

大田原堰魚道におけるアユの遡上実験報告

A STUDY ON UPSTREAM MIGRATION OF AYU
AT OTAWARA BARRAGE FISHWAY

佐合純造¹・本多卓志²・大木孝志³・田中直也⁴

Zyunzou SAGOU, Takusyi HONDA, Takasyi OOKI and Naoya TANAKA

¹正会員 工修 建設省岡山河川工事事務所長 (〒 700 岡山市鹿田町二丁目 4 番 36 号)

²建設省岡山河川工事事務所 工務課長 (同上)

³建設省岡山河川工事事務所 工務第一係長 (同上)

⁴建設省岡山河川工事事務所 工務課 (同上)

The following is to report the results of the experiment on upstream migration of ayu, which was conducted at the pool-and-weir fishway (it has slant weirs and orifices).

The experiment was conducted in three patterns; 1) no cobble on the bottom of fishway; 2) cobbles are spotted on the bottom; 3) the bottom surface is completely covered with cobbles. Then the effect of this fishway was examined, and the influence that the cobble arrangement on the bottom has on upstream migration of ayu was studied. The results are as follows.

(1) The structure of the above-mentioned fishway is highly effective in upstream migration of ayu.

(2) The effect on upstream migration of ayu increases when the bottom of the fishway is completely covered with cobbles.

(3) It is more effective when orifices are placed to touch the sidewalls and bottom.

Key Words: a pool-and-weir fishway, weir, orifice, ayu, upstream migration, cobbles

1. はじめに

近年、魚道の設置については、多様な魚種が自由に遡上できる魚道や、種々の流量条件に対応可能な魚道など、魚道に対する要求も多岐にわたるようになってきている。そのため、従来よりも機能を向上させていく必要が生じており、より効果的な魚道の開発を目指して様々な調査・研究が行われている。

本報告は、これらを背景として、現在建設中の大田原堰の左岸魚道において実施したアユの遡上実験結果の報告である。

2. 大田原堰の概要

岡山県東部を流れる1級河川吉井川の左支川金剛川に建設中の大田原堰は、吉井川の合流地点から上流約2.2km付近に位置し、その上下流には、山崎堰、大田原堰の固定堰がある。両堰は、農業用水取水のための堰である。しかし、両堰は天端高が計画河床より1.5～1.8m高い固定堰のため、

河道の洪水流下能力を著しく阻害している。このため、2つの堰を統合し可動堰に改築するため、平成5年度から特定構造物改築事業により、現大田原堰の下流にゴム引布製起伏堰を建設中である。大田原堰の位置を図-1に示す。

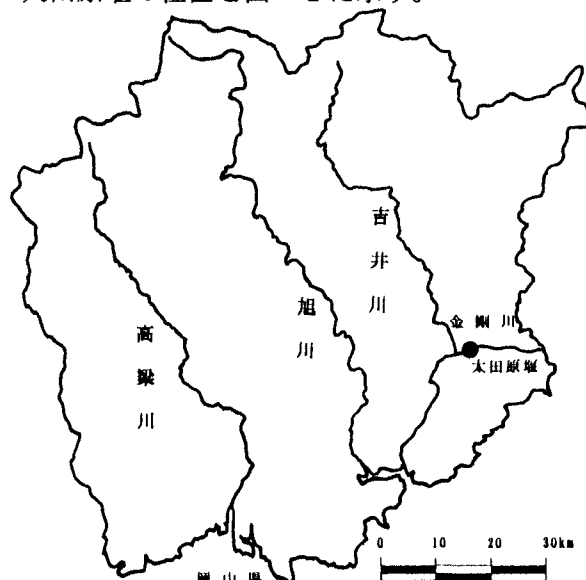


図-1 大田原堰位置図

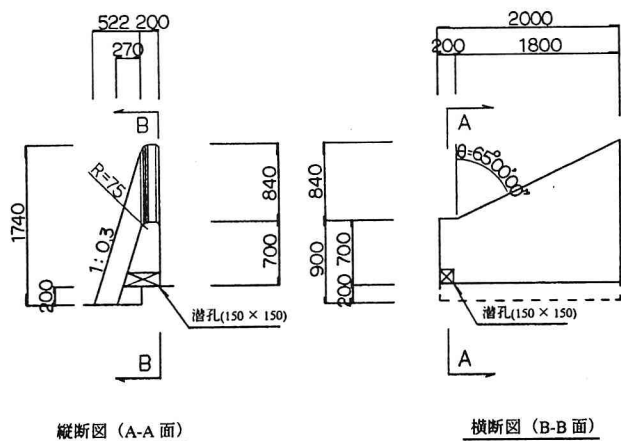


図-2 隔壁構造図

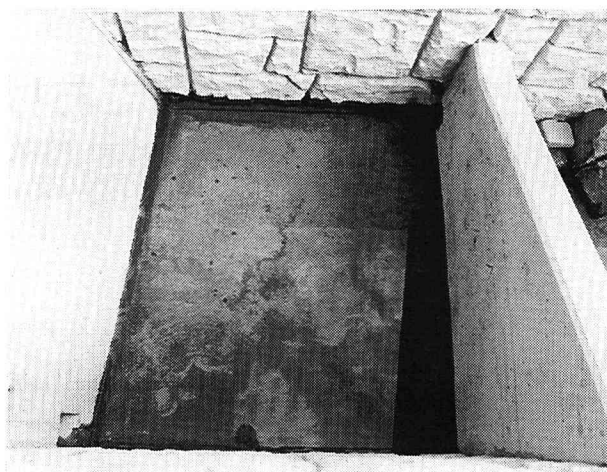


写真-2 粗石なしの状態

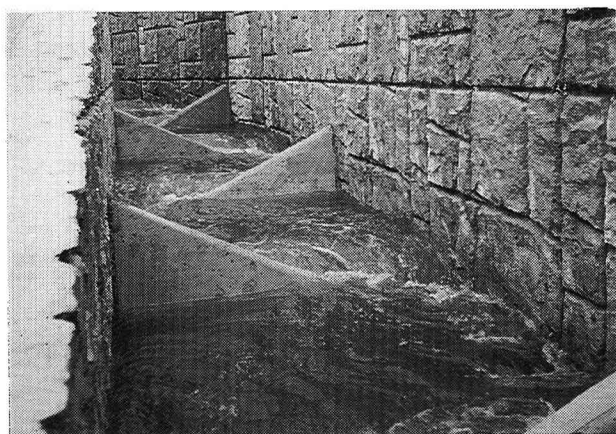


写真-1 構造写真

3. 実験内容

(1) 目的

魚道はコンクリート打設のままの状態よりも、魚道内に敷石をすることによって、①魚道内を自然の河床に近似させ魚に違和感を与えない。②底面流が自然に近いものとなり部分的に流れが緩やかになる。③遡上魚の休憩行動及び外敵からの逃避行動に有効である。④底生魚の遡上効果が向上する等の効果が期待されている¹⁾。

本報告では、魚道の効果の検証を行うとともに魚道底面の粗石の配置がアユの遡上にどのように影響するかの検討を行うことを目的として行った。

(2) 魚道の構造

今回遡上実験を行った大田原堰の左岸側魚道は、延長 76m、幅 2.0m、勾配 1/15 のプールタイプの階段式魚道である。

各プールを隔てる壁（以下隔壁とする）の構造

は、隔壁越流水の流れを連続的に変化させ、アユ以外の魚類の遡上にも適応できる構造とすること²⁾、及び流量が少ない時でも越流水深を確保できることを考慮して片勾配とした。また、天端厚を薄くすること、下流側に丸みをもたせ越流水の剥離を抑制すること等、魚の遡上に配慮した構造とした。また、片勾配をつけた低い側の底部には、底生魚の遡上と土砂吐きの機能を考慮して 15×15 cm の潜孔をつけた。

魚道構造を図-2 及び写真-1 に示す。

(3) 実験内容

実験は、ポンプアップにより魚道計画流量である 0.2m³/s を一定量通水した状態において、魚道底面に粗石なしでコンクリートのままの状態と、底面に千鳥状に粗石を点在させた状態、底面の全面に粗石を配置した状態の 3 パタ

ーンで行った。実験に用いたアユは、稚アユ時の遡上特性を維持させるため、極力餌を与えずに飼育した小型アユ（体長：61mm～100mm、平均 76mm）と通常に飼育した大型アユ（体長：137mm～174mm、平均 152mm）を 100～300 尾程度用いて、計 3 回遡上実験を行い、遡上数、魚道内でのアユの挙動観察を行った。

各底面の状況を写真-2～4、実験に用いたアユの個体数と体長組成を表-1 に示す。

(4) 実験方法

実験日前日の夕方から魚道下流端のプールに設置した生け簀内にアユを放流し水に慣らした後、翌朝に実験を行った。実験時間は、9:00～19:00 までとし、1 時間毎に各プール内にいるアユの個体数をカウントするとともに、アユの状況を水中目視観察及び水中ビデオ等により記録した。

19:00 の実験終了時には、各プール毎にアユを

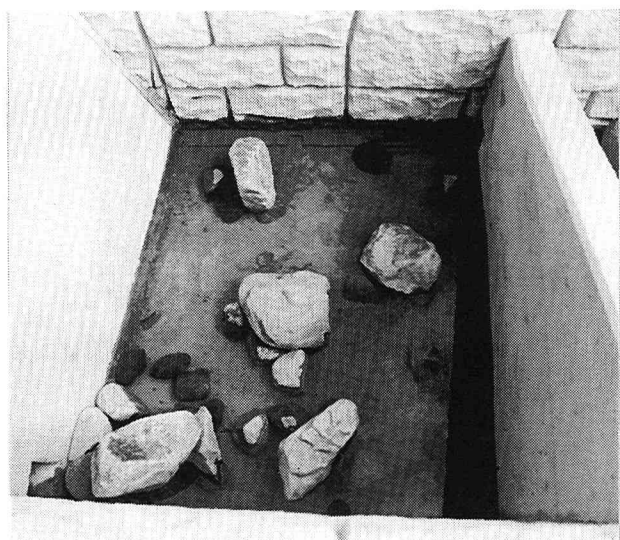


写真-3 粗石を点在した状態



写真-4 全面に粗石を配置した状態

表-1 魚道底面の状況と実験アユ数及び体長組成

		放流 個体数	全長(mm)			体長(mm)			体高(mm)			体重(g)		
			平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
小型 個体	粗石なし	102	89	112	75	74	95	61	14	18	11	5	9	3
	点在	100	91	109	76	75	99	61	13	17	10	6	11	3
	全面配置	107	96	124	80	79	100	65	14	18	11	7	14	3
	合計	309	92	124	75	76	100	61	14	18	10	6	14	3
大型 個体	点在	102	174	188	164	146	158	137	31	35	28	46	53	39
	全面配置	200	183	202	167	155	174	142	33	38	29	54	73	41
	合計	302	180	202	164	152	174	137	32	38	28	51	73	39

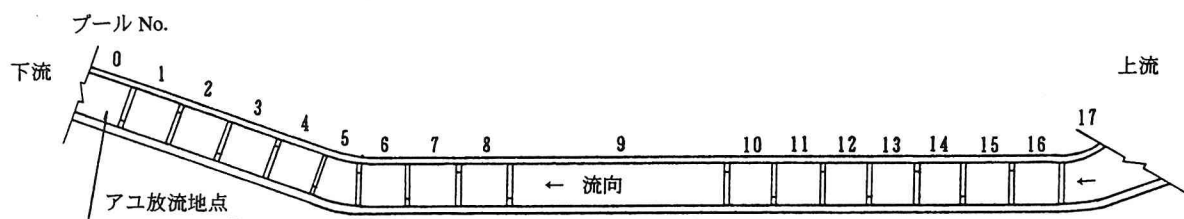


図-3 魚道平面図

捕獲し、個体数等を測定した。

図-3に魚道全体の平面図を示す。

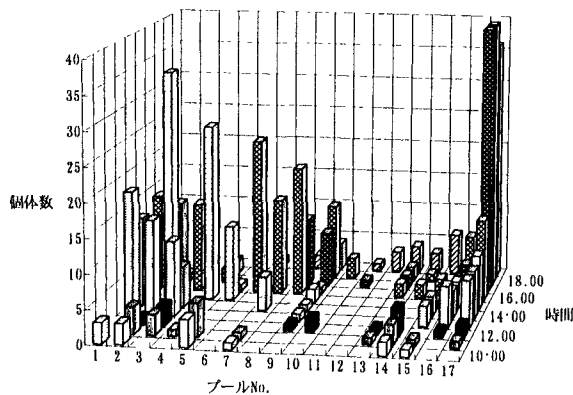
4. 実験結果

(1) 粗石なしの状態（7月11日）での実験結果

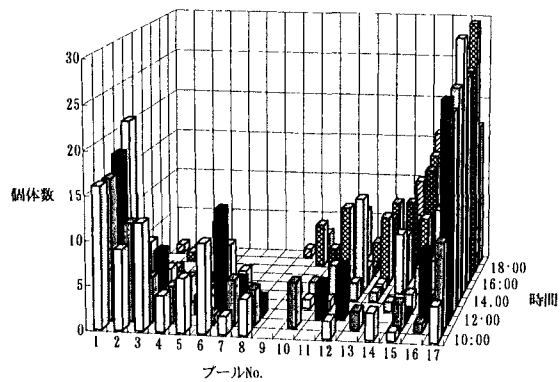
各時間における各プール内のアユの個体数を、図-4に示す。

放流直後は、あまり遡上を見ることはできなかったが、13:00、16:00、19:00には比較的大きな遡上の群が見られた。

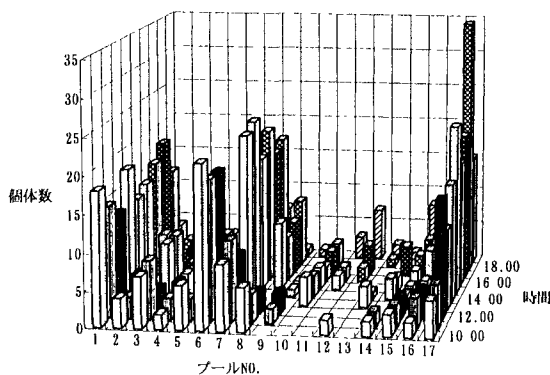
小型アユを102尾放流したうち、放流地点から上流への遡上が確認されたアユの個体数は、63尾（62%）で、そのうち上流端のプールまで遡上した個体数は、36尾（35%）であった。また、一度上流端のプールまで遡上した個体が、その後プール No. 15~17間を行き来している様子が観察されているのでこの個体数を遡上個体と見なすと43尾



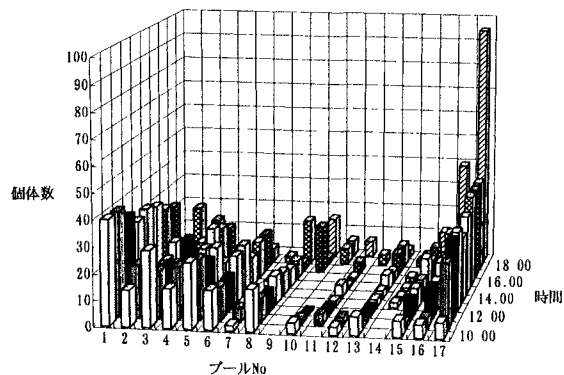
図－４ 小型個体の個体数（粗石なし）



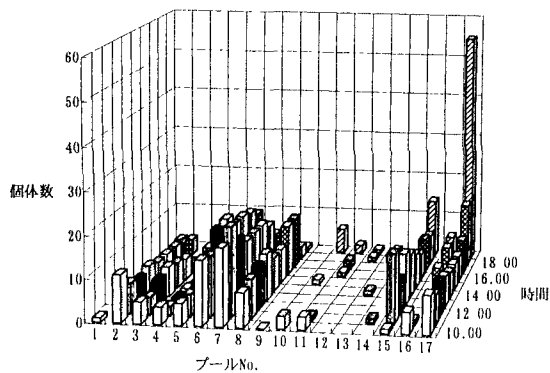
図－７ 小型個体の個体数（全面配置）



図－５ 小型個体の個体数（点在）



図－８ 大型個体の個体数（全面配置）



図－６ 大型個体の個体数（点在）

（４２％）が遡上していた。

（２）粗石を点在させた状態（７月１６日）での実験結果

各時間における各プール内のアユの個体数を、図－５及び６に示す。

放流直後は、小型、大型とも上流部へ１０数個体の遡上が観察されたが、多くの個体は中流部までの移動しか見られなかった。しかし、１６：００に大きな遡上の群が確認された。

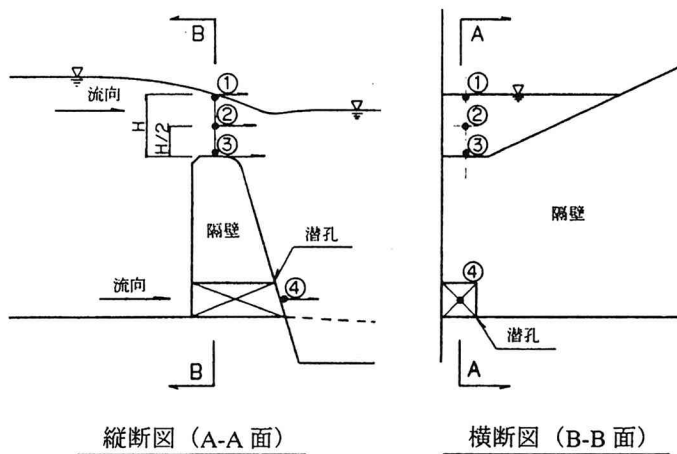
小型アユは１００尾放流のうち上流へ６２尾（６２％）の遡上が確認された。このうち上流端のプールに１５尾（１５％）遡上した。また、プール No. １５～１７の間は、２９尾（２９％）遡上した。

大型アユは、１０２尾放流のうち、１０１尾（９９％）上流への遡上が確認された。このうち上流端のプールに５５尾（５４％）遡上した。また、プール No. １５～１７の間は、７４尾（７３％）遡上した。

（３）全面に配置した状態（７月３０日）での実験結果

各時間における各プール内のアユの個体数を、図－７及び８に示す。

小型は、放流直後は主に中段付近への移動しか見られなかったが、１３：００～１５：００の間に大きな遡上の群が見られほとんどの個体が上流部へ遡上



図－９ 流速測定部位



写真－５ 粗石下流に群れるアユ

表－２ 流速測定結果

測定部位		粗石なし	点在	全面配置
H	越流水深 (cm)	34.0～44.0	31.0～43.0	34.0～45.0
①	表層部 (m/s)	0.70～1.18	0.53～1.27	0.63～1.56
②	中層部 (m/s)	0.75～1.44	1.07～1.58	0.62～1.55
③	隔壁直上部 (m/s)	1.04～1.73	1.02～1.75	1.06～1.72
④	潜孔部 (m/s)	0.94～1.60	0.87～1.77	0.79～1.57

した。

大型は放流直後にほとんどの個体が中段付近まで移動したがその後 18:00 までは大きな変化は見られなかった。しかし、18:00～19:00 の間に大きな遡上の群が見られ、ほとんどの個体は上流端へ遡上した。

小型アユは 107 尾放流のうち上流へ 73 尾 (68%) の遡上が確認された。このうち上流端のプールに 17 尾 (16%) 遡上した。また、プール No. 15～17 間は、46 尾 (43%) 遡上した。

大型アユは、200 尾放流のうち上流へ 185 尾 (93%) の遡上が確認された。このうち上流端のプールに 95 尾 (48%) 遡上した。また、No. 15～17 間は、145 尾 (73%) 遡上した。

5. 調査結果

各実験時に流速を測定した部位を図－9 に、流速測定結果を表－2 に示す。

粗石なしの状態、粗石を点在した状態、粗石を全面に配置した状態での各部位での流速には特に顕著な違いは見られなかった。従って、粗石配置

が隔壁部の流速に与える影響はほとんどないものと思われる。

目視観察では、粗石の配置により魚道底層での循環流が若干抑制されたように見られたが、中層部、表層部では大きな変化は見られなかった。

各実験での遡上率を表－3 に示す。プール No.15～17 への遡上のトータルは、粗石なしの状態、粗石を点在した状態、粗石を全面に配置した状態の順に約 10% 遡上率が高くなっている。

潜水目視観察及び水中ビデオでは粗石を配置した状況では、粗石の周辺や下流側にアユが群れる様子が観察された (写真－5)。これらのことから底面粗石が全くないよりは粗石を点在した方が、粗石を点在するよりは全面に配置した方がアユの遡上には効果的である結果となった。

6. まとめ

(1) まとめ

a) 隔壁構造

本実験では、いずれもアユの遡上が確認された。

表－3 遡上率一覧表

		粗石なし(7月11日)		点在(7月16日)		全面配置(7月30日)	
		個体数	遡上率(%)	個体数	遡上率(%)	個体数	遡上率(%)
放流 個体数	小型個体	102	－	100	－	107	－
	大型個体	－	－	102	－	200	－
	合計	102	－	202	－	307	－
放流地点 より移動	小型個体	63	61.8	62	62.0	73	68.2
	大型個体	－	－	101	99.0	185	92.5
	合計	63	61.8	163	80.7	258	84.0
プールNo. 15～17 に遡上	小型個体	43	42.2	29	29.0	46	43.0
	大型個体	－	－	74	72.5	145	72.5
	合計	43	42.2	103	51.0	191	62.2
上流端 まで遡上	小型個体	36	35.3	15	15.0	17	15.9
	大型個体	－	－	55	53.9	95	47.5
	合計	36	35.3	70	34.7	112	36.5

隔壁部を遡上するアユは、大型の個体は切欠き部を、小型の個体は斜部を遡上する傾向が見られた。また、体長 3cm 程度のヨシノボリ類やオイカワの稚魚等が斜部の越流水水際部を遡上する様子が観察された。このことから隔壁頂部を斜めにすることの有効性^{1)・3)}が検証された。

b) 潜孔構造

粗石なしの状態での調査は、魚道底面の仕上げを行う前の状態であったため、潜孔は下流側魚道底面より 10cm 程度上に開口していた。そのため、潜孔部付近では流向が急激に変化しており、遡上魚が敬遠するような行動が観察された。

粗石を配置した状態では、粗石を潜孔に摺り付けるように配置したため潜孔部を通して遡上する個体が確認された。したがって、潜孔を設置する場合には、進入を容易にするために側壁及び底面に摺りつけることが重要であると考えられる。

c) 粗石配置

放流地点から遡上した個体数は、全面に粗石を配置した状態が最も多く、続いて粗石を点在させた状態、粗石なしの状態の順であった。粗石を多く配置することがアユの遡上に結果がある結果となった。また、アユの遡上のみならず、底生魚であるヨシノボリ類等が粗石の隙間を利用する様子も確認された。これらは①魚道内を自然の河床に近似させ魚に違和感を与えない。②底面流が自然に近いものとなり部分的に流れが緩やかになる。③遡上魚の休憩行動及び外敵からの逃避行動に有効である。④底生魚の遡上効果が向上する¹⁾等の効果によるものと思われ、魚道に粗石を配置することは、魚道の効果を向上させると考えられる。

7. 今後の課題

魚道の機能を検証する場合、①施設下流に遡上してきた魚が魚道に進入できること②進入した魚が遡上できることが重要である。

今回の実験は、上記のうち②についての検証を行った。

今後は、大田原堰が完成した後に追跡調査を行い、この魚道の機能を立証したいと考えている。

謝辞：最後に、本実験を行うにあたり、調査計画や現地調査にご協力頂いた吉井川南部漁業協同組合、株式会社ウエスコならびに関係各位の皆様に対し、末尾ながら深甚なる謝意を表します。

参考文献

- 1) 住谷昌宏, 佐々木弘二, 渡辺稔：長良川河口堰の魚道の設計と遡上状況（特に呼び水式魚道について）, *Proceeding of the International Symposium on Fishway '95 in Gifu*, pp. 219-224, 1995.
- 2) 廣瀬利雄・中村中六：魚道の設計, (財)ダム水資源地環境整備センター, pp. 102-103, 山海堂 1991.
- 3) Charles P. Mitchell: Fish Passage Problems in New Zealand, *Proceeding of the International Symposium on Fishway '95 in Gifu*, pp. 33-41, 1995.

(1997. 9. 30受付)