

河川形態変化影響調査－魚道の効果について－IV

卯月雅裕*・矢沢敬三・石崎博美

佐藤 茂・小山忠幸

本調査は、水産庁からの委託により昭和61年度から5ヵ年計画で実施している事業で、河川の高度利用のために設置された取水堰等に設けられている魚道について、その構造、周辺の河床状況、河川環境及び魚類分布等を調査して、魚道の効果を解明し、水産サイドから望まれる魚道の構造と機能を明らかにするものである。

本調査結果は、「漁業公害調査のうち河川形態変化影響調査報告書（魚道の効果について）、平成2年3月（p.1～42）」として報告してあるので、本報ではその概要を報告する。

1 切欠式魚道の構造と機能

1 隔壁の高さ及び切欠に関するモデル実験

魚道隔壁の高さ別の流況に関する実験及び隔壁形状に係る試験（切欠10cm高の幅に関する実験）を実施した。

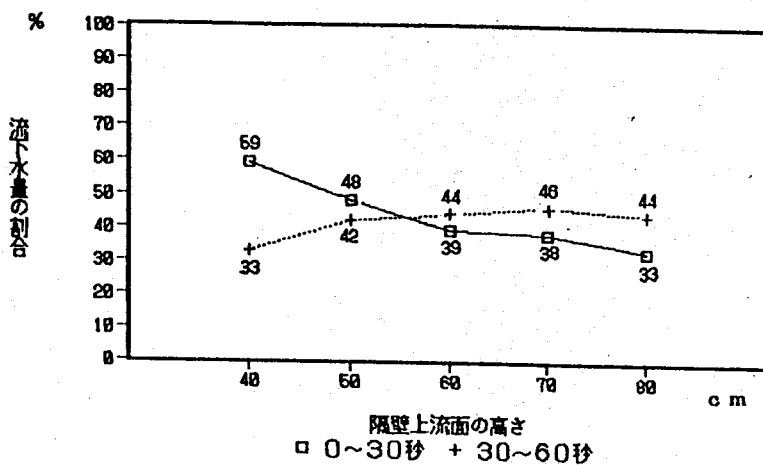
（1）方法

ア モデルの規模

相模川磯部床止工魚道（切欠式、幅員 6.5m、勾配 1/15、隔壁間隔 3 m、隔壁上流面の高さ 60～80cm、隔壁落差 20cm）の 1/5縮尺モデルを利用した。隔壁については、差し込み方式により交換可能なものとした。

隔壁の高さに関する実験では、高さの異なる5種類（実換算40cm, 50cm, 60cm, 70cm, 80cmの 1/5縮尺）の全面越流式隔壁を使用した。

また、切欠10cm高の大きさに関する実験では、前



第1図 魚道プール流水塊の時間経過別流下水量の割合

* 現、農政部水産課

記の実験により適切と考察された高さ60cmの隔壁に、10%幅及び20%幅の切欠10cm高を工作した2種類の1/5縮尺模型を使用した。

イ 模型の通水流量及び測定方法

昭和63年度の模型実験の基準とした魚道の規模においてその通水流量は、 $0.5 \sim 0.7 \text{ m}^3/\text{s}$ (実換算) に維持することが良いと考察されたので、本実験では、流量を $0.7 \text{ m}^3/\text{s}$ と一定にすることとし、1/5縮尺模型の流量として 12.6 l/s を通水し、隔壁の高さ別の実験を実施した。

なお、切欠10cm高の幅に関する実験については、渇水期の流量 0.25 t/s を想定した実験も行い、1/5縮尺模型の流量として 4.47 l/s を通水した。

(2) 結果及び考察

ア 隔壁上流面の高さ

流速の測定値は、 $95 \sim 111 \text{ cm/s}$ の範囲で隔壁の高さの別にかかわらず、実験式 $V_a = (1.15 \log Q + 1.24) \times 10^2$ の流速値 106 cm/s と近似の流速となっている。

プール内の流れは、いずれの高さでも安定しており、潜り流の範囲は、高さ40cmの場合プール全体的に長く、高さが増大するに従って短くなっている。

プール中央部の底層の流速は、白石(1955)が明らかにした魚道内の適正流速 $50 \sim 70 \text{ cm/s}$ の流速が常に存在している。隔壁上流面に近い底層部は、水流の緩衝域で流速の緩い水域となっているが、昭和63年度の本調査の、遡上アユの行動に関する調査で、遡上アユのうち、隔壁を越えてすぐにこの水域に入り2分程滞留するアユの群れがあることを観察している。

第1図は、隔壁が水勢を制御する状況を隔壁の高さ別に比較するためのグラフである。実験は、第2プール上流端中央に 300 cm^3 のポリエチレンベレット(比重0.95)を投入し、第4プールから流れ出るベレットを30秒毎に継続して2回モジ網で受けとめ、これを計量して流下水量の割合を求めた。

グラフが交差している点の隔壁の高さを読み取ると 55.4 cm であるが、この高さの状態は、プール内の水が下段のプールへ流下しようとする水勢と、プール内に居残ろうとする水勢とが等しい状態になるものと考えられる。

隔壁の高さの増加は、水流の緩衝域が広がり、アユの休息域が増えるメリットを生じるが、一方、魚道の

底層を遊泳するアユを上方の落下流刺激から遠ざけることになり、また、魚道建設上の経済的マイナス面も生じる。従って、本魚道規模の場合、隔壁上流面の高さの目安は、 55.4 cm 以上で 60 cm 程度が良いと考察される。

イ 切欠けの大きさ

渇水期の対策としては、隔壁に切欠けが必要である。通水量が $0.7 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合、切欠けの長さが隔壁の10%ではプール内は総体的に潜り流が維持され、20%では切欠け側の側壁に沿ってながれ流が出現する。

また、渇水期を想定した通水量 $0.25 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合、切欠けの長さ10%、20%双方の切欠部前面に潜り流があり、プール内は水量が少ないため穏やかな流況となる。切欠部の流速及び越流流速は、切欠けの長さ10%と20%との間に差は見られず、アユの遡上に支障はないと考察される。

以上から判断すると、本実験規模の場合、切欠けの長さ10%と20%との間にながれ流が現われる境界があるので、10cm高の切欠けの長さは、魚道幅員の10~20%の間で10%に近い長さが良いと考察される。

II 遡上アユの行動に関する調査

魚道がその機能を発揮するためには、魚が魚道の入口に集まることが第一要件であるが、堰堤等河川構築物の下流側に突き出して設置されている魚道の場合には、遡上アユは、堰堤等の直下に滞留する傾向が強い。

そこで、アユを魚道の入口へ誘導する方策を検討するための障害物等によるアユの行動調査及びアユが隔壁を越えやすい条件を見い出すための実験を次のとおり実施した。

(1) 調査項目及び方法

ア 障害物に対するアユの行動実験

(ア) 障害物として各種の色ひも等を利用する実験

円形の流水水槽内に障害物を設置し、流れに遡るアユの遊泳行動を観察した。色彩を変えた10種類の障害物について実験した。

(イ) 各種形状の障害物を利用する実験

アの実験結果から白を基調とした障害物を5種類考案し、アと同じ方法により実験観察した。

(ウ) 誘因物と障害物の組合せによるアユの誘導実験
誘因物(散水、流水)と障害物の組合せを7通りつくり、誘導効果のある組合せを円形水槽内で観察した。

(エ) 現場に設置した障害物に対するアユの誘導実験
道志川道志堰堤下流に障害物を配置して魚道の入口
への誘導実験を実施した。

イ アユの遡上ととび跳ね行動に関する実験

(ア) 魚道プールの落差別水深別アユの遡上実験
魚道隔壁の高さを変化させ、また、アユが跳び上
がる所の水深を変化させた場合の遡上尾数について観
察した。

(イ) 水深階層別アユのとび跳ね実験

アユが落水水に向かってとび跳ねる行動を、水深階
層別に観察した。

(2) 結果及び考察

ア 障害物、誘因物の組合せに対するアユの行動に 関する実験

唐突な形状の物質は、単調な水槽内の不自然な障害
物となってアユを刺激し、その物質に対して忌避行動
をとることが観察された。色ひも白の障害物が一番忌
避反応が強く、忌避反応の持続性も高いことが認めら
れた。

更に、白を基調とした実験結果から第2図の2種の
障害物に忌避反応が強いと考察された。

誘因物と障害物の組合せでは、流水と第2図の障害
物の組合せに効果があり、この場合、流水側にアユが

集中することが観察された。

現場での誘導実験では第2図をそれぞれ10基配置し
て誘導効果を調査したが、魚道入口に設置した水中カ
メラにアユの魚影を観察できなかった。

当該障害物に対する忌避反応については、現場にお
いても効果があることが観察された。

イ アユの遡上と、とび跳ね行動に関する実験

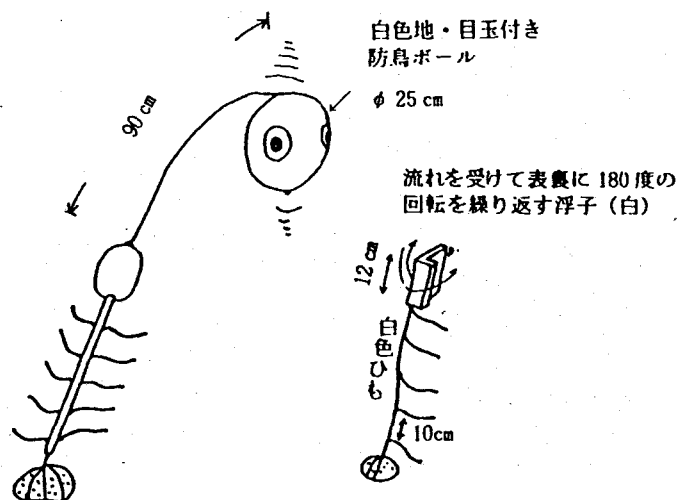
隔壁天端と下流側水面との落差(X)及びアユが跳
び上がる位置の水深(Y)を変化させることによるア
ユの遡上行動調査並びに水深を変化させることによる
アユのとび跳ね行動を観察した。

15種類のXとYの組合せ実験を行い、それぞれ丸1
日の遡上尾数を調査したところ、とび跳ね位置の水深
が20cmで遡上が高くなることが観察された。

また、水深の増減により観察したアユのとび跳ね実
験では、水深が10~20cmで盛んにとび跳ねがあり、
取り分け10~14cmの水深階層でその頻度が高く現わ
れた。この傾向は、水深が増加する場合よりも、減少
する場合の方が強いことが観察された。

III 簡易な水位調整装置の模型実験

増水した際に、魚道の入水部で流入水の一部を流水
誘導壁により溢水路に誘導し、魚道へ向かう水量を減
じて魚道の隔壁越流水位を調整するという発想をもと
に、数種の水位調整モデルを試作した。



第2図 アユの忌避反応の強い障害物の形状 (2種)

(1) 方法

実験に使用した水位調整装置モデルは、全国的に設置例の多い、幅員2メートルの魚道に付設することを想定した1/5縮尺模型である。簡易な構造で、かつ、遡上アユの遊泳能力に適した流速、流況を呈するモデルの構造を第3図の平面図、断面図に示した。

模型実験は、水位調整装置の外側の水位が実換算値で10～50cmまで変動(0cm基準を第3図の第2隔壁天端とした。)する場合に、第2隔壁天端上の越流水深がどう変化するかを調べた。また、プール内の流速流向等の流れの状況を測定、観察して、アユの遡上に適した流況であるかどうかを調べた。

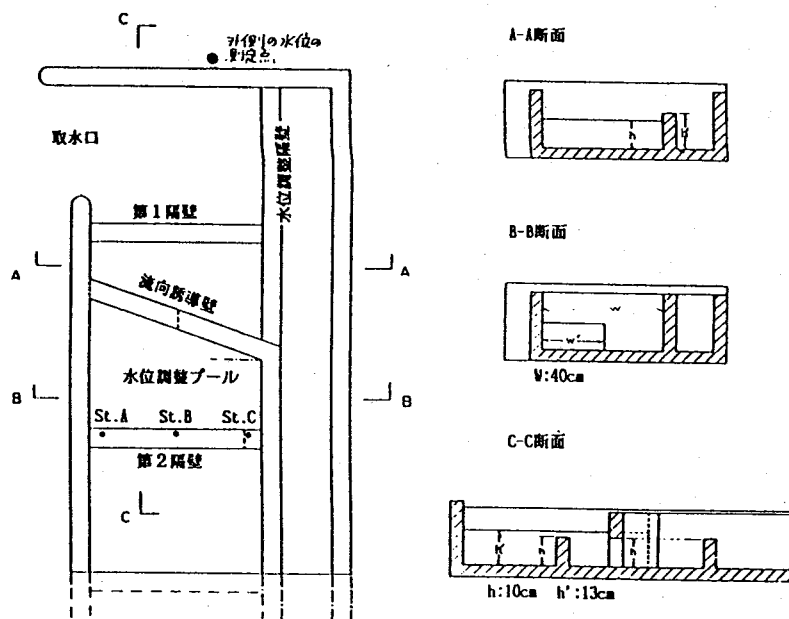
なお、取水口の流入水は、取水口の前面では、流れがほぼ止った状態に保たれるよう調整した。

(2) 結果及び考察

第4図は水位調整装置外側の水位と第2隔壁天端の水位を測定天A, B, Cについて表したものである。外側の水位10～50cmが、第2隔壁天端中央において5～15cmに調整可能であり、取り分け外側の水位が20～50cmの時に調整効果が高く現われる。

調整プール第1隔壁上に速い越流流速が出現するが、取水口に突き出た突起の背後は部分的に低圧となり、速度の遅い領域が形成されるので、この部分がアユの遡上路になると考えられる。

アユが階段式魚道を登り詰めて出口から上流へ向かうためには、魚道プールの各段毎にアユの適正流速が存在すること及び隔壁天端でアユの最大流速を越える流速がないことが登れる魚道の必要条件であり、魚道



第3図 魚道水位調整装置の平面図と断面図(幅員2mの魚道に付設する場合の1/5縮尺模型)

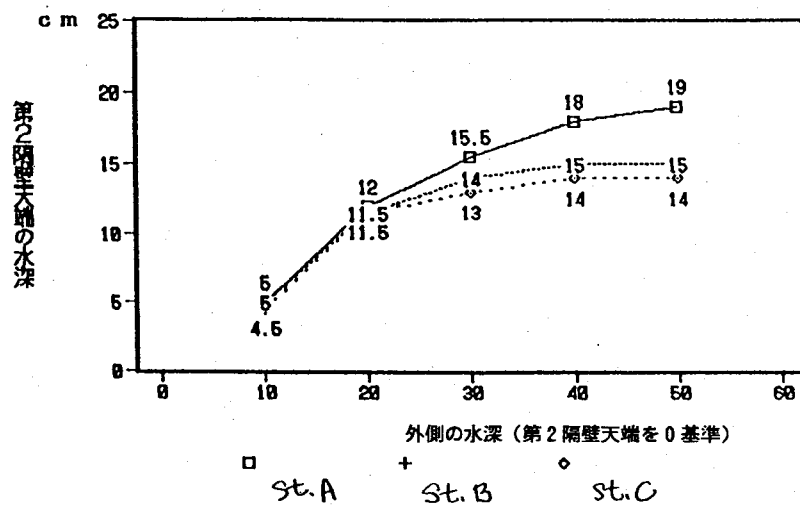
の最上段に付設する本調整プールにあっても同様の条件が要求される。これを踏まえて調整プール内の流速及び流況をみると、本水位調整装置の構造はかかる条件を充たしていると考察される。

IV 魚道の改善に関する検討

河内川水位観測所堰堤魚道は自然石植込型の平面式魚道であるが、勾配が急なため魚が上りにくい魚道となっている。

既設魚道の状況、堰堤下流端における魚の行動観察

および河川水位の変動に関する調査、測量等を行い、
魚道の設計改善案を検討した。



第4図 水位調整外側の水深と第2隔壁天端の水深