

サクラマス¹の生息環境に配慮した 堰魚道操作の検討について

川合 重光¹・北垣 潤一²

¹近畿地方整備局 福井河川国道事務所 河川管理第二課（鳴鹿大堰管理所）
（〒910-1211福井県吉田郡永平寺町法寺岡5-26-1）

²近畿地方整備局 福井河川国道事務所 河川管理第二課（鳴鹿大堰管理所）
（〒910-1211福井県吉田郡永平寺町法寺岡5-26-1）

サクラマスレストレーション(サクラマスの聖地といわれている九頭竜川にサクラマスを増やそうと言う取り組みをしている団体)、漁業組合、学識経験者等と連携し、鳴鹿大堰の呼び水流量の調整や、魚道放流量（ソフト面）の堰操作の運用により大型魚(サクラマス)の遡上を実現させた事例であり、その際、小型魚（アユ）及び底生魚の遡上に影響が出てしまわないよう、最適な流量を調整して実施した。

キーワード サクラマス，連携，水量の調整，遡上

1. はじめに

九頭竜川・鳴鹿大堰は、平成16年3月に竣工（平成11年3月から暫定運用開始）している。魚類が遡上するための2種類の可動式魚道を右岸・左岸に設置し、魚道放流量を調整することが出来る構造となっている。魚道の横には遡上する魚たちを魚道へ導くために流水を発生させる呼び水水路を設置している。（図-1）以前にあった旧堰の時代よりも、より多くの種類の魚が川を遡上していることが確認出来ている。

2. 大型魚（サクラマス）の滞留

大堰が竣工してから大堰の適正な管理運用のため毎年フォローアップ調査として底生動物、付着藻類、地下水水位、魚類、水温の現地調査を実施してきたが、底生動物、付着藻類、地下水水位については大堰の適正な運用の結果調査を終結し、現在は魚類と水温について現地調査を継続している。

2010年度のフォローアップ調査の、有識者からの意見で、「夏季に大型魚（サクラマス）が堰直下流の呼び水水路周辺で集魚しており、魚道を有効に利用されていない可能性がある」と指摘された。（図-2）

3. 魚道流量の放流量の変更と大型魚遡上数の改善

(1) 流況調査

サクラマスが集魚行動をするのは呼び水水路からの流れに誘引されているものと仮定して流況の把握を行ったと



図-1 鳴鹿大堰の魚道



図-2 サクラマスの滞留

ころ、2.0m/sを超える高流速が発生しており、魚道入口周辺と呼び水水路周辺での流速差が大きいことが問題であると考えた。(図-3)

(2) 放流パターンの検討

魚道入口周辺と呼び水水路周辺での流速差を極力小さくするため、3通りの水量 (m³/s) の調整をする放流パターンを検討した。(表-1)

(3) 平面二次元解析

平面二次元解析による検討ケースから、最適な放流量を決定した。水量の調整として呼び水水路の流量を1/3とし、魚道流量を3倍としたケース3が遡上に最も効果的であると示唆された。

(図-4)

(4) 放流量変更の試行 その1

呼び水水路の流量を大幅に低減し、魚道流量は実際に2011年度から2015年度までケース3 (1.5m³/s) の放流量で水量の調整を実施し試行的に放流した、あわせて学識者の提言をふまえて通常モード (0.5m³/s) とケース3の中間流量を:ケース4 (0.5m³/s) ケース5 (1.0m³/s) として放流した。アユの遡上には流量が多いと思われたためである。遡上時期である春 (5.6月) と秋 (10.11月) に各流量モードで放流を実施した。

効果を検証したところ通常モードの時よりもケース3及びケース4、ケース5の時に遡上数が多くなる傾向がわかった。(表-2、図-5、図-6、表-3)

個体数の確認は魚道にCCDカメラを設置して実施した。

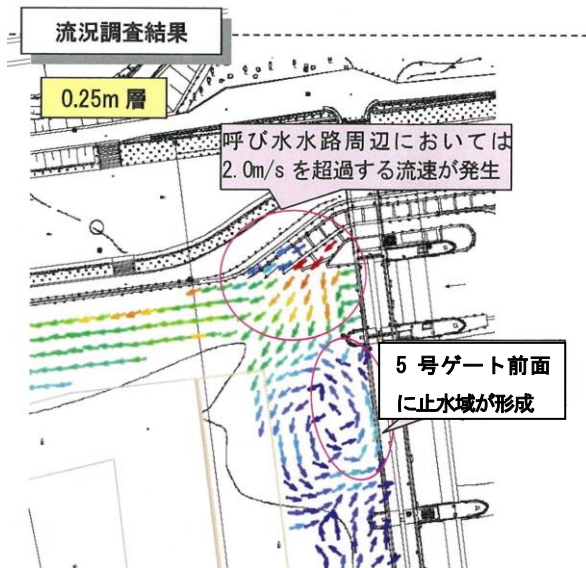


図-3 流況調査結果

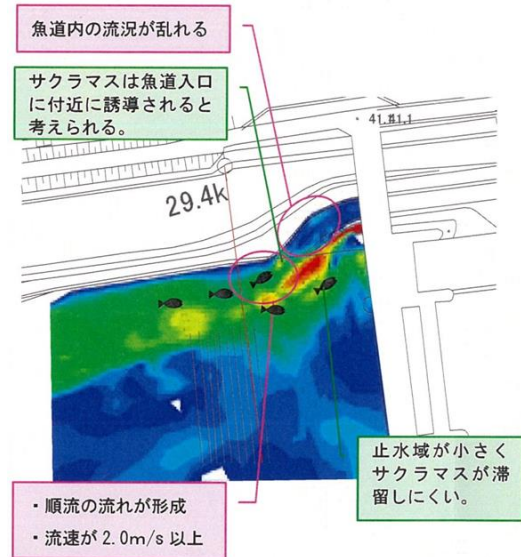


図-4 流況解析結果

表-1 放流パターンの検討 (解析)

検討ケース	魚道	呼び水水路
現状	0.50m ³ /s	15.0m ³ /s
ケース1	1.50m ³ /s	15.0m ³ /s
ケース2	1.50m ³ /s	10.0m ³ /s
ケース3	1.50m ³ /s	5.0m ³ /s

表-2 試行的放流パターン

検討ケース	魚道	呼び水水路
通常モード	0.50m ³ /s	15.00m ³ /s
ケース3	1.50m ³ /s	5.00m ³ /s

放流パターン	魚道	呼び水水路
ケース4	0.50m ³ /s	5.00m ³ /s
ケース5	1.00m ³ /s	5.00m ³ /s

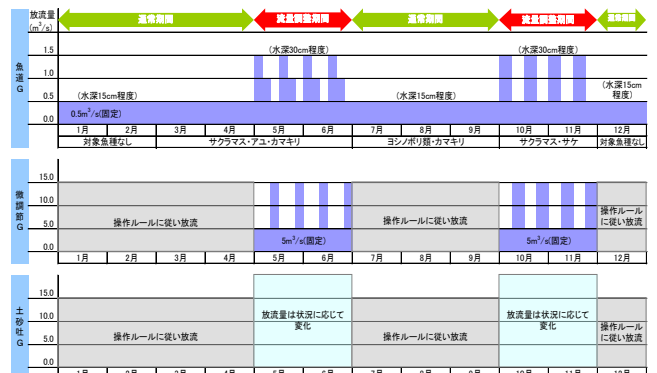
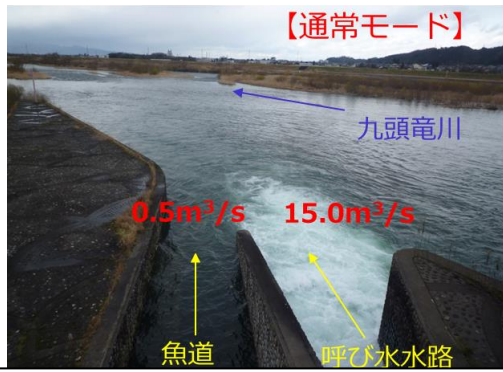


図-5 通年の放流量配分 (2015,年度)



通常モード時は水しぶきの範囲が広く白くめだつ

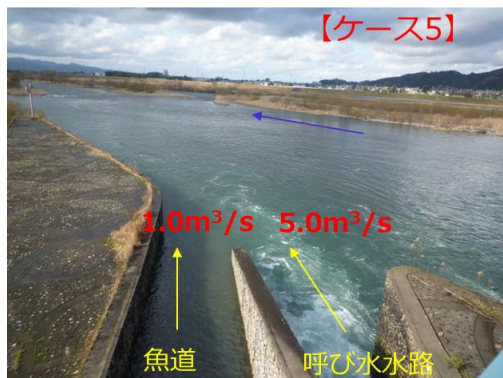
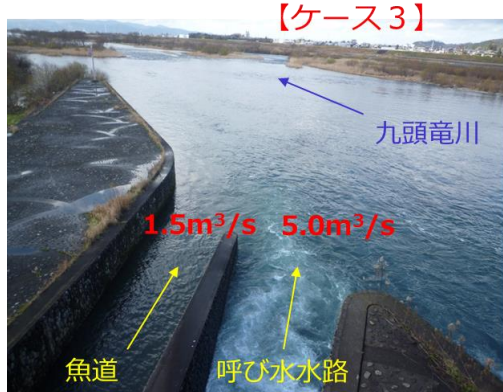


図-6 放流パターンを変更して水量を調整 (左岸魚道付近を撮影 2016年1月7日)

表-3 水量の調整効果

【小型魚 春季】		単位: 個体/日					
放流パターン	魚道流量	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
ケース3	1.5 m³/s	5,076	19,837	15,863	9,883	-	-
ケース4	0.5 m³/s	-	21,173	-	-	-	-
ケース5	1.0 m³/s	-	-	5,869	19,202	6,826	1,221
通常モード	0.5 m³/s	6,694	-	5,863	14,939	-	-

通常モード時の呼び水水路の流量は15m³/sで、その他のケース時は5m³/s

【大型魚 春季】		単位: 個体/日					
放流パターン	魚道流量	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
ケース3	1.5 m³/s	97	308	193	227	-	-
ケース4	0.5 m³/s	-	332	-	-	-	-
ケース5	1.0 m³/s	-	-	202	193	86	83
通常モード	0.5 m³/s	110	-	63	170	-	-

通常モード時の呼び水水路の流量は15m³/sで、その他のケース時は5m³/s

【大型魚 秋季】		単位: 個体/日					
放流パターン	魚道流量	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
ケース3	1.5 m³/s	42	25	27	22	-	-
ケース4	0.5 m³/s	-	-	-	-	-	-
ケース5	1.0 m³/s	-	-	-	-	16	8
通常モード	0.5 m³/s	5	-	19	10	-	-

流量調整(魚道G 1.0m³/s程度【越流水深20cm】微調節G 5.0m³/s)を遡上ピーク時期(5~6月、10~11月)に継続して実施。



図-7 意見交換会で確認した試行運用の放流パターン

(5) 放流量変更の試行 その2

大堰における実際の放流量の管理については、頻りにモード変更することは堰の管理上困難なため、ケース5 (1.0m³/s) の流量に固定して放流を試行することとした。(図-7)

試行した2016年度と2017年度の遡上結果から、大型魚と小型魚が共に良好に遡上することが確認できた。

(表-3)

4. 底生魚(カジカ類)の遡上状況の確認

ケース5で大型魚と小型魚の遡上が良好であることが確認出来たが、2017年度からは、生息地が天然記念物であるカマキリの遡上とカジカ類の遡上への影響を確認するために、2014年度以降に録画したCCDカメラ映像データからカジカ類の映像を抽出し、個体数を確認した。カジカ類の遡上個体数は少ないものの、確認個体数は例年と同程度であり、流量調整による傾向は認められない。魚道流量の変化による底生魚への影響は無い物と判断した。魚道は利用されている。(表-4)

表－4 カジカ類の遡上数

【カジカ属 春季】		単位：個体/日/兩岸			
放流/パターン	魚道 流量	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
ケース3	1.5 m ³ /s	1.0	1.8	-	-
ケース4	0.5 m ³ /s	-	-	-	-
ケース5	1.0 m ³ /s	0.5	1.1	1.2	1.3
通常モード	0.5 m ³ /s	0.0	0.4	1.2	1.3

5. 当初目的の達成と結果

当初のフォローアップ調査の目的であった「夏季に大型魚（サクラマス）が堰直下流の呼び水水路周辺で集魚する」ことについては、試行的放流による調査の結果、適正な呼び水水路と魚道の水量の調整を導き出すことが出来て遡上環境が大きく改善されたことが確認された。今後は春（5.6月）と秋（10.11月）にケース5（1.0m³/s）の流量に固定して放流することとする。

(1) 遊泳魚

大型魚（サクラマス）の遡上及び小型魚（アユ）の遡上に対して流量調整自体の課題はみられない。

(2) 底生魚。

底生魚の魚道の遡上についても魚道を利用していることが確認出来ているため、流量調整自体の課題はみられないと考えているが、カマキリについては遡上個体数、堰下流の現存量が少なく流量調整の効果が明確には検証出来ていない。

サクラマスの生息環境に配慮した堰の魚道操作は、アユや底生魚の遡上にも影響を与えること無く大堰を管理するものであり、今回の試行結果を反映し、大堰の操作規則・細則の改正を行う予定である。

よって当初の目的を達成したため魚類の調査については一旦終結するものとする。

6. 地域との連携

今回の調査を進めるにあたっては、堰魚道に設置したCCDカメラの映像での遡上数の確認だけではなく、サクラマスの産卵状況及びサクラマスの釣果についてはサクラマスレストレーションの調査結果やフィッシングセンター（釣具店）の釣果報告をよりどころとしている。

なおこの団体と地元の学識経験者、土木研究所、漁業組合に意見交換会として参画してもらい、意見を提言していただき業務を実施した。

サクラマスの産卵状況及び釣果数についてはサクラマスレストレーションの調査結果をもとにしており、学術的検証データを扱っている訳では無い。放流量を調整した結果、サクラマスの遡上数が増えているという目安と

している。（表－5、図－7）

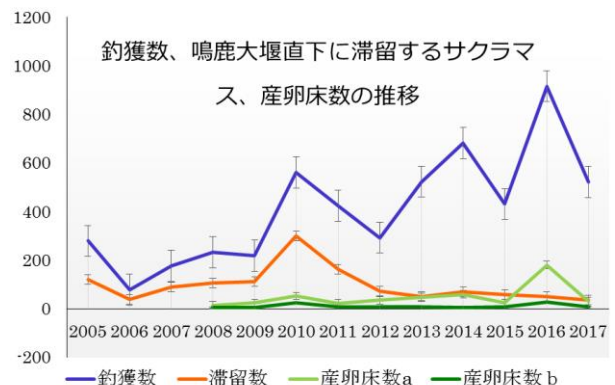
7. おわりに

今回は鳴鹿大堰の呼び水流量の調整や、魚道放流量（ソフト面）の堰操作の運用により大型魚（サクラマス）の遡上を実現させた事例であるが、遡上結果の確認については行政だけの調査は難しく、今回のように地域と連携して実施できれば、河川の利用者（釣り人や漁業組合）も納得出来る結果が導き出せるものと思われる。

今回、サクラマスが良好に遡上することになったが、堰上流域の支川での産卵床に適した礫場が減少しつつある。数少ない礫場へ産卵されている卵を、あとから産卵に来たサクラマスが掘り返して卵を除去してしまい、掘り返した礫場へ新たに卵を産卵するという現象がおり、数少ない産卵床の取り合いが発生している。今後は上流の河川管理者との連携が必要である。

表－5 平成28年産卵床目視確認結果
(サクラマスレストレーション 提供)

河川名	産卵床 確認箇所数
鳴鹿大堰下流	
永平寺川	7箇所
鳴鹿大堰上流	
九頭竜川 (鳴鹿大堰～下荒井堰堤)	1箇所
九頭竜川 (大野市新田付近)	1箇所
的川	なし
吉峰川	3箇所
岩屋川	7箇所
皿川	11箇所
野津又川	なし
滝波川	9箇所
鹿谷川	なし
計	32箇所



産卵床aは鳴鹿大堰上流の本川の一部及び支川
産卵床bは鳴鹿大堰下流の本川及び支川(永平寺川)
2016以降はモード5で放流量を固定

図－7 釣果数、滞留数、産卵床数の推移
(サクラマスレストレーション 提供)