

IV 植物・植生

1. 調査目的

植物・植生は、峡谷部の重要な構成要素であるが、長期の試験湛水等により、湛水区域内の個体は枯死・衰退する。植物・植生は、動物の生息の場ともなっており、その再生は峡谷の自然環境を保全する上で最も重要であるため、現在の植物・植生の状況を踏まえた上で、植生の再生の考え方を整理し、再生の実現可能性を検証した。

2. 調査内容

- (1) 現在の植物・植生の状況を踏まえた上で、「植生の再生に関する基本的な考え方」を整理した。
- (2) 峡谷内で保全すべき植生の再生の技術的な可能性を検証するため、「優占樹種の植栽実験」を実施した。
- (3) 貴重植物の再生の技術的な可能性を検証するため、「貴重植物の栽培・植栽実験」を実施した。

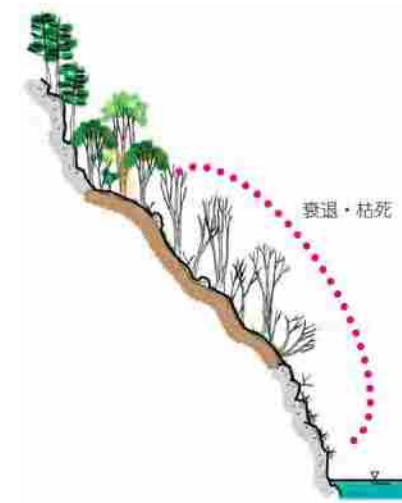
3. 調査結果

(1) 植生の再生に関する基本的な考え方の整理

《背景》

建設工事及び長期の試験湛水では、植生(植物)を維持できず、動物の生息環境が一旦失われることから、植生を再生させ、生息の「場」を再生することが、自然環境を保全していくうえで最も重要な課題である。

そのため、植生の再生に関する基本的な考え方を整理し、事業の中で自然環境を保全していくにあたっての方向性を示す。



試験湛水による植生への影響が大きく、湛水が長期化することにより、事業地内の植生はほとんど枯死・衰退し、場合によっては現況を維持できないと考えられるため、その事後において実施する植生の再生についての基本的な考え方を整理する。

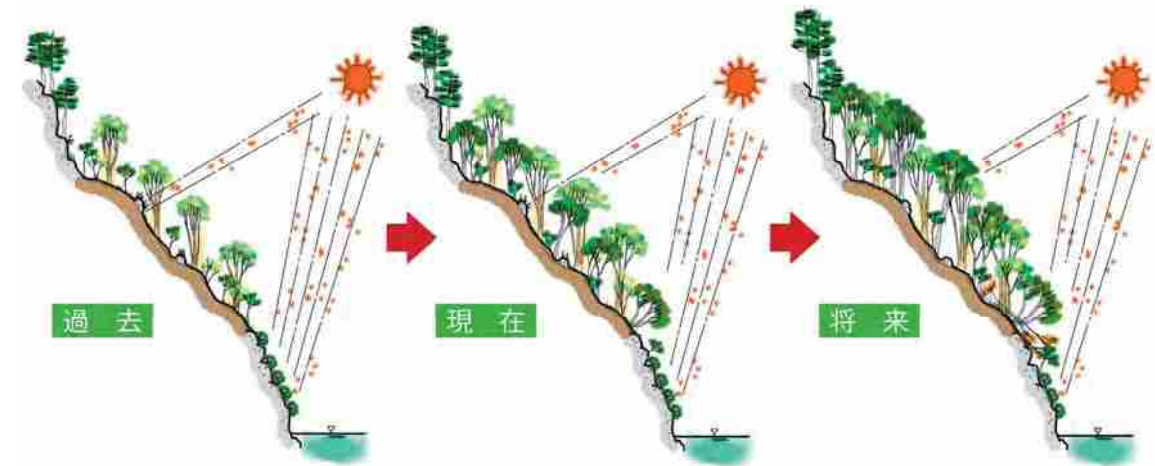


① 植生の再生に向けての対応方針 ～望ましい植生景観の設定～

1) 武庫川峡谷における植生の遷移

植生の再生にあたって目指す「武庫川峡谷の望ましい植生景観」を設定する。

設定にあたっては、まず峡谷の植生の成り立ちと将来展望について、サツキなど峡谷に特有な植物との関連性に着目して整理した。



ア) 過去の植生 ～植生の低林管理により峡谷に特有な植物を育てていた過去～

武庫川峡谷における大部分の植生は、かつては薪炭林として利用されていたと考えられる。その結果、樹高の低い林が維持されていた。峡谷斜面も現在よりも樹高の低い、明るい林が広がっていた。その結果、サツキなどが生育する河川の露岩地も現在よりも明るい環境にあったと考えられる。



イ) 現在の植生 ～植生の放置により峡谷に特有な植生に影響が生じている現在～

人の利用がなくなり放置されることとなった峡谷斜面の植生は遷移が進み、コナラやアラカシなどの樹高の高い樹木が優占するに至っている。隣接する河川の露岩地をみれば、張出すように生長した樹木の枝葉は光を遮り、サツキなどが好む明るい環境は昔に比べて少なくなっている。ツメレンゲなどが生育する林内の岩場についても同様なことがいえる。これらの現状は、新規ダム計画とは無関係に生じている現象であるが、武庫川峡谷に特有な植物を保全・維持していくうえでは、重要な検討課題と考えられる。



ロ) 将来の植生 ～現在の問題がさらに顕在化するおそれのある将来～

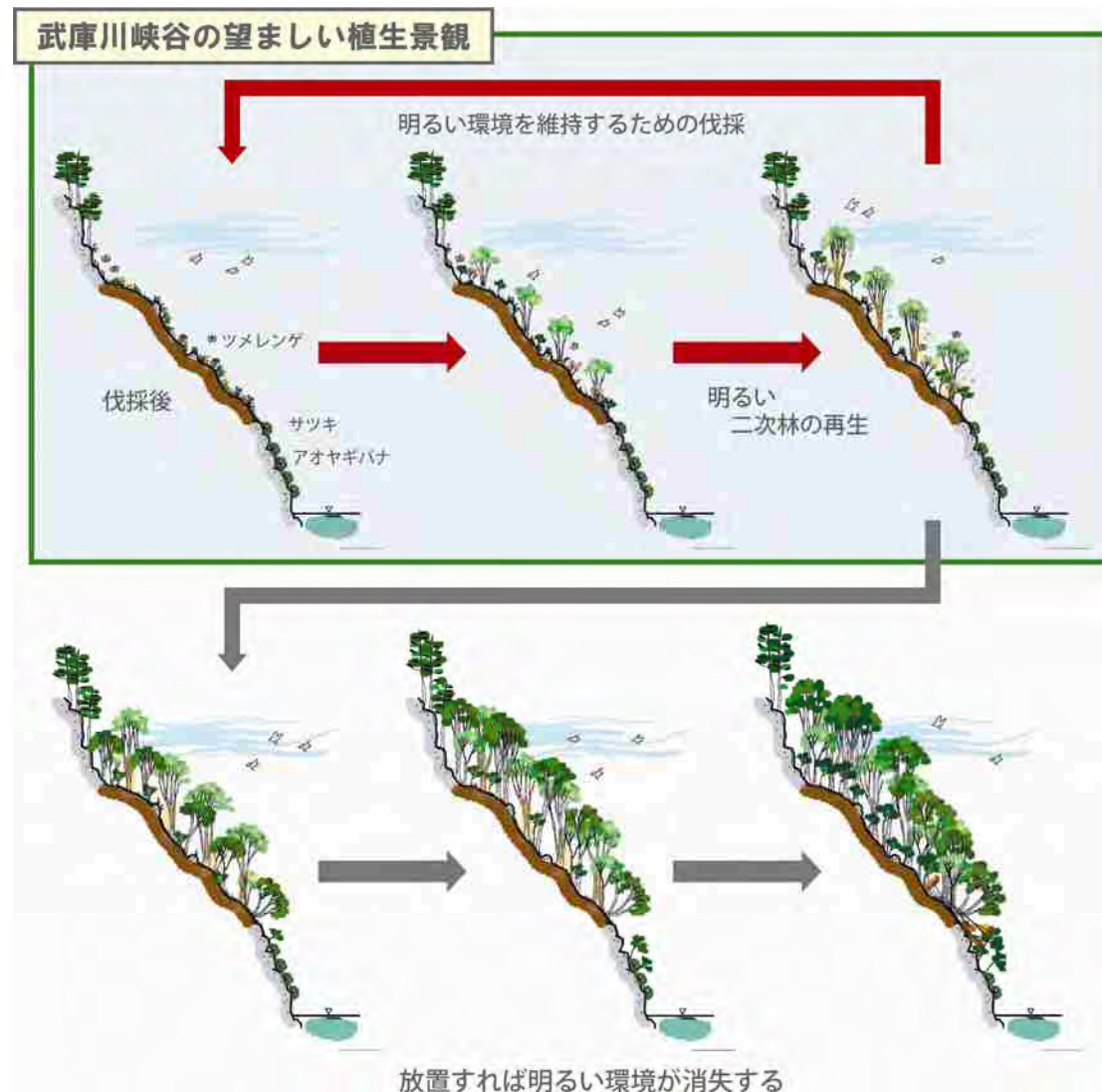
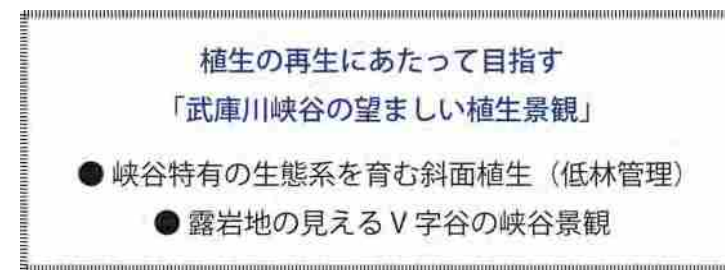
峡谷斜面の植生をこのまま放置し続けると、断崖などの特殊な立地を除いて、現在の植生がどのようなタイプであっても、次第に常緑樹の林（照葉樹林）へと遷移していく。その過程で樹木はさらに大きくなり、峡谷に特有な植物の生育地は、ますます狭められたものとなる可能性が高い。大きく育ちすぎた樹木は、急峻な峡谷斜面にあっては台風時などに倒れて不良景観となるおそれもある。

2) 望ましい植生景観の設定

前項で整理したように、武庫川峡谷の植生は、かつて薪炭林として人間の利用と自然の再生力のバランス上に成立していた。「低林」として管理されることにより、峡谷斜面には、林相の明るい樹林が成立し、それが林内や岩場の植物を育むとともに、隣接する河川の露岩地を明るくし、サツキなどの生育環境を維持してきたといえる。木々の隙間から露岩地が見通せるV字谷の溪谷、これが峡谷特有の生態系を維持してきた武庫川峡谷の本来の植生景観と考えられる。

しかし、現在は、かつての薪炭林が放置されてから長年月が経つことで、峡谷斜面は鬱蒼とし、峡谷本来の植生景観が大きく変貌している。生長した樹木の枝葉がツメレンゲやサツキの生育地を被陰して、峡谷に特有な植物の生育地を狭めており、今後放置が続けばこの傾向はますます顕著になると予想される。

このような考察に基づき、植生の再生にあたっては、「武庫川峡谷に特有な植物（生態系）の保全」、「地域固有の風景、また成り立ちの尊重」を理念に掲げ、武庫川峡谷の望ましい植生景観を次のように設定した。



② 目標植生の設定

衰退・枯死する事業地内の植生を「望ましい植生景観」へと適切に導いていくため、現存する植生タイプの中から、外来植物群落などを除いた植生タイプを再生の対象とし、それぞれについて具体的な目標植生を設定した。

1) 基本的な考え方

再生の対象となる現存の植生タイプについて、目標植生を設定するにあたっての基本的な考え方を示した。

ア) 植生タイプ①：二次林

再生の対象となる植生タイプのうち、峡谷の「望ましい植生景観」を具現化するために最も重要と考えられる植生タイプであり、低林管理による林相の明るい二次林を目指す。

ただし、ここでの低林管理はかつての生産を目的とした管理を意味するのではなく、ツメレンゲやサツキ、アオヤギバナなど峡谷特有の植物の保全を重視した管理とする。すなわち、峡谷斜面に成立する二次林の試験湛水による枯死・衰退を峡谷特有の植物にとってプラスに作用する現象と捉え、枯損木等の伐採及びその事後において成立する明るい環境を定期的な皆伐により維持していく。このため、皆伐周期も従来の数十年に1度と限定するのではなく、峡谷特有の植物の存続が期待できる周期で伐採を繰り返す。

なお、伐採を繰り返す範囲とそれより高標高にある範囲との境界線については、非直線的な管理境界線を演出し、人工的な印象を与えないよう配慮する。



イ) 植生タイプ②：自然林・河辺岩上植物群落・河畔林

再生の対象となる植生タイプのうち、これらの群落については、供給源に乏しいほか、再生にも時間を要すると考えられる木本主体の群落である。再生の確実性を高めるため、これらの植生タイプについては、具体的な目標植生を設定して人為的に苗などの導入及び事後の管理を行い、積極的に遷移をコントロールしてゆく。

ロ) 植生タイプ③：低層湿原・流水辺1年生草本群落

再生の対象となる植生タイプのうち、これらの群落については、立地が残り上流に種子などの供給源があれば自然に再生する草本主体の群落である（兵庫県河川植生分類指針：兵庫県，平成21年）。これら群落は、武庫川流域に広く分布しており、再生を自然の回復力に委ねても早期に群落の成立が可能と考えられる。このため、低層湿原や流水辺1年生草本群落は、具体的な目標植生を限定せず、自然の回復力による定着を待つ方法を考え、結果として現在の植生量が維持されることを期待する。

2) 目標植生の設定

前項を踏まえ、再生の対象となる植生タイプごとに設定した目標植生は以下に示すとおりである。

植生タイプ		現存する植生	目標植生
森林	二次林	アカマツ-モチヅジ群落 コナラ-アヤマキ群落 オコギリ群落 コジ-カマキ群落 アラカシ群落	二次林 <低林管理> ・試験湛水後に湛水区域の枯損木を皆伐。 ・低林を再生後、明るい林相を維持できる周期で皆伐。
	自然林	アカマツ-イブキモリ群落	アカマツ-イブキモリ群落 ・人為的に構成種の苗などの導入及び事後の管理により目標植生へと誘導。
河川	河辺岩上植物群落	アオヤギハートタシ群落 サツキ群落	アオヤギハートタシ群落 サツキ群落 ・人為的に構成種の苗などの導入及び事後の管理により目標植生へと誘導。
	河畔林	カラハシ群落 ネコヤギ群落 カヤナギ群落	カラハシ群落 ネコヤギ群落 カヤナギ群落 ・人為的に構成種の苗などの導入及び事後の管理により目標植生へと誘導。
	低層湿原	ツルヨシ群落 クサコシ群落 ヨシ群落 エノササカ群落 オギ群落	低層湿原 ・目標植生を限定せず、自然の回復力による定着を待つ。
	流水辺1年生草本植物群落	ヤナギタデ-オクサキ群落 タカサボ群落 オオナモミ-コアガ群落 ミノカ群落	流水辺1年生草本植物群落 ・目標植生を限定せず、自然の回復力による定着を待つ。
	試験湛水範囲における植生の大半が枯死・衰退		

※ 「林縁・伐採跡地などの植物群落」、「植林地」、「外来植物群落」などの植生タイプは、「望ましい植生景観」の構成要素にはならないと判断し、再生の対象外とした。

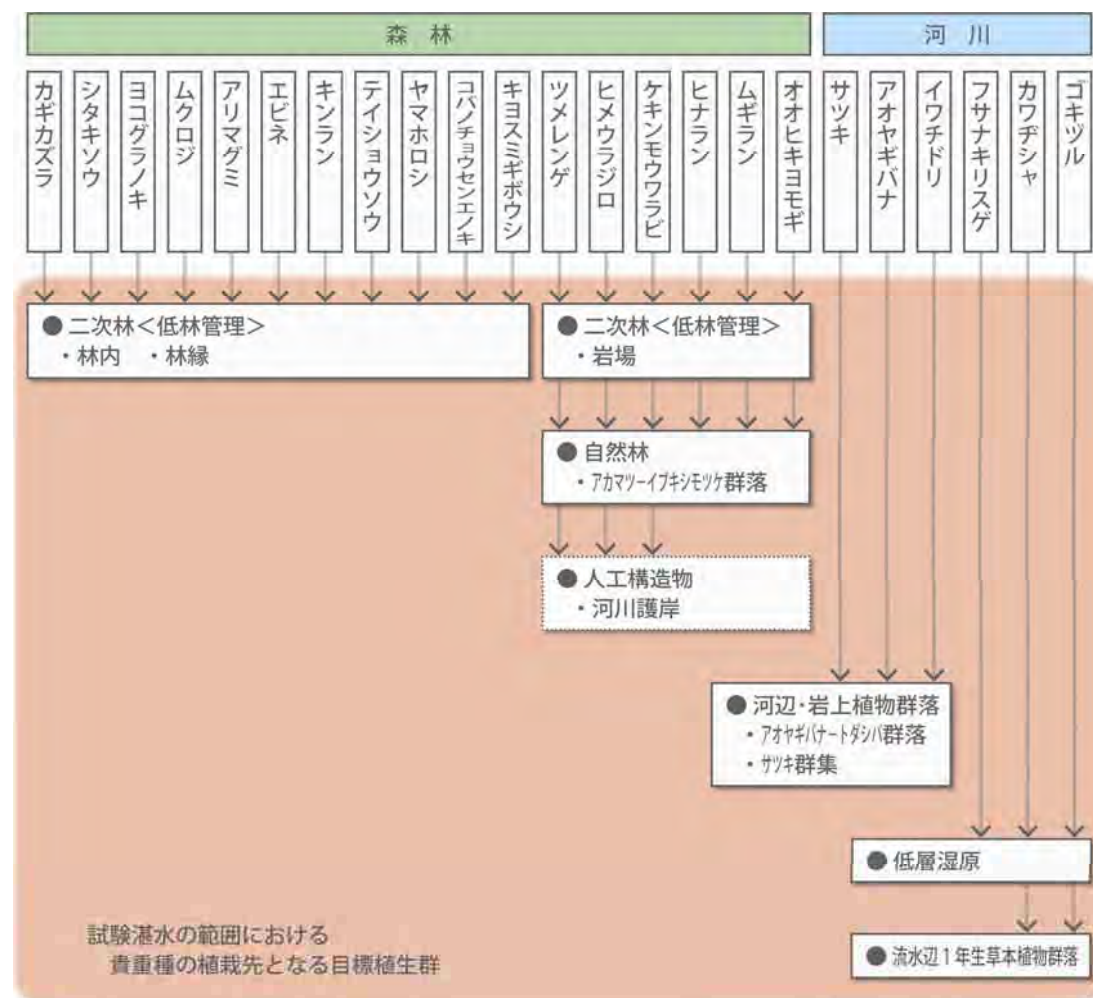
※ 再生の対象、対象外の考え方は、「第44回流域委員会検討資料 新規ダム建設による環境への影響検討」によるものと同じである。

③ 目標植生と貴重種保全の関係

試験湛水により事業地内の植生は一旦、枯死・衰退する。これに伴い試験湛水の範囲内で分布が認められている貴重な植物も大きな影響を受ける。影響を受ける貴重な植物には、サツキ、アオヤギバナ、ツメレンゲといった峡谷に特有な植物も含まれることから、これら貴重種の保全は、先に定めた「望ましい植生景観」を具現化するうえでも重要な課題となる。

具体的な対応としては、貴重種のそれぞれが単独で生育しているのではなく、様々な植物が集まった植生の中で構成種として存在していることから、貴重種がどの目標植生に属するか、個々の生育立地の特性を考慮したうえで明らかにし、目標植生を整備、誘導していくなかで、貴重種群の植栽を実施していくことが望ましいと考え、貴重種保全は原則として、増殖個体(苗)による保全を考える。

ここで、貴重な植物とその受け皿としての目標植生の対応を以下に示す。



※ 貴重種の保全は、試験湛水後にその種がもともと生育していた自生地で実施することを基本とするが、二次林<低林管理>で出現すると考えられる岩場や自然林の岩場には、積極的に貴重種＝峡谷に特有な植物を植栽する。
 ※ ツメレンゲ、ヒメウラジロ、ケキンモウウラビなど岩角地の貴重種は、河川護岸など人工構造物にも植栽し、現在これら貴重種が生育する河川護岸の状態を再生する。

図. 目標植生と貴重種保全の関係

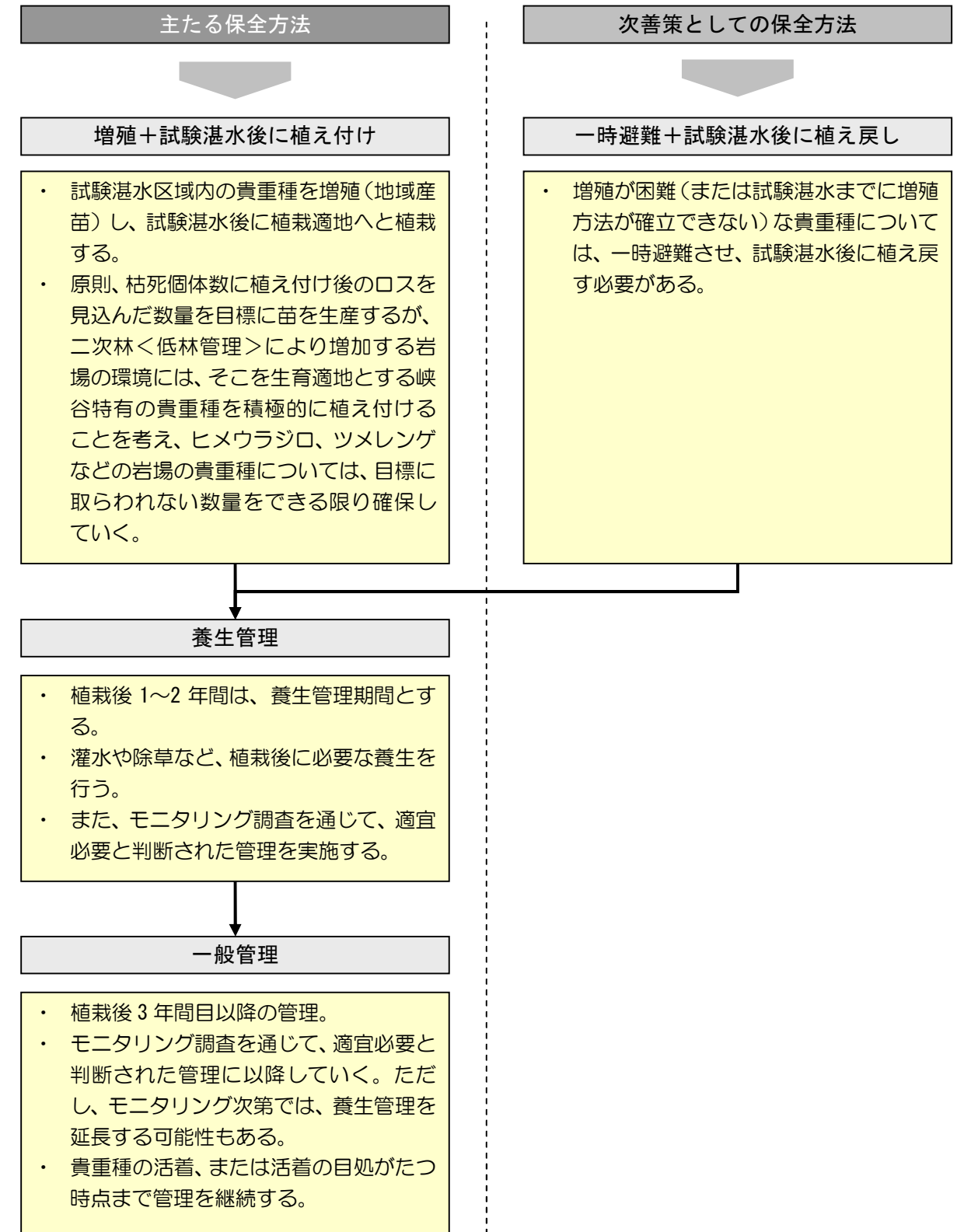


図. 貴重種保全の基本的な考え方

(2) 優占樹種の植栽実験

① 基本的な考え方

「(1) 植生の再生に関する基本的な考え方の整理」において、植生の再生に関する基本的な考え方を整理し、自然林、河辺岩上植物群落、河畔林を人為により再生する目標植生に位置づけ、苗の植栽と事後の管理により適切に再生していくことを示した。

しかし、峡谷という特殊な立地における苗の植栽については、必ずしも豊富な知見がなく不明な点が多いため、実現に向けての可能性を事前に検証しておく必要がある。

この課題を解決するため、目標植生の優占樹種または構成種の植栽実験、並びに事後の経過のモニタリングを行った。

② 調査対象種

人為による目標植生の再生にあたっては、優占種となるものやその植生に特異的に出現する種を植栽し、その他の構成種については、後発的な飛来・定着を期待する考えとする。

調査対象種は、このような考え方に則り目標植生ごとに人為的に植栽することになる可能性の高いものであり、以下に示す5種とした。

表. 調査対象種

	目標植生	調査対象種
自然林	アカマツ-イブキシモツケ群落	アカマツ, イブキシモツケ
河辺岩上植物群落	アオヤギバナ-トダシハ群落	-*
	サツキ群集	-*
河畔林	カワラハンノキ群集	カワラハンノキ
	ネコヤナギ群集	ネコヤナギ
	カワヤナギ群落	カワヤナギ

※ 河辺岩上植物群落の導入種としては、サツキ、アオヤギバナがあげられるが、これらは、「(3) 貴重種の保全に係る実験」にて植栽の可能性を実験する。

③ 実験地

植生の再生は、現在の分布地での再生が基本となる。このため、調査対象種の植栽実験は、それぞれが構成種となる目標植生が現在分布している近傍とした。

④ 養生管理

苗の活着（植生の発達）を促す人為的なコントロールが重要と考え、灌水や除草などの養生管理を行い、生育経過のモニタリングを行った。












⑤ 植栽実験の実施状況

植栽実験の実施状況は次頁に示すとおりである。

表. 植栽実験の実施状況

区分	種名	植栽の時期		個体数
調査対象種	アカマツ	19年度	H19.12.7~8	20個体
	イブキシモツケ	19年度	H19.12.7~8	20個体
	カワラハンノキ	19年度	H19.11.30	20個体
	ネコヤナギ	19年度	H19.11.30	20個体
	カワヤナギ	19年度	H19.11.30	20個体

■ 優占樹種の植栽実験の実施状況

目標植生	区分	植栽実験対象種	植栽地	現地植栽	植栽個体の状況	備考
アカマツー イブキシモツケ群落	自然林	●アカマツ  	 岩角地	《H19.12》 ・20個体を岩角地に植栽 	《H20.7.22》 ・20個体全ての生育を確認 《H20.10.23》 ・20個体中19個体の生育を確認 《H21.7.17》 ・20個体中19個体の生育を確認 《H21.10.23》 ・20個体中16個体の生育を確認	8割が生育
		●イブキシモツケ  	 岩角地	《H19.12》 ・20個体を岩角地に植栽 	《H20.7.22》 ・20個体全ての生育を確認 《H20.10.23》 ・20個体全ての生育を確認 《H21.7.17》 ・20個体全ての生育を確認 《H21.10.23》 ・20個体全ての生育を確認	全個体が生育
カワラハンノキ群集	河畔林	●カワラハンノキ  	 河川水際	《H19.11》 ・20個体を河川水際に植栽 	《H20.7.22》 ・20個体全ての生育を確認 《H20.10.23》 ・20個体中19個体の生育を確認 《H21.7.17》 ・20個体中18個体の生育を確認 《H21.10.23》 ・20個体中16個体の生育を確認	8割が生育 《H21.8出水後》 20個体中18個体の生育を確認（流失個体なし） →90%が生残
ネコヤナギ群集		●ネコヤナギ  	 河川水際	《H19.11》 ・20個体を河川水際に植栽 	《H20.7.22》 ・20個体全ての生育を確認 《H20.10.22》 ・20個体全ての生育を確認 《H21.7.17》 ・20個体中19個体の生育を確認 《H21.10.23》 ・20個体中12個体の生育を確認	6割が生育 《H21.8出水後》 20個体中17個体の生育を確認（2個体が流失） →85%が生残
カワヤナギ群落		●カワヤナギ  	 河川水際	《H19.11》 ・20個体を河川水際に植栽 	《H20.7.22》 ・20個体全ての生育を確認 《H20.10.22》 ・20個体全ての生育を確認 《H21.7.17》 ・20個体中17個体の生育を確認 《H21.10.23》 ・20個体中14個体の生育を確認	7割が生育 《H21.8出水後》 20個体中15個体の生育を確認（2個体が流失） →75%が生残

※ 目標植生のうちサツキ群集、アオヤギバナートダシバ群落（河辺岩上植物群落）の植栽種であるサツキ、アオヤギバナは「貴重種（植物）の栽培・植栽実験の実施状況」に経過を示す。

※ 実験中、巡回・管理を毎週1回程度行い、モニタリング（個体ごとの生死確認とサイズ計測）を年2回実施。

(3) 貴重種の栽培・植栽実験

① 基本的な考え方

「(1) 植生の再生に関する基本的な考え方の整理」において、植生の再生に関する基本的な考え方を整理し、貴重種については増殖個体（苗）の植栽を基本的な保全方法と考えた。

しかし、貴重種の植栽については、必ずしも豊富な知見がなく、実現に向けての可能性を事前に検証しておく必要がある。

この課題を解決するため、事業により影響を受ける貴重種の栽培・植栽実験、並びに事後の経過のモニタリングを行った。

② 調査対象種

調査対象種は、貴重種のうち、新規ダムの建設により影響を受けるものの中から、「生物およびその生息環境の持続に関する2つの原則」の『流域内で種の絶滅を招かない』を考慮して以下のとおり選定した。

- ① 兵庫県版レッドデータブックのAランク、Bランクに該当し、湛水区域内に生育する種
【県レッドデータブックAランク・Bランクに該当する種（9種）】
カギカズラ、シタキソウ、ヨコグラノキ、ヒメウラシロ、ケキンモウワラビ、ヒナラン、サツキ、アオヤギバナ、イワチドリ
- ② Cランク以下でも、湛水区域内にのみ生育し、湛水区域外の武庫川流域では分布情報が無い種
【事業区域内にのみ生育する種（0種）】

※ 今回調査対象種として取り上げなかった、湛水区域内の貴重種は、ダムの影響を受けるものの、流域から絶滅する可能性は低く、「2つの原則」に反することはないと考えられる種群である。しかし、基本的な姿勢としては、ダムの影響を受ける貴重種すべてを対象に保全対策を講じていく考えであり、今回取り上げなかった貴重種についても、事業の中で保全対策を進めてゆく。

③ 栽培実験

貴重種の保全においては、種内の遺伝的な多様性が保たれるよう注意を払う必要があり、組織培養や挿し木などによって、増殖した個体は、遺伝的に均一であり、遺伝的変異に富む個体を得るためには、可能な限り種子から個体を増殖する対応が必要であるため、実生栽培を基本とした。

④ 植栽実験

栽培・増殖実験で得られた苗（または過去に生産された苗）を用いた植栽実験を基本と考え、峡谷産苗が得られたものから実験に供した。

ただし、調査対象種のなかでも栽培・増殖が比較的難しいと予想されたシダ・ラン類などについては、上記の栽培・増殖を待たずに、自生個体の一時避難と植え戻しを擬似的に再現する植栽実験についても実施した。

1) 実験地

試験湛水後における貴重種の植栽は、貴重種がどの植生に属するかを明らかにしたうえで実施していく。これは、貴重種の生育立地を植生という単位で大きく捉え、植栽事後の活着が促されるよう、適地へと植栽しようとするものである。

調査対象種の植栽実験についても、この考え方に則り、対象種の生育に必要な諸条件を具備する可能性の高い自生地を具体的実験地とした。










2) 養生管理

活着を促す人為的なコントロールは重要と考え、当面は灌水や除草などの養生管理を行い、生育経過のモニタリングを行った。

⑤ 試験の実施状況

貴重種の栽培・植栽実験の実施状況は次頁に示すとおりである。

■ 貴重種(植物)の栽培・植栽実験の実施状況

保全対象種名 (県レッドデータブックのA、Bランク)	県RDB でのランク	生活形	生育地	栽培・植栽実験の実施状況			植栽個体の状況					備考
				種子採取	栽培・増殖	現地植栽	H19.10	H20.7	H20.10	H21.7	H21.10	
サツキ 	県A	常緑低木	岩上	《採取済》 平成18年11月採取	《栽培中》 平成19年2月に播種 平成19年4月に発芽 * 過年度調査で植栽苗を栽培	《植栽済》 平成19年3月に200個体を植栽 平成19年11月に60個体を植栽	200個体中180個体の生育を確認 (台風の影響で10個体流亡)	260個体中237個体の生育を確認	260個体中236個体の生育を確認	260個体中233個体の生育を確認	260個体中153個体の生育を確認	約6割が生育 《21年8月の出水直後》 260個体中189個体の生育を確認 (44個体が流失)→73%が生残
アオヤギバナ 	県A	多年草	岩上	《採取済》 平成18年11月採取	《栽培中》 平成19年2月に播種 平成19年3月に発芽 * 過年度調査で植栽苗を栽培	《植栽済》 平成19年3月に5個体を植栽 平成19年11月に60個体を植栽	5個体全ての生育を確認	65個体全ての生育を確認	65個体中62個体の生育を確認	65個体中60個体の生育を確認	65個体中48個体の生育を確認	約7割が生育 《21年8月の出水直後》 65個体中48個体の生育を確認 (12個体が流失)→73%が生残
ヨコグラノキ 	県B	落葉小高木	森林	《採取済》 平成19年7、8月採取 平成20年8月採取 平成21年7月採取	《栽培中》 平成20年4月に播種 平成20年5月に発芽 * 過年度調査で植栽苗を栽培	《植栽済》 平成19年3月に50個体を植栽	50個体中49個体の生育を確認	50個体中49個体の生育を確認	50個体中49個体の生育を確認	50個体中49個体の生育を確認	50個体中49個体の生育を確認	ほぼ全個体が生育
ヒメウラジロ 	県A	常緑多年草 (シダ)	岩角地	《採取済》 平成19年7、8月採取	《栽培中》 平成19年7月に播種 平成19年8月に前葉体出現 平成19年11月に胞子葉出現	《植栽済》 平成21年11月に30個体を植栽	-	-	-	-	-	現地に植栽済
						《実施済:自生個体の植え戻し》 平成19年12月に自生個体を圃場へ移動 平成20年3月に現地に植え戻し(2個体)	-	2個体全ての生育を確認	2個体全ての生育を確認	2個体全ての生育を確認	2個体全ての生育を確認	全個体が生育
ケキンモウワラビ 	県A	多年草 (シダ)	岩角地	《採取済》 平成19年7、8月採取	《栽培中》 平成19年7月に播種 平成19年8月に前葉体出現 平成20年1月に胞子葉出現	《植栽済》 平成21年11月に30個体を植栽	-	-	-	-	-	現地に植栽済
						《実施済:自生個体の植え戻し》 平成19年12月に自生個体を圃場へ移動 平成20年3月に現地に植え戻し(2個体)	-	2個体全ての生育を確認	2個体全ての生育を確認	2個体全ての生育を確認	2個体全ての生育を確認	全個体が生育
ヒナラン 	県B	多年草	岩角地	《採取済》 平成19年7、8月採取 平成20年8月採取 平成21年7月採取	《培養中》 平成19年7月に播種→発芽未確認 平成20年7月に播種→発芽未確認 平成21年9月に播種→発芽未確認	《未実施》 苗を生産できた段階で植栽	-	-	-	-	-	無菌培養中(発芽未確認)
						《実施済:自生個体の植え戻し》 平成19年12月に自生個体を圃場へ移動 平成20年3月に現地に植え戻し(2個体)	-	2個体全ての生育を確認	2個体全ての生育を確認	2個体全ての生育を確認	2個体全ての生育を確認	全個体が生育
カギカズラ 	県B	常緑蔓性木本	森林	《採取済》 平成19年9月採取 平成20年11月採取 平成21年11月採取	《栽培中》 平成20年4月に播種→発芽未確認 平成20年11月に播種→発芽未確認	《未実施》 苗を生産できた段階で植栽	-	-	-	-	-	ほ場栽培中(発芽未確認) ※根伏せ栽培は発芽確認
						《実施済:自生個体の植え戻し》 平成19年9月、平成20年6月に自生個体を圃場へ移動 平成20年11月に現地に植え戻し(3個体)	-	-	-	3個体中2個体の生育を確認	3個体中2個体の生育を確認	2/3が生育
シタキノウ  (平成20年6月末に峡谷内で発見)	県A	常緑蔓性草本	森林	《採取済》 平成21年2月採取	《栽培中》 平成21年4月に播種 平成21年5月に発芽	《未実施》 苗を生産できた段階で植栽 (来年度植栽予定)	-	-	-	-	-	発芽を確認
						《実施済:自生個体の植え戻し》 平成20年7月に自生個体を圃場へ移動 平成20年11月に現地に植え戻し(2個体)	-	-	-	2個体全ての生育を確認	2個体全ての生育を確認	全個体が生育
イワテドリ  (平成21年4月末に峡谷内で発見)	県A	多年草	河原	《採取済》 平成21年7月採取	《栽培中》 平成21年10月に播種 →発芽未確認	《未実施》 苗を生産できた段階で植栽	-	-	-	-	-	ほ場栽培中(発芽未確認)
						《植栽済:市場苗の植栽》 平成21年8月に市場苗12個体を植栽	-	-	-	-	12個体中10個体の生育を確認	約8割が生育

※ 実験中、巡回・管理を毎週1回程度行い、モニタリング(個体ごとの生死確認とサイズ計測)を年2回実施。

4. まとめ

(1) 植生の再生に関する基本的な考え方の整理

- ・今回、植生の再生に関する大きな方向性を定めた。今後、目標植生の再生方法や再生後の維持管理の基本的な考え方を検討する。

(2) 優占樹種の植栽実験

- ・植栽実験の状況から、灌水や除草などの養生管理を行えば、活着の可能性は高くなる。引き続き、養生管理を行うとともに、生育状況のモニタリングを行い、植栽による植生の再生の技術的な可能性を検証する。

(3) 貴重植物の栽培・植栽実験

- ・試験湛水により、湛水区域内の植生の多くが枯死・衰退すると予想されることから、できるだけ試験湛水期間を短縮し、植物へのダメージを軽減することを別途検討している。しかし、試験湛水期間を短縮しても、植生の枯死・衰退を完全に回避することは困難である。そのため、予め増殖により、苗または苗木を確保しておき、試験湛水の結果、枯死した数量相当分の苗または苗木を現地に植栽することにより、貴重植物の再生を図る。
- ・栽培実験は、種子を採取して増殖により苗または苗木の確保が可能かどうか、また植栽実験は、確保した苗または苗木を現地に植栽して、活着が可能かどうかを確認するものである。なお、栽培が困難と判明したものは、一時避難と植え戻しの可能性を確認する必要がある。
- ・栽培実験については、まだ苗の生産に成功していない種について、引き続き実験を継続する。植栽実験についても、現地植栽済の個体について、養生管理や生育状況のモニタリングを行うとともに、新たに苗の生産に成功した種について現地植栽を行う。これらにより、植栽による貴重植物の再生の技術的な可能性を検証する。

今回の調査結果については、今後、河川審議会環境部会の評価を受けることとしており、その際の意見を踏まえ引き続き検討を進めていく。

V 試験湛水

1. 調査目的

植物・植生は、動物に対して生息の場を与えるとともに、峡谷部の重要な構成要素であるが、試験湛水期間が長期間に及ぶと、湛水区域内の植物・植生は大きな影響を受ける。このため、動植物への影響を極力低減することを目的として、試験湛水による植物・植生への影響を把握するとともに、試験湛水期間を短縮するための具体的な方策を検討する。

2. 調査内容

植物個体を水中に沈めて影響をみる耐水・耐水圧試験や事例調査により、試験湛水期間の短縮効果と短縮目標を検討する。また、試験湛水における水位の上昇・降下日数の短縮化を図る方策として、上流既設ダムからの応援放流と降下速度上昇の可能性について、技術的な検討を行う。

3. 調査結果

(1) 試験湛水による植物・植生への影響

① 耐水・耐水圧試験

試験湛水期間をどの程度短縮すれば、植物・植生への影響を低減できるのかの目安を確認するために以下の試験を実施した。

試験場所：県立人と自然の博物館(三田市)
冠水期間：平成19年12月5日～平成20年3月4日



図. 耐水試験の実施状況

湛水区域内に生育する貴重種および植生の優占樹種を対象として、遮光した状態の水槽に一定期間水没させた。

試験場所：生野ダム(朝来市)
水没期間：平成19年12月5日～平成20年1月14日



図. 耐水圧試験の実施状況

峡谷を代表する貴重種のサツキを対象に、生野ダムにおいて、一定の水深に一定期間水没させた。

図. 耐水試験・耐水圧試験の結果

区分	調査対象種	冠水期間ごとの生存状況								
		5日	10日	15日	20日	30日	40日	50日	60日	90日
耐水試験	■ヨコグラノキ 【各期間5本】	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■サツキ 【各期間5本】	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■アオヤギバナ 【各期間5本】	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■ツメレンゲ 【各期間5本】	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■キヨスミギボウシ 【各期間5本】	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■アカマツ 【各期間5本】	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■イブキシモツケ 【各期間5本】	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■カワラハンノキ 【各期間5本】	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■ネコヤナギ 【各期間5本】	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■カワヤナギ 【各期間5本】	■	■	■	■	■	■	■	■	■
耐水圧試験	■サツキ(20m深) 【各期間5本】	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■サツキ(32~37m深) 【各期間5本】	■	■	■	■	■	■	■	■	■

試験は2007年12月～2008年3月に実施。カワヤナギについては、試験に用いた苗が不良であったため、2009年に再度試験を実施した。

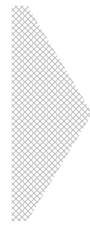
【耐水試験】

- ・アオヤギバナ、キヨスミギボウシ、カワラハンノキは、冠水日数90日で枯死個体が生じた。
- ・ツメレンゲは冠水日数30日から枯死個体が生じ、日数の増加にともない枯死個体数も増加した。
- ・ヨコグラノキ、サツキ、アカマツ、イブキシモツケ、ネコヤナギ、カワヤナギに枯死は認められなかった。

【耐水圧試験】

- ・32~37m深よりも20m深のサツキの枯死個体数が多く、水圧による影響は確認できなかった。

耐水試験 サツキ 90 日冠水



耐水圧試験 サツキ 40 日冠水 (水深 20m)

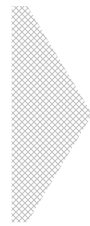


写真. 生存していた試験個体の例

② 他ダムの事例

試験湛水の実施による植生・植物への影響を把握するために、県内の2事例（大日ダム・石井ダム：石井ダムについては試験湛水後に現地調査を実施）について整理するとともに、国内8ダムの調査結果にもとづいて、樹木の冠水日数と生存率との関係について整理した。

ア) 大日ダム（南あわじ市）

- 冠水日数 95 日以上：すべての樹種に枯死が認められ、大半の樹種は 100%枯死していた。
- 冠水日数 29 日：樹種によって 100%生存している種も認められたものの、枯死している樹種も多かった。

表. 大日ダムにおける試験湛水終了後の樹木の生存状況

種名	生活形	冠水日数		
		29日	95日	225日
ヤブニッケイ	常緑高木	100 %	-	-
シャシャンボ	常緑低木	100 %	-	-
マンリョウ	常緑低木	100 %	-	-
アカメガシワ	夏緑高木	100 %	-	-
コマユミ	夏緑低木	100 %	-	-
モチツツジ	夏緑低木	100 %	-	-
エゴノキ	夏緑高木	100 %	-	0 %
アラカシ	常緑高木	79 %	46 %	33 %
ヤブツバキ	常緑高木	76 %	60 %	12 %
ヒサカキ	常緑低木	75 %	50 %	17 %
コナラ	夏緑高木	75 %	0 %	0 %
カマツカ	夏緑中木	67 %	0 %	-
クリ	夏緑高木	50 %	0 %	-
ヒノキ	針葉高木	50 %	-	0 %
ネズミモチ	常緑低木	36 %	0 %	0 %
マルバウツギ	夏緑低木	25 %	0 %	0 %
カクレミノ	常緑高木	0 %	0 %	0 %
ヤブムラサキ	夏緑低木	0 %	0 %	-
コバノガマズミ	夏緑低木	0 %	0 %	-
アオキ	常緑低木	0 %	-	0 %
ヤマザクラ	夏緑高木	0 %	-	0 %
ノグルミ	夏緑高木	0 %	-	0 %
モチノキ	常緑高木	0 %	-	-
イヌツゲ	常緑低木	0 %	-	-
キブシ	夏緑低木	0 %	-	-
カゴノキ	常緑高木	-	0 %	0 %
シロダモ	常緑高木	-	0 %	0 %
スタジイ	常緑高木	-	0 %	-
ハゼノキ	夏緑高木	-	0 %	-
ヤマウルシ	夏緑高木	-	0 %	-
タラノキ	夏緑低木	-	0 %	-
ヤマウグイスカグラ	夏緑低木	-	0 %	-
トベラ	常緑低木	-	-	0 %
ナワシログミ	常緑低木	-	-	0 %
ヌルデ	夏緑中木	-	-	0 %
ガマズミ	夏緑低木	-	-	0 %

※ 数値は生存率。
 ※ 試験湛水終了から2年目の状況。
 ※ 「-」は調査区に生育していなかったことを示す。

イ) 石井ダム（神戸市）

- 冠水日数 57 日以上：すべての個体が枯死していた。
- 冠水日数 45 日以上：正常な状態で生育している個体は認められず、生存個体には葉量の減少など樹勢の低下が認められた。
- 冠水日数 28~45 日：ほぼ正常に生育している個体もあったが、枯死あるいは衰弱している個体も認められた。
- 冠水日数 28 日未満：枯死個体はほとんど認められなかった。



図. 石井ダムにおける試験湛水の実施状況

標高区分	4回目(2007年)	
	冠水日数	冠水期間
EL.232~233m	23	4/18-5/10
EL.231~232m	28	4/14-5/11
EL.230~231m	33	4/10-5/12
EL.229~230m	45	3/31-5/14
EL.228~229m	57	3/20-5/15
EL.227~228m	79	2/27-5/16

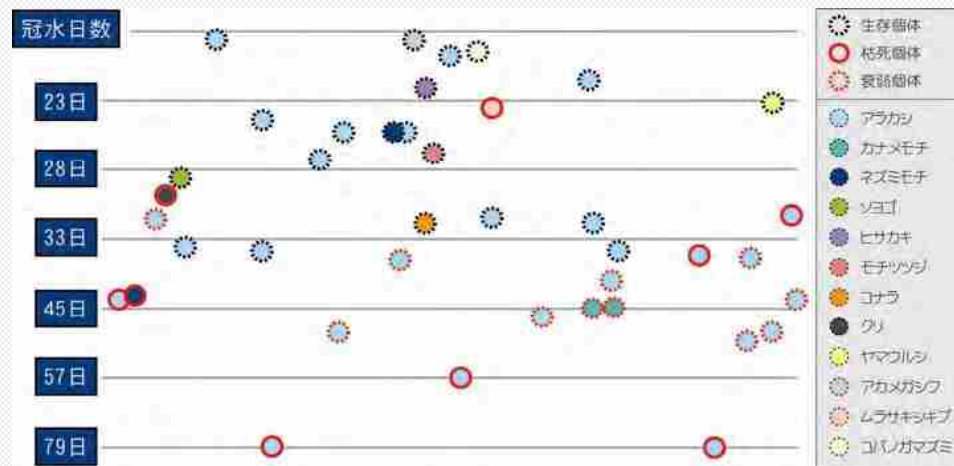


図. 石井ダムにおける試験湛水終了後の樹木の生存状況

※ 試験湛水（第4回）の実施前に生存が確認されたものについて調査。
 ※ 枯死個体、衰弱個体の確認は、試験湛水（第4回）の終了直後に調査。
 ※ 衰弱個体：葉の量が大幅に減少するなど、樹勢の低下が認められた個体。

ウ) 事例の整理（樹木の冠水日数と生存率の関係）

- 樹種により差はあるものの、冠水日数が長くなるにしたがって生存率は徐々に低下する。
- 冠水日数が 30 日を超えると生存率 0%の種が出現し、60 日を超えると生存率は著しく低下する。
- アラカシとサクラ類は、冠水日数 50 日の条件で生存個体がまったくない。

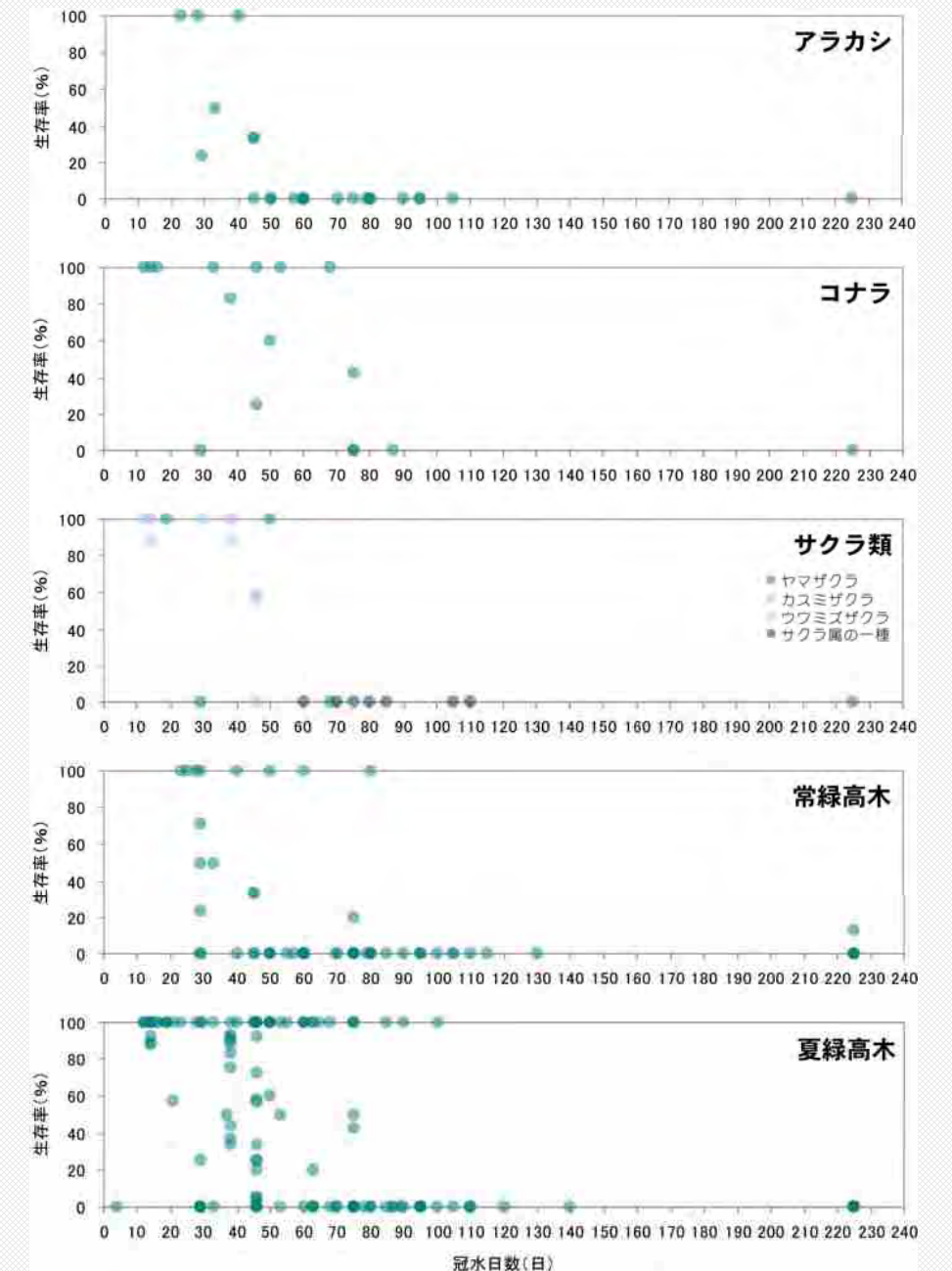


図. 他ダムの事例をもとに整理した冠水日数と枯死率の関係

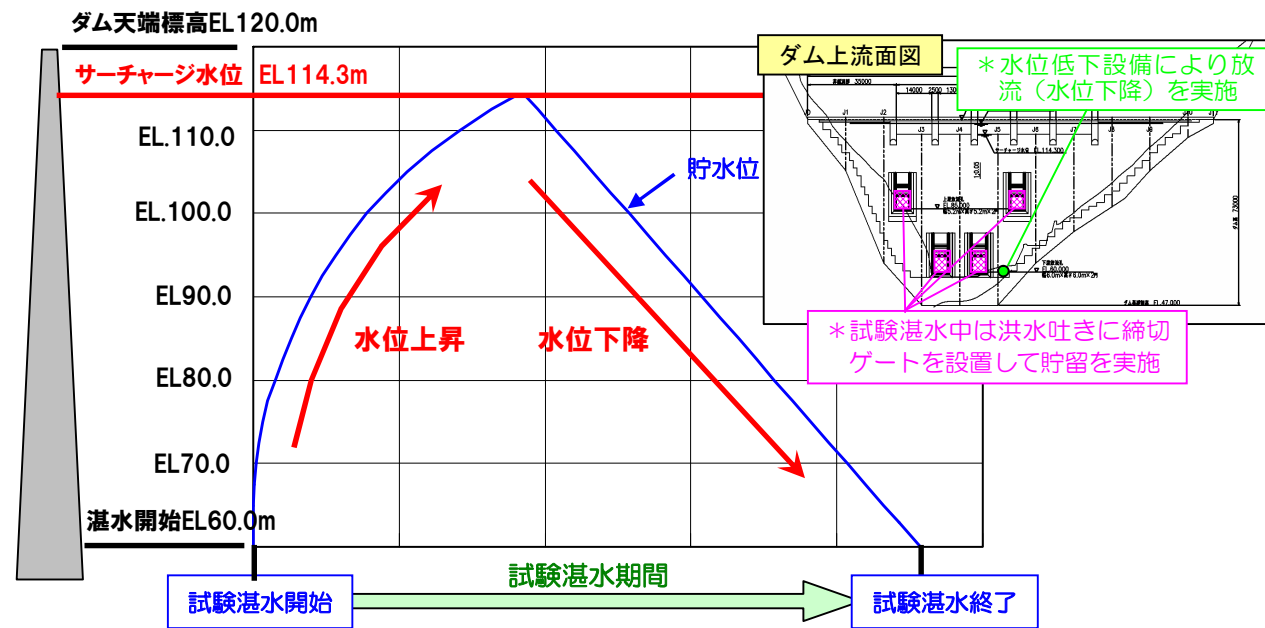
※ 石井ダム（神戸市）、大日ダム・北富士ダム（南あわじ市）、箕面川ダム（大阪府）、千屋ダム（岡山県）、三春ダム（福島県）、早池峰ダム・日向ダム（岩手県）の調査結果をもとに作図。武庫川峡谷の樹林を構成する主要な種のうち事例数の多い種について整理。葉量が大きく減少した個体は枯死として扱った。

(2) 試験湛水期間の短縮化

耐水・耐水圧試験等の結果から、試験湛水による植物・植生への影響を低減するためには、冠水期間を可能な限り短縮することが必要である。また、冠水期間 30~40 日程度を超えると生存率の低下が大きくなることから、試験湛水期間を 30 日程度以下に短縮することを目標として、そのための具体的な方策を検討する。

① 試験湛水の意義

試験湛水とは、通常の管理に移行する前に、サーチャージ水位以下の範囲内で、貯水位を上昇および下降させ、ダム、基礎地盤および貯水池周辺地山の安全性を確認することをいう（「試験湛水実施要領（案）平成 11 年 10 月 建設省河川局開発課」より）。



② 試験湛水実施要領

「試験湛水実施要領（案）平成 11 年 10 月 建設省河川局開発課」およびその関連資料によれば、試験湛水に係る主な項目について、下記の内容が記載されている。

試験湛水開始時期	基本的に非洪水期からの開始とする（閉塞工事の安全性と確実性を考慮）
試験湛水計画の検討	当該ダム地点の最近 10 年以上の実績流量に基づいて検討を実施する
水位の保持	最高水位であるサーチャージ水位においては、少なくとも 24 時間水位を保持し計測・監視を実施する
下降速度	止むを得ない場合を除き、- 1m/日以下とする。但し、必要があると認められる場合には、一定期間の範囲でこれを超える速度で計画的に下降させる。
下流への放流義務	ダムより下流の河川環境や既得の水利使用に支障を与えないよう流入量の範囲内で必要な放流を行わなければならない。

※ 全検討ケースの内、湛水期間の長さが中位のケース（例えば 10 ケースの場合は第 5 番目）を「平水年」と定義し、「平水年」に対して試験湛水計画を立案する。

③ 試験湛水期間短縮化の方策

- 1) **水位上昇時**の短縮方策：上流ダム群からの応援放流の実施し、新規ダムへの流入量を増加させる
- 2) **水位下降時**の短縮方策：水位下降速度（放流量）を大きくする

④ 試験湛水計算条件のまとめ

- ・ 計算期間：平成 5 年～平成 17 年（12 年間…平成 16 年は欠測）
- ・ 計算流量：生瀬橋の実績日流量から流域面積比で換算
- ・ 新規ダムの貯留制限：下流の正常流量（既得用水＋維持流量）を義務放流量として設定
- ・ 試験湛水開始日のケース：2月 1 日、2月 15 日、3月 1 日の 3 ケースを想定
- ・ 水位下降速度：-1m/日、-10m/日の 2 ケースを想定
- ・ 上流ダム群からの応援放流：「青野ダムから応援放流」、「青野ダム＋千苅ダム＋丸山ダムから応援放流」の 2 ケースを想定（10 日間で新規ダムへ応援放流することを想定）

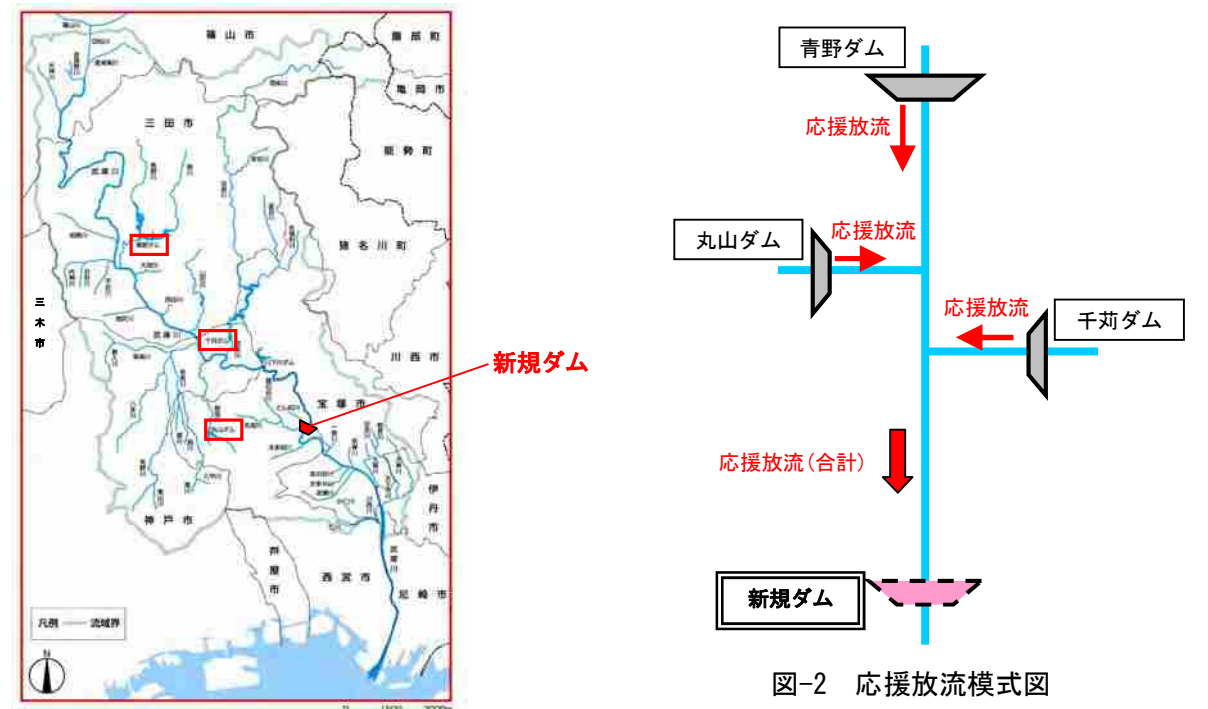


図-1 上流ダム群の位置

図-2 応援放流模式図

短縮化	step1:	応援放流の有無	水位下降速度
	標準的な条件によるシミュレーション	・ 応援放流なし	・ -1m/1 日
	step2:	・ 青野ダム応援放流 ・ 青野ダム＋千苅ダム ・ 丸山ダム応援放流 (応援放流は 2 ケース)	・ -1m/1 日
	step3:	・ 青野ダム応援放流 ・ 青野ダム＋千苅ダム ・ 丸山ダム応援放流 (応援放流は 2 ケース)	・ -10m/1 日

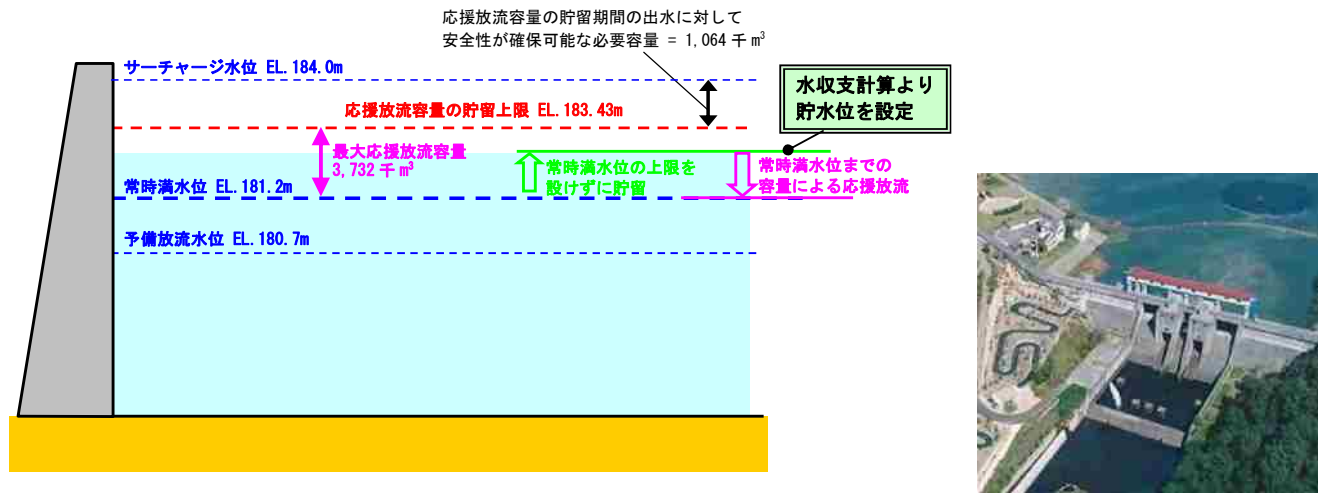
どの程度の短縮が可能か？

図-3 検討フローの整理

⑤ 応援放流容量の設定

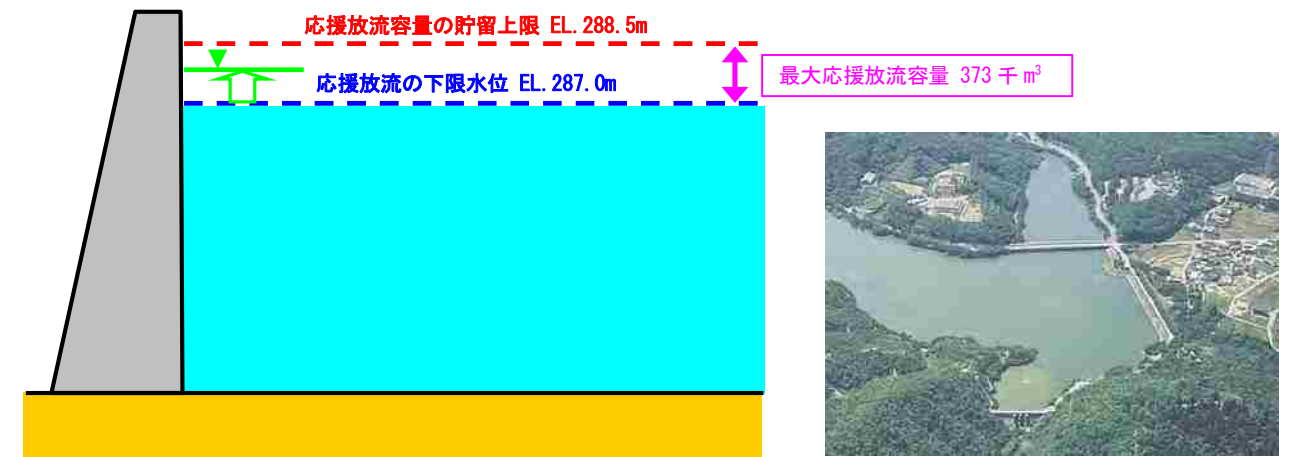
1) 青野ダムにおける応援放流容量貯留条件

- ・非洪水期に必要な洪水調節容量 (1,064 千 m³) を確保した上で、常時満水位より上に貯留することにより、応援放流用の容量を確保する。
- ・下流の既得水利権に対して必要な補給は実施した上で、余剰の水量があれば貯留を行う。
⇒ EL.183.43m~EL.181.2m(常時満水位) の間の容量を用いて応援放流を実施



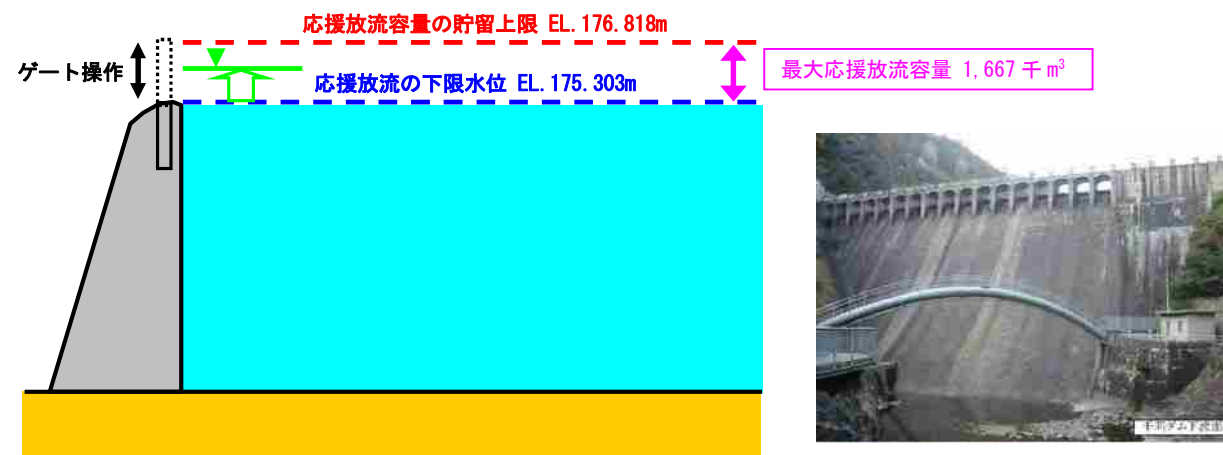
3) 丸山ダムにおける応援放流容量貯留条件

- ・現運用 (年間通じて常時満水位から 1.5m 下げた水位で運用) を勘案し、非洪水期は常時満水位に達するまでは無効放流せずに貯留し、「常時満水位-1.5m 水位」より上の容量を活用して応援放流用の容量を確保する。
⇒ EL.288.5m(常時満水位)~EL.287.0m(常時満水位-1.5m 水位) の間の容量を用いて応援放流を実施



2) 千苅ダムにおける応援放流容量貯留条件

- ・現運用 (洪水期に常時満水位から 1.5m 下げた洪水期制限水位で運用) に基づき、非洪水期からはゲートを上げて貯留し、クレスト敷高より上の容量を活用して応援放流用の容量を確保する。
⇒ EL.176.818m(常時満水位)~EL.175.303m(クレスト敷高) の間の容量を用いて応援放流を実施



⑥ 試験湛水シミュレーションの結果

1) 上流ダム群において確保可能な応援放流量

2月1日応援放流開始のケース（11月1日～2月1日の間で応援放流量を貯留）

試験湛水検討年	青野ダム	千刈ダム	丸山ダム	合計
1993年度	3,733 千m ³	1,523 千m ³	359 千m ³	5,615 千m ³
1994年度	応援放流できない	応援放流できない	応援放流できない	応援放流できない
1995年度	応援放流できない	応援放流できない	応援放流できない	応援放流できない
1996年度	3,733 千m ³	1,661 千m ³	373 千m ³	5,767 千m ³
1997年度	3,733 千m ³	1,667 千m ³	373 千m ³	5,773 千m ³
1998年度	応援放流できない	応援放流できない	189 千m ³	189 千m ³
1999年度	3,286 千m ³	1,667 千m ³	371 千m ³	5,325 千m ³
2000年度	3,733 千m ³	1,667 千m ³	373 千m ³	5,773 千m ³
2001年度	2,055 千m ³	887 千m ³	276 千m ³	3,218 千m ³
2002年度	応援放流できない	1,667 千m ³	362 千m ³	2,030 千m ³
2003年度	3,616 千m ³	1,584 千m ³	336 千m ³	5,535 千m ³
2005年度	216 千m ³	応援放流できない	応援放流できない	216 千m ³

2月15日応援放流開始のケース（11月1日～2月15日の間で応援放流量を貯留）

試験湛水検討年	青野ダム	千刈ダム	丸山ダム	合計
1993年度	3,733 千m ³	1,667 千m ³	372 千m ³	5,772 千m ³
1994年度	応援放流できない	応援放流できない	応援放流できない	応援放流できない
1995年度	応援放流できない	応援放流できない	応援放流できない	応援放流できない
1996年度	3,733 千m ³	1,666 千m ³	367 千m ³	5,766 千m ³
1997年度	3,733 千m ³	1,667 千m ³	373 千m ³	5,773 千m ³
1998年度	応援放流できない	応援放流できない	183 千m ³	183 千m ³
1999年度	3,733 千m ³	1,667 千m ³	373 千m ³	5,773 千m ³
2000年度	3,733 千m ³	1,667 千m ³	373 千m ³	5,773 千m ³
2001年度	2,288 千m ³	906 千m ³	297 千m ³	3,491 千m ³
2002年度	83 千m ³	1,667 千m ³	373 千m ³	2,123 千m ³
2003年度	3,616 千m ³	1,532 千m ³	312 千m ³	5,460 千m ³
2005年度	932 千m ³	応援放流できない	応援放流できない	932 千m ³

3月1日応援放流開始のケース（11月1日～3月1日の間で応援放流量を貯留）

試験湛水検討年	青野ダム	千刈ダム	丸山ダム	合計
1993年度	3,733 千m ³	1,667 千m ³	350 千m ³	5,750 千m ³
1994年度	応援放流できない	応援放流できない	応援放流できない	応援放流できない
1995年度	応援放流できない	応援放流できない	応援放流できない	応援放流できない
1996年度	3,733 千m ³	1,667 千m ³	373 千m ³	5,773 千m ³
1997年度	3,733 千m ³	1,667 千m ³	373 千m ³	5,773 千m ³
1998年度	応援放流できない	応援放流できない	217 千m ³	217 千m ³
1999年度	3,733 千m ³	1,667 千m ³	371 千m ³	5,771 千m ³
2000年度	3,733 千m ³	1,667 千m ³	373 千m ³	5,773 千m ³
2001年度	2,306 千m ³	741 千m ³	295 千m ³	3,343 千m ³
2002年度	1,945 千m ³	1,667 千m ³	373 千m ³	3,985 千m ³
2003年度	3,733 千m ³	1,667 千m ³	344 千m ³	5,745 千m ³
2005年度	2,622 千m ³	1,592 千m ³	209 千m ³	4,423 千m ³

※上表のうち、「応援放流できない」とは、下記の状態を示す。

- ・青野ダム：貯水位が EL.181.2m(常時満水位) 以下
- ・千刈ダム：貯水位が EL.175.303m(クレスト敷高)
- ・丸山ダム：貯水位が EL.287.0m(常時満水位-1.5m 水位)

※ 濁水傾向の年では、上流ダム群から応援放流が実施できない年がある。

2) 結果のまとめ

ケース		応援放流	水位下降速度	結果のまとめ 平水年（12年間で6位）
step1	標準的な条件	なし	-1m/1日	2/1 開始ケース：期間 86日間、終了日 4/27 (2002年度) 2/15 開始ケース：期間 73日間、終了日 4/28 (2002年度) 3/1 開始ケース：期間 71日間、終了日 5/10 (1996年度)
step2	step1 に応援放流を実施した場合	青野ダムを実施	-1m/1日	2/1 開始ケース：期間 86日間、終了日 4/27 (2002年度) 2/15 開始ケース：期間 73日間、終了日 4/28 (2002年度) 3/1 開始ケース：期間 68日間、終了日 5/7 (1997年度)
		青野+千刈+丸山ダムを実施	-1m/1日	2/1 開始ケース：期間 83日間、終了日 4/24 (2002年度) 2/15 開始ケース：期間 72日間、終了日 4/27 (2002年度) 3/1 開始ケース：期間 66日間、終了日 5/5 (1997年度)
step3	step2 に水位下降速度を大きくした場合	青野ダムを実施	-10m/1日	2/1 開始ケース：期間 37日間、終了日 3/9 (2002年度) 2/15 開始ケース：期間 24日間、終了日 3/10 (2002年度) 3/1 開始ケース：期間 19日間、終了日 3/19 (1997年度)
		青野+千刈+丸山ダムを実施	-10m/1日	2/1 開始ケース：期間 34日間、終了日 3/6 (2002年度) 2/15 開始ケース：期間 23日間、終了日 3/9 (2002年度) 3/1 開始ケース：期間 17日間、終了日 3/17 (1997年度)

【計算例】「湛水開始：2月15日、青野+千刈+丸山ダムから応援放流実施、水位下降速度：-10m/日」のケース

年度	開始年月日	保持開始 (S.W.L)	終了年月日	湛水日数	順位	備考
1993	1994年2月15日	1994年2月22日	1994年3月1日	15日	1位	豊水年
1994	1995年2月15日	1995年4月25日	1995年5月2日	77日	12位	
1995	1996年2月15日	1996年3月17日	1996年3月24日	39日	10位	
1996	1997年2月15日	1997年2月24日	1997年3月3日	17日	4位	
1997	1998年2月15日	1998年2月24日	1998年3月3日	17日	4位	
1998	1999年2月15日	1999年2月24日	1999年3月3日	17日	4位	
1999	2000年2月15日	2000年3月6日	2000年3月13日	28日	8位	
2000	2001年2月15日	2001年3月1日	2001年3月8日	22日	5位	
2001	2002年2月15日	2002年3月15日	2002年3月22日	36日	9位	
2002	2003年2月15日	2003年3月2日	2003年3月9日	23日	6位	平水年
2003	2004年2月15日	2004年3月22日	2004年3月29日	44日	11位	
2005	2006年2月15日	2006年3月3日	2006年3月10日	24日	7位	

※全検討ケースの内、湛水期間の長さが中位のケース（上記の場合、12ケースの場合は第6番目）を「平水年」と定義

4. まとめ

(1) 試験湛水による植物・植生への影響

- ・冠水期間が短いほど生存率は高くなることから、影響を緩和するためには、試験湛水の実施期間は可能な限り短く設定することがよい。
- ・冠水期間が30～40日程度を超えると生存率の低下が大きくなる。ただし、冠水期間15日程度の短期間でも枯死している個体があることから、試験湛水の実施期間を短縮したとしても影響を皆無にすることは不可能である。

(2) 試験湛水期間の短縮化

- ・応援放流や水位降下速度の上昇により、試験湛水期間を30日程度以下に短縮することが可能であることが確認できた。
- ・試験湛水期間短縮の実現可能性について、今後、国やダム管理者と協議を行う。

今回の調査結果については、今後、河川審議会環境部会の評価を受けることとしており、その際の意見を踏まえ引き続き検討を進めていく。