

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 【各期間5本】	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	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存
	■サツキ	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存
	■アオヤギバナ	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	枯死
	■ツメレンゲ	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	枯死
	■キヨスミギボウシ	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	枯死
	■アカマツ	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存
	■イブキシモツケ	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存
	■カワラハンノキ	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	枯死
	■ネコヤナギ	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存
	■カワヤナギ	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存
耐水圧試験	■サツキ(20m深)	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存
	■サツキ(32~37m深)	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存	生存

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 %
スダジイ	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

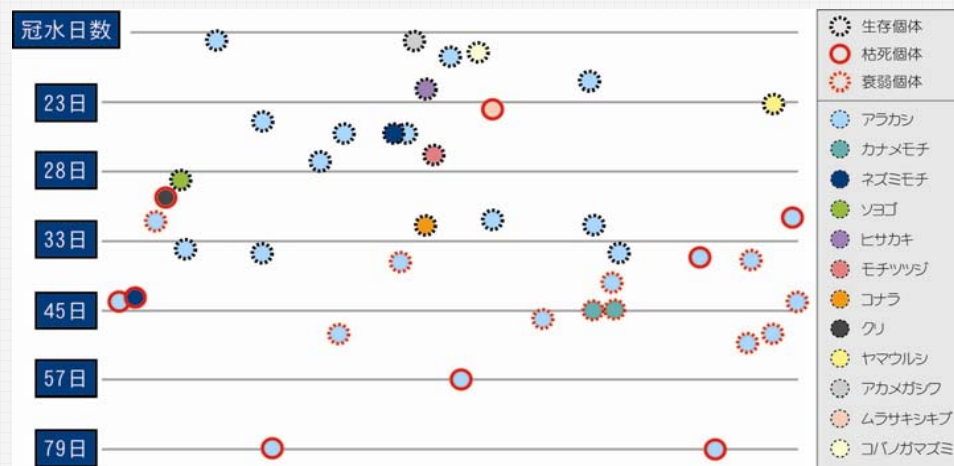


図. 石井ダムにおける試験湛水終了後の樹木の生存状況

※ 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。

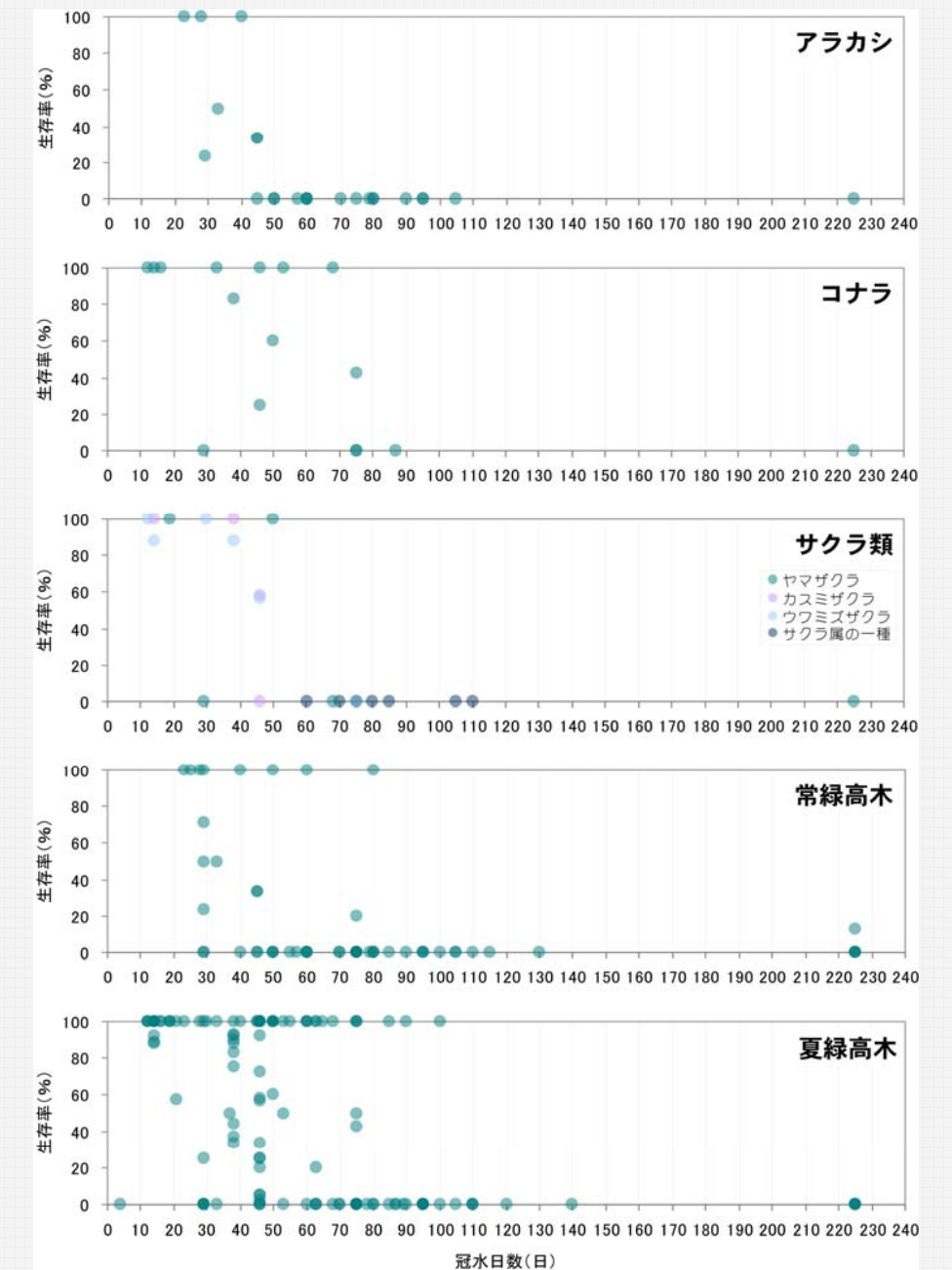


図. 他ダムの事例をもとに整理した冠水日数と枯死率の関係

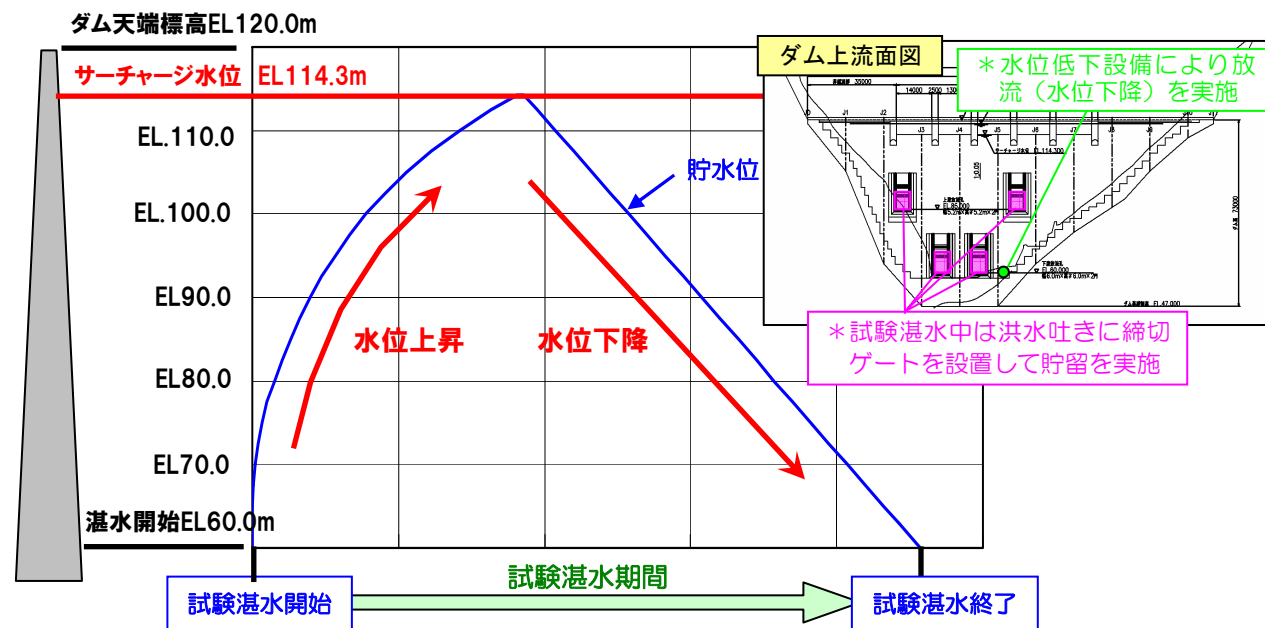
※ 石井ダム（神戸市）、大日ダム・北富士ダム（南あわじ市）、箕面川ダム（大阪府）、千屋ダム（岡山県）、三春ダム（福島県）、早池峰ダム・日向ダム（岩手県）の調査結果をもとに作図。武庫川峡谷の樹林を構成する主要な種のうち事例数の多い種について整理。葉量が大きく減少した個体は枯死として扱った。

(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）

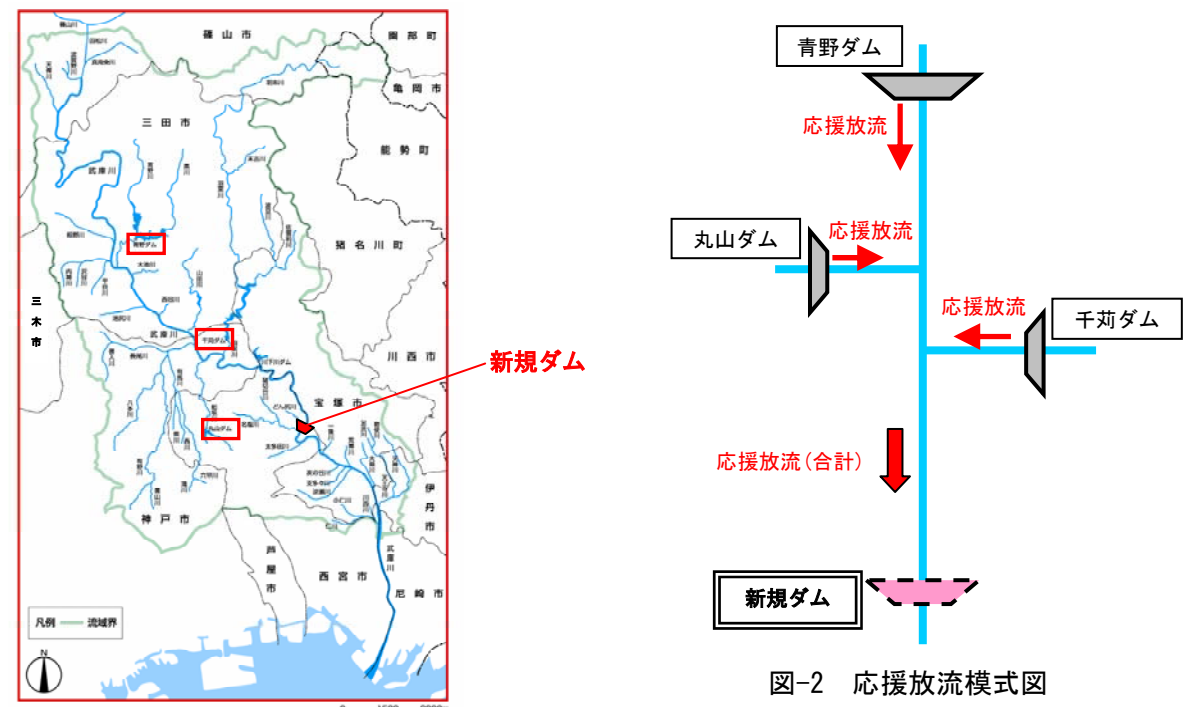


図-1 上流ダム群の位置

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

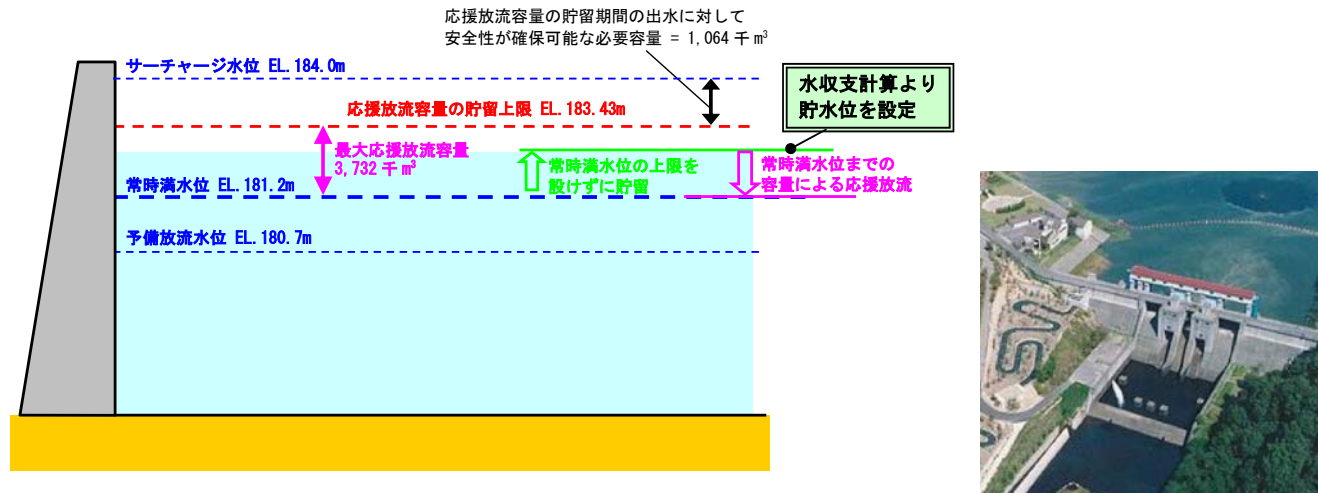
どの程度の短縮が可能か？

図-3 検討フローの整理

⑤ 応援放流容量の設定

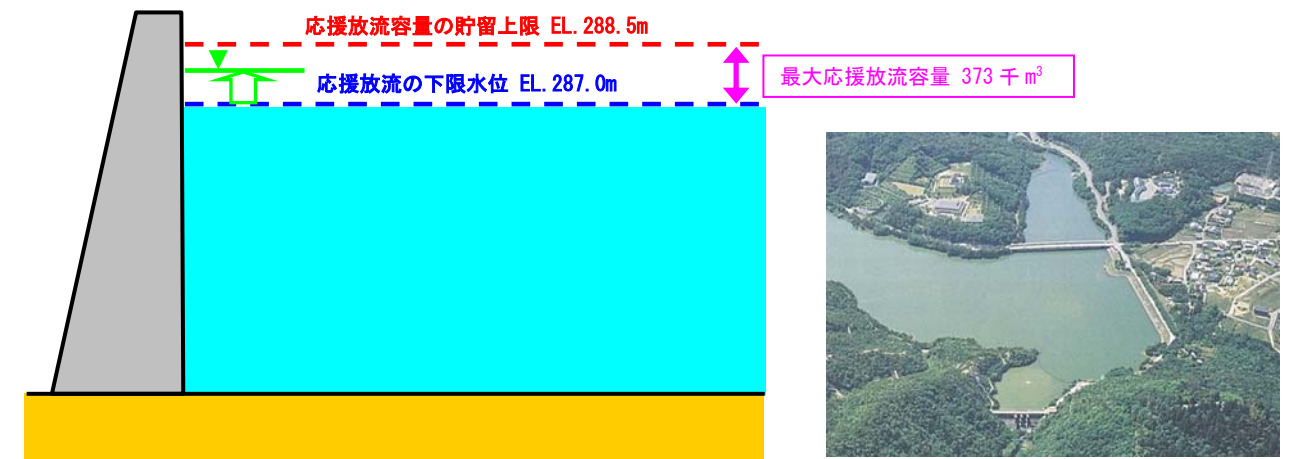
1) 青野ダムにおける応援放流容量貯留条件

- ・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



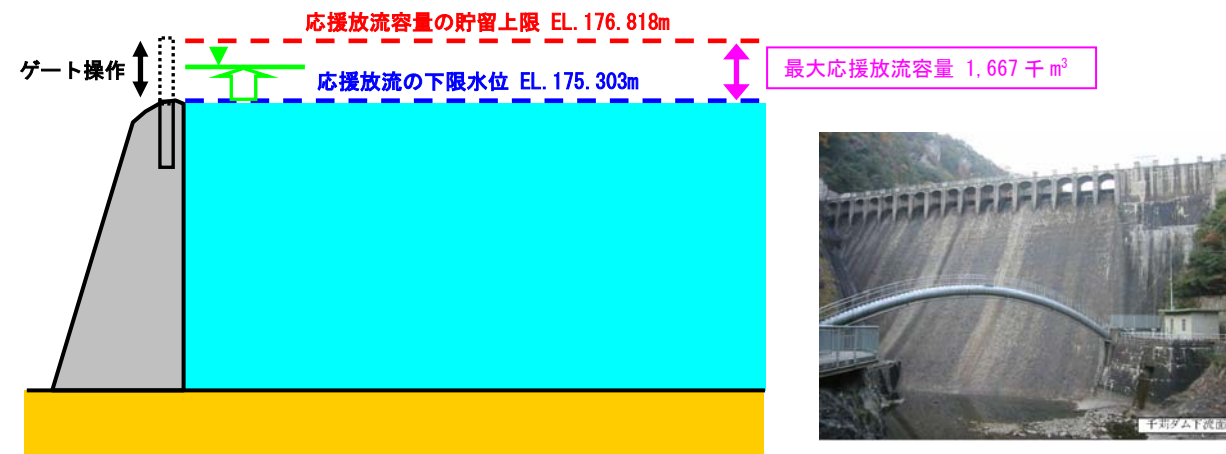
3) 丸山ダムにおける応援放流容量貯留条件

- ・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)

※ 渇水傾向の年では、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。