

室内実験におけるアユの跳躍行動に関する画像解析

Image Analysis of Springing Sweetfish in Laboratory Flume

馬淵和三* 板垣 博** 平松 研** 櫛田知佳**

Kazumi MABUCHI*, Hiroshi ITAGAKI**, Ken HIRAMATSU**, Chika KUSHIDA**

1. はじめに

アユが階段式魚道を跳躍せずに遡上するためには越流水深が 30cm 以上必要であり，休息や適切な遡上誘導のためにプール部の水深は 1.0m¹⁾あるいは 60～80cm²⁾とするのがよいとされてきた．しかし，河川構造物の状況によっては十分な水深をとることができない場合もあり，階段式魚道においてもしばしばアユの跳躍が見られる³⁾．

木曾川水系揖斐川支流根尾川における床固工直下流に設けられた水叩工部では，観察時において水深が，第 3 床固工右岸側が 10cm 程度，第 7 床固工右岸側が水深 20cm 程度，第 8 床固工右岸側が 15cm 程度であるにもかかわらず，大量のアユが跳躍を繰り返されているのが確認されている．さらに水深が 80cm 程度の第 3 床固工左岸側において，水中を観察したところ，水面付近のアユがいきなり跳躍するという行動が多く見られた．すなわち，これらは跳躍にあまり大きな水深が必要でないことを示唆している．また，これまでの実験により，魚道距離が大きくなければ，アユはあまり休息をとらずに一気に魚道を遡上する傾向が見られることが分かっている．これらのことから，段差および魚道距離があまり大きくないプールタイプ魚道では，ある程度の跳躍を容認することにより，越流水深およびプール水深を小さくすることが可能ではないだろうか．本研究では，前提条件となるアユの跳躍特性を室内実験および事後処理である画像解析により検証することを目的とする．



図 1：浅い水深でも跳躍するアユ

2. 室内におけるアユの跳躍行動実験方法

実験では，アクリル製の水路（幅 30 cm×長さ 180 cm×高さ 50 cm）の上下流に水槽を設け，水を上流側の水槽からアクリル板斜面（幅 30 cm×長さ 85 cm，傾斜角度約 60°）に沿って流下させる．また，水路下流端の水深調節板により水面高さを，インバータ付ポンプで流量を調節する(図 2)．この水路に慣らし泳ぎを済ませた供試魚(琵琶湖産養殖アユ，平均全長 12cm，23～50 匹)を遊泳させ，跳躍する状況をビデオカメラで撮影，解析する．

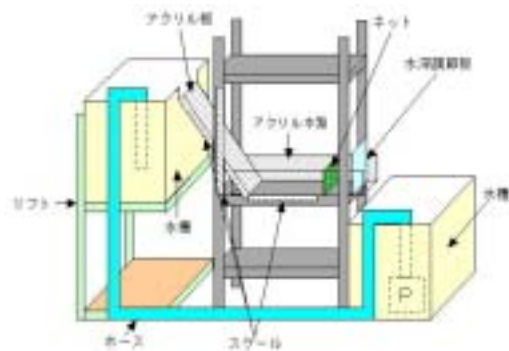


図 2：実験水路概要図

* 岐阜大学大学院連合農学研究科/株式会社山辰組，The United Graduate School of Agricultural Science, Gifu University./Yamatatsu-gumi Construction Company

** 岐阜大学農学部，Faculty of Agriculture, Gifu University

キーワード：魚道，アユの跳躍，プール水深

3. アユの跳躍行動とプール水深

録画したビデオ画像を 1/30 秒単位に分割し、各コマにおけるアユの頭部（重心部）をプロットすることによりアユの跳躍軌跡および遊泳速度を求めた。図 2 は最も浅い設定の水深 13 cm、流量 3.03L/s の場合の跳躍軌跡例を示したものである。跳躍を「魚体が水面より上に出る前の最終動作」、跳躍のための助走を「時間変化に伴い遊泳速度が上昇していくこと」と定義して、解析を行った結果、どの跳躍においても、跳躍直前まで不規則に遊泳速度が増減しており、アユは助走をせずに跳躍するとの結論に達した。一方、表 1 にあるように、流量によって跳躍高度に差は出なかったものの、流量 3.03L/s 時に、水深 24cm と 13cm では平均 7cm 程度の差が見られたため、さらに跳躍の角度と距離について調べた結果、同ケースでは角度に平均 61 度と 44 度という差が見られるが、距離は大きく変わらないことが明らかとなった。すなわち、魚道プール部には、助走のための水深は必要ないが、必要な跳躍角度を得るための水深が必要であるといえる。



図 3：アユの跳躍軌跡

表 1：アユの跳躍高度

流量(L/s)	水深(cm)	跳躍高度(cm)		
		平均	最大	最小
2.11	24.0	19.0	24.0	7.5
	22.3	20.0	31.0	7.0
3.03	24.0	19.1	30.0	8.5
	13.0	12.3	20.5	3.5

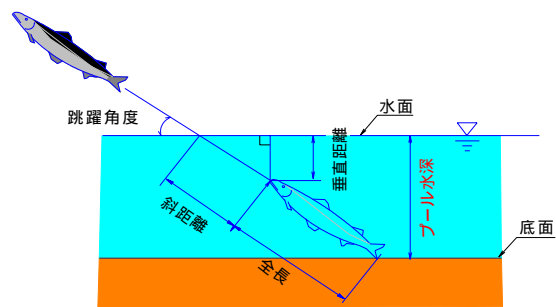


図 4：魚道のプール水深検討図

具体的にアユの跳躍に必要な魚道のプール水深(以下、最小水深)を求めるため、以下の計算を行った。実験で得られた水面から跳躍開始時点のアユの頭部までの垂直距離とアユの平均全長の跳躍角度正弦距離を加算したものを最小水深とする(図 4)。実験結果全体の平均値から算出したところ、最小水深は 18.2cm となった。アユの全長分の距離を除くと頭部から水面までの水深は 8.6cm となる(データの中には 0cm というものもある)。跳躍開始前のアユの姿勢は水平方向を保つもの、斜め横向きになるものなど様々であるが、水面に垂直に向かうものはいないため、この算出結果でも実際の最小水深に比べて余裕があると考えられる。

4. まとめ

従来の多くの階段式魚道はプール水深 60 cm ~ 80 cm を確保して設置されてきたが、状況に応じては 20cm 程度のプール水深で魚道を設置することが可能であることが明らかとなった。このような魚道では、建設コストの大幅縮減、プール内に堆積する土砂の除去作業の省略など、多くの利点が考えられる。現地データをさらに収集することにより、跳躍行動をさらに明確にしていきたい。

参考文献：1)農業土木学会：農士ハンドブック,256-259, 1989/ 2)ダム水源環境整備センター編，最新魚道の設計，242-243, 1998/ 3)たとえば，小山長雄，アユの生態，中公新書，1978