

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

那賀川河川事務所 開発工務課 守田 銀二
那賀川河川事務所 開発工務課 課長 南本 秀行
那賀川河川事務所 開発工務課 係長 朝山 千春

長安ロダムでは、洪水調節能力の増強等を目的にダム改造事業が進められている。事業の実施に先立ち、平成21年度にダム改造事業に関する環境影響評価を行った結果、貴重な植物についての保全が必要となり、現在も保全に取り組んでいる。本報告では、長安ロダム改造事業における貴重な植物の保全の取り組み状況及び、今後の各種事業における植物保全の参考技術として紹介する。

キーワード ダム再開発、植物の保全、移植

1. はじめに

(1) 那賀川流域及び長安ロダム改造事業の概要

那賀川は徳島県南部に位置し、その源を徳島県那賀郡の剣山山系ジロウギユウ（標高1,930 m）に発し、徳島、高知両県の県境山地の東麓に沿って南下した後、東に流れ、坂州木頭川、赤松川等の支川を合せて那賀川平野に出て、紀伊水道に注ぐ、幹川流路延長125 km、流域面積874 km²の一級河川である。長安ロダムは、那賀川の約64 km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に、長安ロダム改造事業が行われている。

(2) 環境影響評価と植物の保全対象

長安ロダムでは、ダム改造事業の実施にあたり、平成20年度～平成21年度にかけて自然環境及び生活環境に関する現地調査を行い、これらの結果等を踏まえて環境影響評価を行った。平成21年度の環境影響評価の審議結果及び平成22年度以降の環境モニタリング委員会の審議を踏まえ、以下に示す7種の貴重な植物について、環境保全措置に取り組んでいる。

表-1 植物保全の対象種及び内容

種名	環境保全措置		
	移植	監視	現状
ナンゴクウラシマソウ	●	●	継続中
キンラン	●		継続中
ギンラン		●	継続中
ウチョウラン	●		継続中
ムギラン	●	●	完了
ハルノタムラソウ		●	完了
ナカガワノギク		●	継続中

既設ダム改造事業における植物の保全として、主に移植及び監視で対応している。移植は、事業の改変区域に生育する個体を事業の影響範囲外に移動する手法で、改変区域で多くの個体が確認され、その影響を回避・低減できないと想定される場合に適用している。監視は、改変区域の近傍に生育する個体について、工事による周辺環境の変化で生育状況が変化しないかを確認するものである。監視中に、変化が確認された場合は、移植による保全を適用している。

上記の7種のうち、ムギラン及びハルノタムラソウについては、環境保全措置の後に定着が確認できたために保全を完了しているが、キンラン等の5種については、現在も環境保全措置を継続している。

2. 植物の保全の取り組みの特徴

植物の保全として、多くの事業で移植という手法が採用されているが、移植による保全を成功させることは困難であることが多い。困難な理由としては、対象種の生活史や生育できる環境条件等の基本的な生態に関する情報が乏しいことが最も大きな要因として挙げられ、さらに、移植先の選定を含め、移植手法や時期が的確でなければ、活着させることが難しいことにある。

このため、長安ロダム改造事業では、移植による保全を成功させるために、以下の事項に取り組んでいる。

(1) 順応的管理を取り入れた保全の実施

長安ロダム改造事業の環境保全措置は、図-1に示すように順応的管理の視点を取り入れて計画している。本取り組みでの特徴は、環境保全がうまくいかない場合に、必要な対策を検討しなければならない基準を設定していることが挙げられる。例えば、保全対象の個体数が

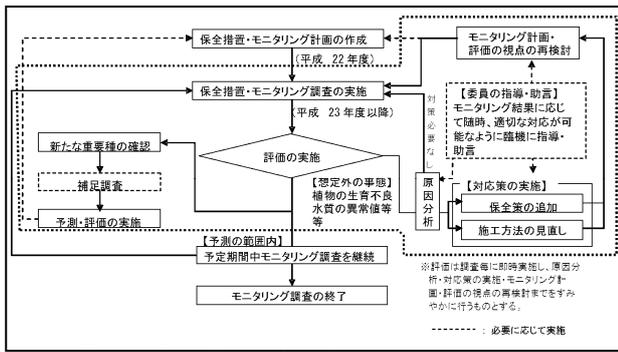


図-1 順応的の管理の考え方に基づいた調査フロー

7割を下回った場合、これまでの対策内容を見直し、対応の必要性を検討した上で、更なる対策を実施している。これらの取り組みとして、移植による保全に対し効果が得られない場合、種子からの増殖に取り組む等が挙げられる。

基準を設定することの利点は、次の行動への移行が円滑となる点にある。植物の保全は、自然環境等の外的要因にも結果が左右される不安定な要素もある。このため、危機を予測して早めに対応し、取り返しが付かなくなるような危機的な状況まで陥らないように管理することが重要である。

また、基準があることで保全の成否の判断が容易となり、学識経験者等専門家からの助言等も受けやすくなるばかりでなく、第三者への状況説明も客観的となる利点も得られる。これにより、事業者としても選択や重点化も判断しやすくなる。

(2) 養生管理の有効性

次に、長安ロダム改造成業では、保全する植物を養生管理することができたことが、保全の成功にも大きく関わっている。一般的に、植物の移植では、野外に生育していた個体を掘り採り、適地に移植する手法（自然下から自然下）がとられることが多い。この手法の欠点として、生育地から掘り取られた際に受ける根系等への損傷により、移植先での活着が困難となり、移植の失敗につながる点が挙げられる。このため、長安ロダムでは移植（掘り採り時）の損傷からの回復を目的に、一時的に人為管理下に置く養生管理を行うこととした。

養生管理では灌水、競合種の排除、食害等の防除等が行えることにより、多くの種（個体）が生育を継続できたことに加え、良好な生育を促せたことで、種子を得ることや、球根などの栄養繁殖による増殖の効果も得られた。さらに、詳細な成長状況をモニタリングできたことで、対象種の生活史や生態の理解が進み、効果的な移植にもつながっている。

(3) 実験と定量評価

効果的な移植に関する情報が乏しい中で移植を成功させるため、保全計画に実験と検証を織り交ぜて発展が図れるようにしている。

試みた実験は、自然下における(1)ナンゴクウラシマ

ソウ及びウチョウランの球茎（塊茎）サイズと活着率の関係実験、(2)ウチョウランの移植適地判定実験、

養生管理下における(3)ウチョウランの生育に適する鉢や土壌の組合せ実験、(4)花芽の摘み取りと栄養繁殖との関係実験が挙げられる。これらの実験から得られた定量データを用いて、ナンゴクウラシマソウ等の移植に用いる個体サイズを決める等、効果的な移植につながっている。

3. 代表的な種の保全状況及び成果

(1) ナンゴクウラシマソウ

a) 養生管理による効果の紹介

本種の養生管理では、養生個体の大半が順調に成長し、3~4年程度で野外に移植できており、目的である根系の損傷回復に有効であった（68個体中、小型の3個体を除く64個体が移植でき、現時点で1個体を養生継続）。

管理方法については、個体が高密度にならないように植木鉢に植え付け、本種が好む日陰に植木鉢を配置した（図-2左）。密度を抑えて他個体との競合を生じにくくすることで成長を促進した。また、日陰に配置することで、用土の過度の乾燥を防止し、主に降水により土壤水分を維持できた。なお、夏場に乾燥が続くような場合は灌水を行った。冬季の休眠期には、地下部（球茎）を掘り出し、成長量を重量により計測し、出芽能力の高い大型の球茎を移植個体として定量的に選定することにより（図-3）、移植個体の活着率の向上を図った。また、養生を継続する小型の球茎は市販の山野草用土を用いて病虫害の発生を抑えた。地下部に栄養繁殖器官である子球も確認され（図-2右）、子球の植え付けによって27個体が新たに増殖できており、養生管理の利点の一つとして挙げられる。

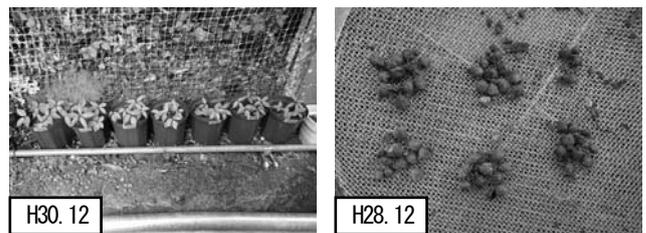


図-2 養生個体の保全状況(左)及び子球の状況(右)

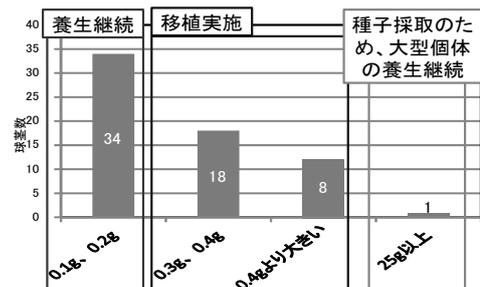


図-3 球茎重量に基づく移植個体の選定（H30結果）

b) 種子による効果的な増殖の紹介

養生管理では成長が良好であることから、大型個体の

結実が見られ（自然状態では結実個体は少ない）、リスク分散として採取種子による個体増殖も行った。種子による増殖は、多くの個体を効率的に増殖でき、かつ遺伝的に多様であるため、環境保全の観点からも非常に効果的である。今回の取り組みでは、平成27年度から29年度までの3年間、種子を採取でき（図-4）、種子から増殖した個体のうち、18個体を昨年度に移植した。また、現時点で503個体を養生しており、残りの養生個体も育成し、野外への移植を行っていく予定である。

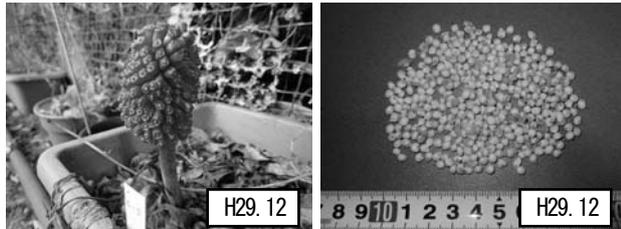


図-4 結実状況（左）及び採取種子の状況（右）

表-2 種子による増殖個体の出芽状況

播種した年度	養生個体	野外への移植個体	合計
平成27年度	34	18	52
平成28年度	82	0	82
平成29年度	387	0	387
合計	503	18	521

(2) キンラン

a) 移植による保全が困難である理由

キンランは、特殊な生態を持ち、移植が困難な種として知られている。その理由としては、光合成によって自ら独立して栄養を得る一般的な植物と異なり、本種が菌根菌を介して樹木（ブナ科植物）から栄養を得る「三者共生」を構築するため、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り、衰退していくことが挙げられる。分断が生じた場合、地下部に蓄積した養分により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。このため、本種の保全における重要なポイントは、分断された共生関係を再構築することである。

b) 移植の成功事例（移植個体、養生個体）

三者共生の再構築を目的として、移植個体、養生個体に対して、(1)菌根菌が多く含まれるように大きく土壌を掘り取る（30~40cm四方）、(2)個体に近接してブナ科樹木を植え付ける（野外採取の稚樹やドングリからの実生）、以上、2点の試験的な取り組みを行っている。この取り組みにおける移植個体、養生個体の出芽状況を表-3に示す。なお、移植個体①~⑩及び養生個体は平成25年度の冬季に、移植個体⑫は平成27年度の冬季に移植されている（表-3の赤矢印）。

移植個体については、①~⑩のうちの7個体が移植後の最初の春季に出芽したが、3年目からは出芽しなくなった。一方、移植個体⑫は4年間連続で出芽及び開花した。当個体に近接して植え付けたブナ科樹木は順調に生育しており（図-5左）、三者共生が再構築されつつある可能性が考えられる。

養生個体については、③、⑦が出芽した。③の出芽は6年連続であり、これほど長期に出芽している事例は珍しい。また、⑦は移植後の2年間は出芽しなかったが、3年目に出芽し、茎数の増加や開花が見られるなど（図-5右）、こちらも前例がない状況である。このような状況から考察すると、植木鉢に植え付けたブナ科樹木の根系の発達に伴い、植木鉢の中で三者共生が再構築された可能性が考えられる。

出芽数については、移植個体よりも養生個体が多く、養生管理下でも三者共生の再構築が可能であることが示唆された。このこと踏まえると、野外から野外へ直接移植する方法以外に、養生管理下で三者共生を再構築した段階で、これをユニットとして移植する方法も考えられ、今後の効果検証が重要と考えられる。

表-3 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
		H26年	H27年	H28年	H29年	H30年	R1年	
移植先K-②	①	○	○					2
	②							0
	③							0
	④		○					1
	⑤	○						1
	⑥							0
移植先K-⑥	⑦	○						1
	⑧	○						1
移植先K-⑦	⑨	○	○					2
	⑩	○						1
	⑪	○	○					2
	⑫			移植	○	○	○	○
養生個体	①							0
	②							0
	③	○	○	○	○	▽	○	6
	④							0
	⑤	○	○		○			3
	⑥	○	○					2
	⑦			○	○	○	○	4

注1) ○: 出芽を確認した。▽: 出芽を確認したが、食害等により展葉前に消失した。
注2) □: 3年以上、出芽が確認された移植個体。



図-5 出芽状況（左：移植個体⑫，右：養生個体⑦）

c) 種子増殖の取り組みと効果

キンランについては、移植個体の活着が難しいことから、平成26年度から種子増殖にも取り組んでいる。本種は、前述のとおり、移植が困難な上、(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ハエ類の幼虫に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もあり、種子増殖も難しい。

これらの課題に対処するため、(1)には「人工授粉」、(2)には「果実への袋かけ処理」、(3)には「播種試験」を行っている。「人工授粉」では4月下旬~5月上旬に開花個体を確認した場合、ピンセットで花粉を採取し、雌しべに付着させている。また、「果実への袋かけ処理」では、人工授粉後に花全体を不織布（通気性が良く、内

部で腐敗しにくい)で覆い(図-6左), ハエ類が果実表面に産卵できないようにしている。この2点の対処により, 平成26年度からの合計で約26万7千粒が採取できた(図-6右, 図-8)。「播種試験」では, 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種子スティック(図-7の写真)をキンラン自生地の複数箇所に埋設している。種子スティックは, 播種が効率的に行えるように玉川大学農学部(山崎旬教授)が考案したものであり, 直接ご指導を頂き, 適用したものである。このような取り組みの結果, 平成28年度の播種箇所から5個体の出芽を確認でき(図-8), 種子増殖の有効性が検証できた。播種試験での課題としては, 発芽する条件が明確ではないこと, 播種から発芽まで約2年と長期間を要することが挙げられる。

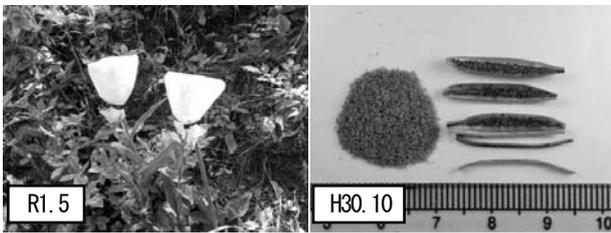


図-6 袋かけ処理(左)及び採取種子の状況(右)

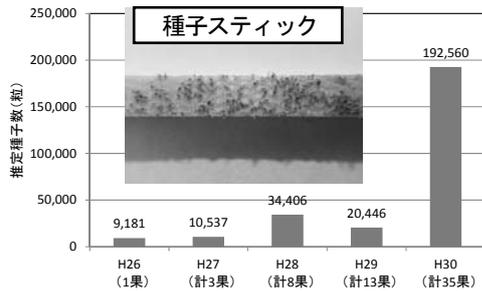


図-7 調査年別の推定種子数及び種子スティック

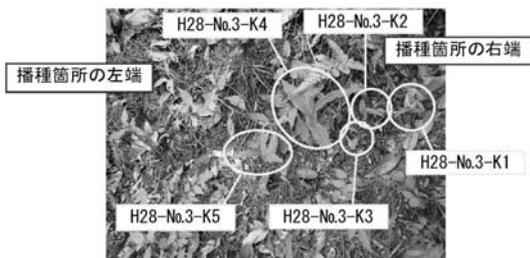


図-8 平成28年度の播種箇所における発芽状況

(3) ウチョウラン

a) 養生管理による効果の紹介

本種の養生管理では, 過湿状態に弱い習性への対処として, 排水性の良いウチョウラン専用鉢, 透水性の良い山野草の用土を使用して, やや乾燥気味の灌水管理を行っている。本種は穏やかな日照が当たる箇所を好み, 用土が乾燥しやすいため, 数日おきに灌水管理を行っている。また, 本種の塊茎をネズミ類が好んで食すため, 食害対策として金網フェンスで囲んだ栽培棚で育成している(図-9左)。

養生管理においては, 枯死する個体が少なく, 生育が良好な個体の地下部には塊茎が増殖するため(図-9右), 個体数の増殖にも効果的である。平成28年度の休眠期に鉢替えした際は塊茎93個を確認し, うち30個を移植し, 63個を養生した。翌年度は63個から79個に増殖しており, うち5個を移植した。平成30年度は, 74個が103個となった。養生管理の効果として, 年々個体数が増加している状況が見られた(図-10)。

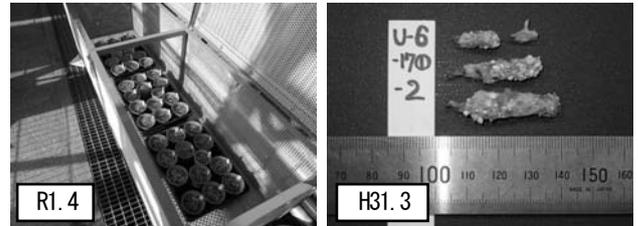


図-9 養生管理の状況(左)及び塊茎の状況(右)

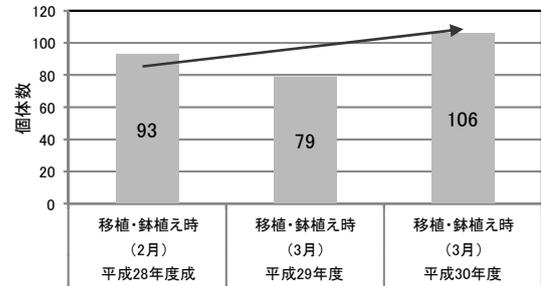


図-10 養生個体数(塊茎数)の経年変化

(4) ムギラン

a) 移植の成功事例の紹介

ムギランについては, 平成27年度(H28.3)に移植を行った。移植は休眠期である冬季に自生個体が着生するスギから剥がし, 同じスギの幹の下方などに麻縄で巻き付けた。移植後モニタリングの結果, 生育が良好であった(図-11)。3年間の調査の結果, 保全対策は成功と判断され, 調査は完了した。

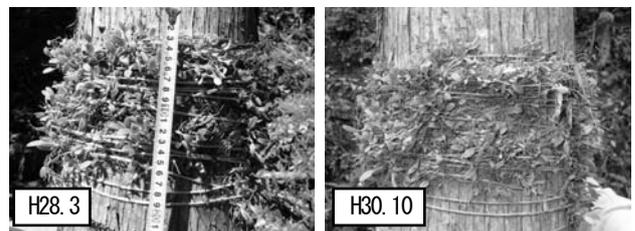


図-11 移植個体の生育状況

4. おわりに

長安口ダム改造事業における植物の保全は, 前述のように概ね順調に進んでいる。今後は, 養生管理を行っている個体について, 順次, 保全対象種の生態に応じた適地に移植を行うとともに, 本保全を通して得られた知見について, より広く周知できるように, 広報にも力を入れる予定である。