。

「人工受粉」は、4月下旬～5月上旬に開花するタイミングを見計らって現地に通い、開花した個体からピンセットで花粉を採取し、自家受粉とならないように他の個体の雌しべへと付着させることにより行った。「果実への袋かけ処理」は、人工受粉後に花全体を不織布（通気性が良く、内部が蒸れずに腐敗しにくい）で覆う処置であり（図7の左）、食害するランミモグリバエ類が果実に産卵できないようにした。「播種試験」にあたり、播種に適する成熟した種子を得るため、受粉後約150日間となる9月下旬～10月上旬に果実を採取し、乾燥後に種子を取り出した（図7の右）。



図-7 袋かけ処理（左）及び採取種子の状況（右）

播種試験は、キンランの発芽に適する土壌条件と場所を選定して実施した。具体的な播種の方法としては、玉川大学農学部の山崎旬教授が考案<sup>1)</sup>した種子スティック（図-8の写真）を作成し、種子の発芽に適するとされる地中5～10cmに一定の深さで埋設した。種子スティックは、播種が効率的に行えるように10cm程度の木製棒に両面テープを貼り、片側に数千粒のキンラン種子を接着させたものであり、山崎教授に直接指導を得て採用し

た。播種試験は平成 26 年度から令和元年度まで行い、この間に重量による推定で合計 43 万 6 千粒程度の種子が得られた (図-8)。

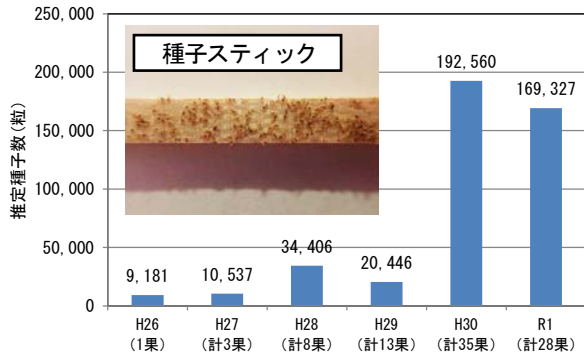


図-8 採取した推定種子粒数と種子スティックの状況

### b) 播種試験による出芽状況

播種試験箇所におけるモニタリング調査の結果、令和元年度に5個体 (図-9)、令和2年度に7個体、令和3年度にも7個体の播種由来の出芽が確認された。令和元年度の5個体は平成28年度に播種した箇所から出芽し、令和2年度以後に増加した2個体は、平成27年度と平成30年度の播種箇所からそれぞれ出芽した。

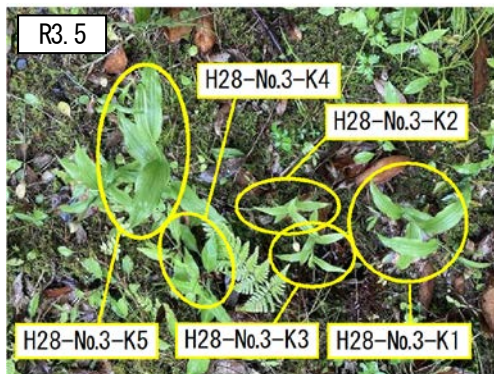


図-9 調平成28年度の播種試験箇所が発芽した5個体

平成28年度の播種箇所が発芽した個体について、令和元年度から令和3年度までの生育状況の変化を表-3に示す。植物高の平均値は令和元年度の11.8cmから令和3年度には23.6cmに増加した。また、開花については、令和

表-3 平成28年度の播種箇所が発芽した個体の生育状況

個体No.	令和元年度		令和2年度		令和3年度	
	植物高 (cm)	開花状況	植物高 (cm)	開花状況	植物高 (cm)	開花状況
H28-No.3-K1	8.5	なし	10.0	なし	23.0	3花
H28-No.3-K2	7.5	なし	12.5	なし	15.0	1花
H28-No.3-K3	6.0	なし	10.0	なし	19.5	3花
H28-No.3-K4	23.5	なし	18.0	1花	30.0	5花
H28-No.3-K5	13.5	なし	31.0	5花	30.5	6花
平均値又は開花個体数	11.8	開花なし	16.3	2個体開花	23.6	5個体開花

元年度には見られなかったものの、令和2年度に2個体が、令和3年度は全個体が開花し、順調な生育が確認された。

### 3. 環境保全措置の成果

長安ロダム改造事業におけるキンランの環境保全措置の成果を図-10に示す。平成25年度以前に確認されていた19個体の7割以上の個体が野外に生残していることを環境保全措置の生育目標値として設定し、保全に取り組んできた。取り組みを始めた当初から、移植による保全が困難であることが想定され、一時は8個体まで減少したが、養生管理や種子増殖も含めた長期的、継続的な取り組みにより、令和元年度以降には生育目標値となる14個体を上回る成果につなげることができたと考えられる。

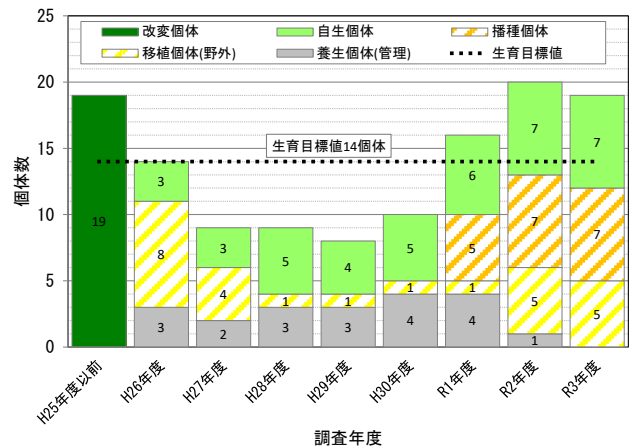


図-10 キンランの生育個体の推移と環境保全措置の成果

### 4. おわりに

長安ロダム改造事業では、移植による保全が困難とされるラン科の貴重植物キンランの環境保全措置を進めてきた。保全に着手した当初は情報も少ない中で、リスク管理 (時期, 場所, 手法の分散) と順応的管理を取り入れたモニタリング計画を策定し、学識経験者の協力を得ながら、地道で粘り強い対応を長期にわたって実施してきたことが、本種の保全につながったと考えられる。

謝辞：本取組の保全措置にあたり、徳島県植物誌研究会の木下先生をはじめとする学識者の皆様にはご助言・ご協力いただきましたこと深く感謝申し上げます。

### 5. 参考文献

- 1) 自生地復元を目的としたラン科植物の種子繁殖法の検討 —種子スティックによるキンランの野外播種の効果— 山崎ら2018