

建設省越美山系砂防工事事務所 ○原 義文、高橋 進
松田 均

岐阜大学教育学部
(株)建設技術研究所

1. はじめに

階段式魚道は、これまで経験的に構造諸元（例えば魚道勾配1/10、魚道幅は川幅の4～5%程度、隔壁の越流水深は20cm程度など）が決められ¹⁾、それを確認するためアユを用いた遡上実験などが実施されてきた。しかしこのような魚道を、地形急峻な山地部にある砂防施設の状況によっては設置することが困難な場合もある。魚道幅0.5m、落差0.6m（隔壁の数4個）と規模の小さい魚道であるが、比較的行動形態が判明している養殖アユを用いて、魚道勾配と魚道内の流量（隔壁での越流水深）とがアユの遡上にどのように関係しているのかを解明し、砂防施設に設置する急勾配階段式魚道の可能性について報告する。

2. アユを用いた遡上実験ケース

生き物であるアユを用いた実験であることから、実験時の状況（天気、気温、水温など）により遡上状態が異なることが予想される。このため図－２に示すように一定条件の水路（この場合魚道勾配 1/10 の水路）と比較しながら実験を進めることにした。

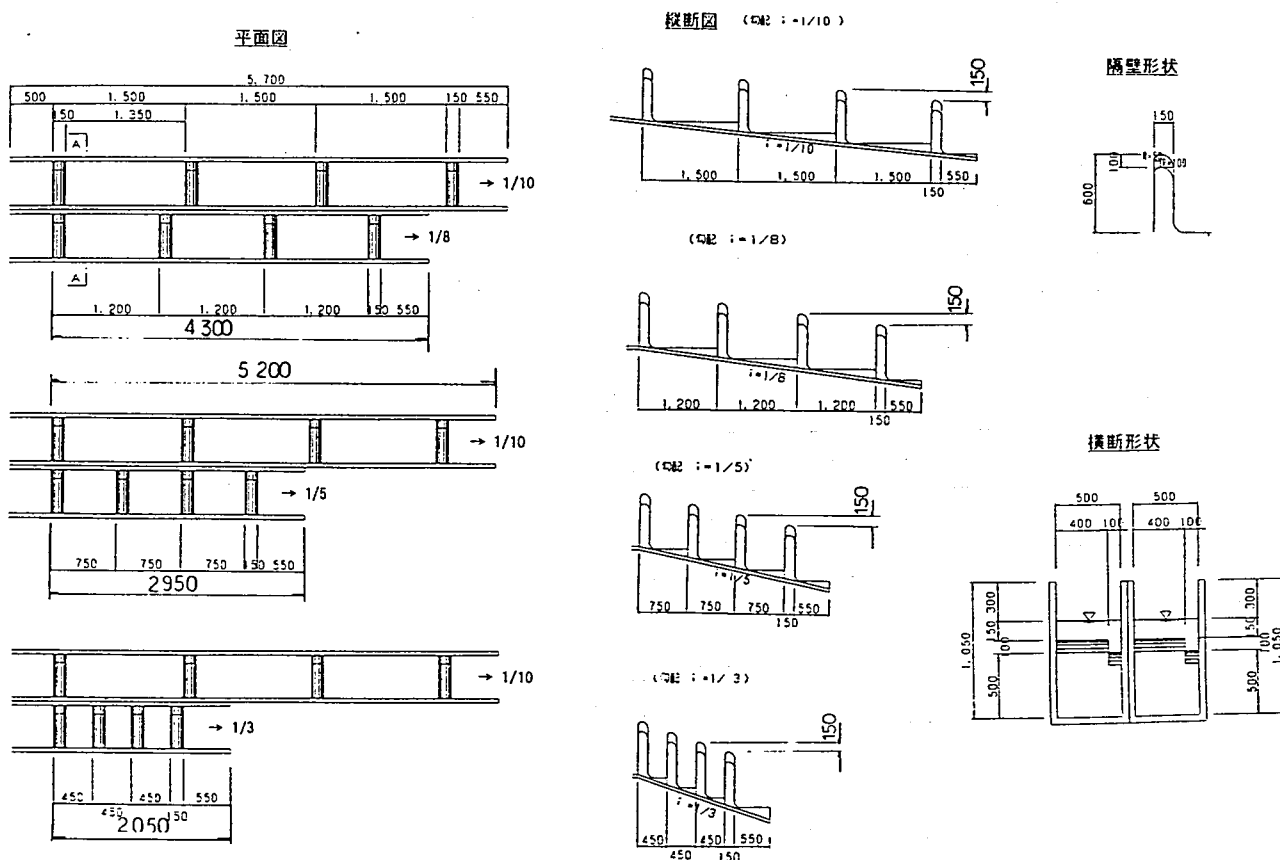


図-2 実験概要図

実験ケースは表－１のとおりである。実験は平成６年７月１日より９月２日まで行った。実験に使用したアユは、やや大きく全長平均10.8～15.8(cm)、体長平均9.2～13.8(cm)、体重平均9.8～34.9(g)である。

表－１ 実験ケース

越流水深 h(cm)	魚道の組み合わせ		
	1/10と1/3	1/10と1/5	1/10と1/8
5	○	○	○
10	○	○	○
15	○	○	○
20	○	—	○

各ケースの実験は２つの水路それぞれに約200匹の計約400匹を用い、一度実験に使用したアユは学習効果を懸念して二度目の実験には使用していない。遡上実験は、実験当日の前の日に魚道入口にアユを入れ、約１日一定流れのもとに放養する。実験時間はアユの自律的活動リズムを考慮して午後１時20分から午後２時20分までの１時間とした。実験結果の評価は、遡上率という概念にて評価する。

$$\text{遡上率} = (\text{遡上個体数} / \text{供試個体数}) \times 100 (\%)$$

つまり供試されたアユがすべて魚道をのぼりきると遡上率は100 (%)となる。

３．アユを用いた遡上実験結果

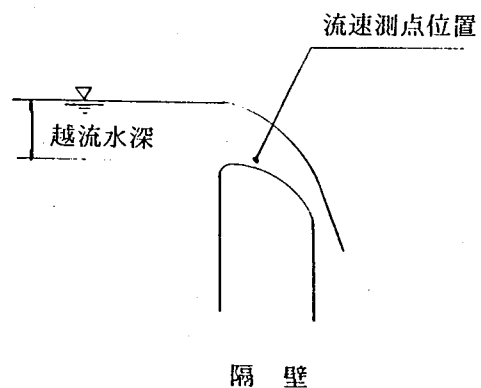
(越流水深と流速)

階段式魚道では隔壁を越流するときの流速が最も早くなる。実験魚道で計測した流速は表－２のとおりである。水深の増加とともに流速は大きくなる。参考までに越流部の流速は、限界流速として次式により算定される。

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h / 3} \quad (\text{平均流速})$$

表－２ 隔壁越流部の流速（底部付近）

h (cm)		(m/s)			
越流水深	計算流速	5	10	15	20
魚道勾配 1/10	No.1	0.63	1.25	1.49	—
	No.2	0.67	1.05	1.65	—
	No.3	0.65	1.18	1.65	—
	No.4	0.54	1.14	1.65	—
	平均	0.62	1.16	1.61	—
魚道勾配 1/8	No.1	0.71	1.15	1.11	1.46
	No.2	0.81	1.21	1.54	0.89
	No.3	0.67	1.10	1.48	1.36
	No.4	0.76	1.27	1.40	1.96
	平均	0.74	1.18	1.38	1.42
魚道勾配 1/5	No.1	0.63	1.27	1.67	—
	No.2	0.76	1.37	—	—
	No.3	0.56	1.23	—	—
	No.4	0.64	1.19	—	—
	平均	0.65	1.27	—	—
魚道勾配 1/3	No.1	0.69	1.15	1.70	1.90
	No.2	0.74	0.83	1.93	2.37
	No.3	0.77	1.12	1.54	2.09
	No.4	0.67	1.19	1.54	2.05
	平均	0.72	1.07	1.68	2.10



(越流水深と遡上率)

越流水深と遡上率の関係を図-3に示す。魚道勾配1/10における越流水深と遡上率の関係をみてみると、15cm程度までは遡上率の上昇がみられ、20cmでは遡上率が40%程度と低下している。魚道勾配1/3では越流水深の増加とともに遡上率の低下が顕著にみられる。

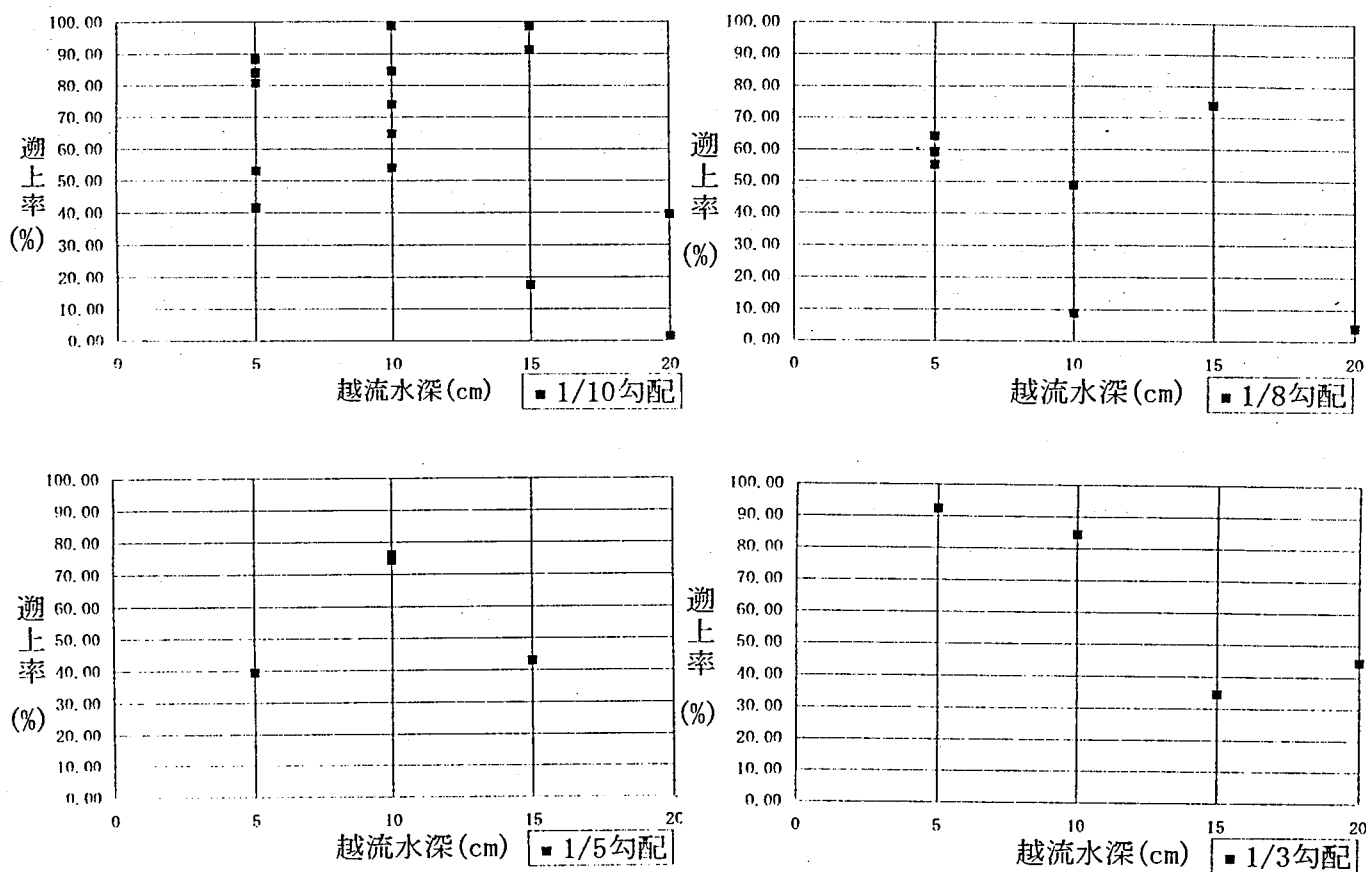


図-3 越流水深と遡上率

(魚道勾配と遡上率)

図-4に魚道勾配と遡上率の関係を示す。これまでの経験では魚道勾配を1/8～1/10とし、これより急な勾配では魚類の遡上は困難とされてきた。図-4に示す越流水深15cmでは魚道勾配がきつくなるほど遡上率は低下している。しかし越流水深5cmでは魚道勾配1/3でも高い遡上率を示している。ちなみにこの時の流況は、隔壁間隔がせまいため表面付近だけを流れるような状態であり、流速は約0.7m/sとアユの遊泳速度に近い。

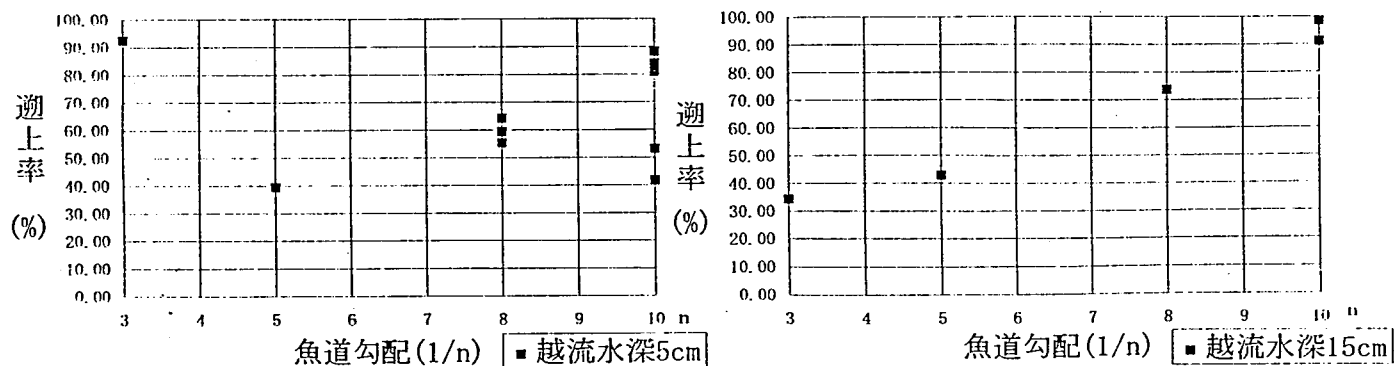


図-4 魚道勾配と遡上率

4. おわりに

今回のアユを用いた遡上実験から、次のような傾向が把握できた。

○越流水深を20cm程度と大きくすると隔壁越流部の流速が早くなり、魚道勾配1/3から1/10いずれも遡上率は低下する。

○魚道勾配1/10は全体的に高い遡上率を示す。

○魚道勾配を1/5とか1/3と急にすると遡上率は低下するが、越流水深が10cm程度なら高い遡上率を示すことがある。

実験を行った時期が8月頃で、大きなアユを使用したことなどかならずしも明確な結果は得られなかったが、越流水深をうまくコントロールできれば魚道勾配が1/5とか1/3でもかなりアユが遡上する可能性が示された。今後は5、6月頃のアユ遡上期時期に、10cm程度のアユを用いて同じような実験の実施や延長の長い魚道での遡上実験などを行い、急勾配階段式魚道の可能性をあきらかにしていきたい。

参考文献

- 1) 小山長雄：魚道をめぐる諸問題 II. 解説篇
- 2) 広瀬利雄：魚道の設計、山海堂、平成3年12月