

遡河魚類通路におけるアユの遡上効果—I

藤岡康弘 伏木省三 中賢治 大野喜弘 田沢茂 里井晋一

河川上流部におけるアユ漁業の一層の振興を計るためには、生産の場である河川上流へのアユの遡上がスムーズに行われる必要がある。しかし、近年河川の利水・治水等の目的で多数の河川工作物が設置されるに伴い、琵琶湖からの天然アユの遡上が阻害されるようになり河川上流部ではアユ種苗放流に頼る以外に河川漁業を維持継続してゆけない状況となっている。河川工作物を設置する場合、遡河性魚類の遡上を妨げるような時は水産資源保護法に基づいて遡河性魚類の通路等の施設を設置することが義務付けられているが、県下の19河川を対象に調査した結果によれば、河川工作物が設置されている158ヶ所のうち61ヶ所に通路が設置されているに過ぎない。また、通路の設置されていない97ヶ所については、上流と下流の水位差が1 m以上のものが多く、24ヶ所については通路の設置が必要であり、また、姉川水系の調査では38ヶ所の魚類通路のうち30ヶ所は遡上不能で修理や管理の強化が必要とされている。²⁾このように魚類通路の新設ばかりでなく既設通路についても問題の多いことが判明した。なお、これらの既設通路のアユの遡上効果については全く調査が行われていない。そこで県下で最も多く用いられている階段式魚道¹⁾について、標識放流アユを用いてその遡上率および遡上状況から魚類通路の問題点について調査を行ったのでその結果を報告する。

本調査を実施するに際して便宜をいただいた滋賀県河川漁業協同組合連合会に対し厚くお礼を申し上げます。なお、本調査費の一部は水産庁委託費による。

材料および方法

日野川鈴鹿山系に源を發し、田園地帯を貫流して琵琶湖に注ぐ流程45.8 km、流域面積214.0 km²の河川であり、調査地点はこの河川の中流域に位置している(図1)。上流には日野川ダムがあり天然アユはこの附近まで遡上する。調査を実施した堰堤は蒲生郡竜王町林地先に河床の低下防

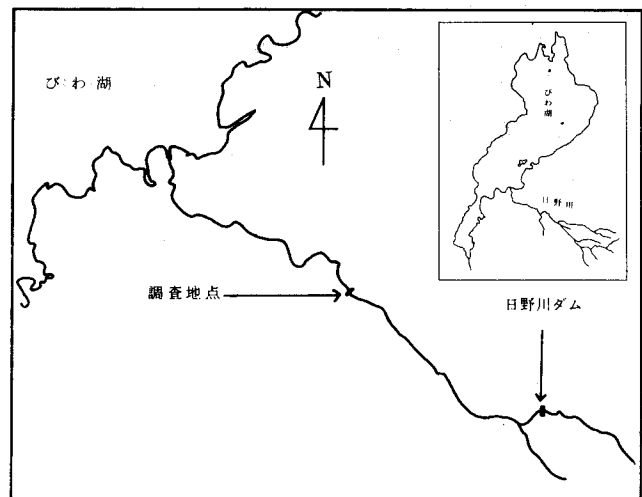


図1 日野川および調査地点

止の目的で設置されたものであり、その規格を表1に示した。この堰堤の上流域には内水面第5種共同漁業権漁場があり、アユが主要漁業対象となっている。

表1. 堰堤各部の規格

名称		規格(m)
堤頂の高さ	左岸	2.75
	右岸	3.35
越流頂の高さ		0.85
堤頂の長さ		56.50
堤頂の幅		1.00

魚類通路は階段式魚道(pool and fall system)³⁾が河川の兩岸より各々5 m離れた位置に2ヶ所設置されている(図2)。通路の有効幅は3.0 m、総延長は8.2 m、総落差は0.85 mで

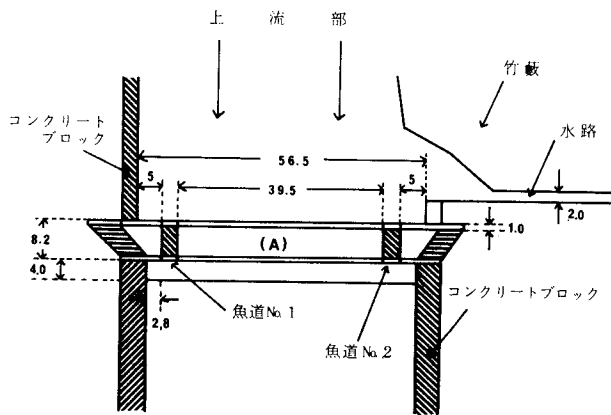


図2 堰堤平面図 (m)

あり、これを4段に分けている。各段は厚さ0.25mの隔壁によって区切られ交互に幅1m、深さ0.07~0.11mの欠切(notch)がつけられている(図3)。各段の落差は0.18~

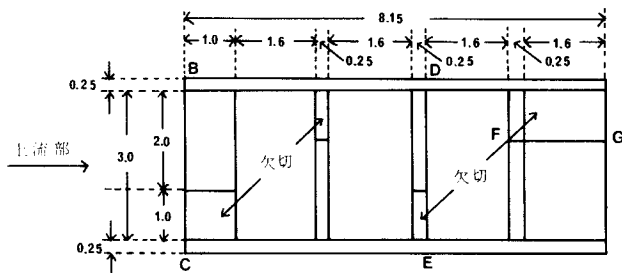


図3 通路平面図 (m)

0.24mで、プール内には阻柱はないが上2段には栗石が入れられている(図4)。欠切は隔壁だ

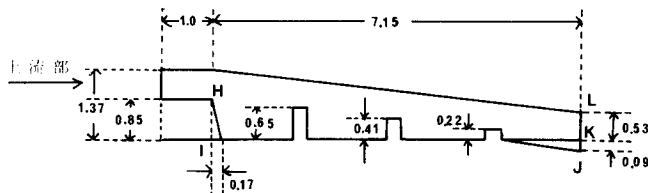


図4 通路断面図 (m)

けでなく通路取水口の堤頂面と通路最下段の部分にもつけられている(図5, 6)。通路勾配は、1/7.61、通路の堤頂の長さに占める幅員率は10.6%である。

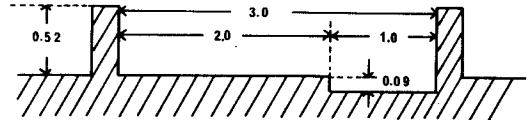


図5 通路正面図(第3図. B-C)(上流より) (m)

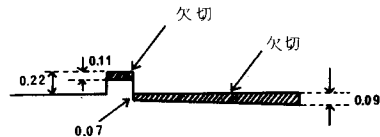


図6 通路上り口断面図(第3図. F-G)(m)

魚類通路の効果判定は堰堤および通路の構造と標識放流アユの遡上率および遡上状況から行った。標識放流アユの再捕は通路取水口に集(図7)を

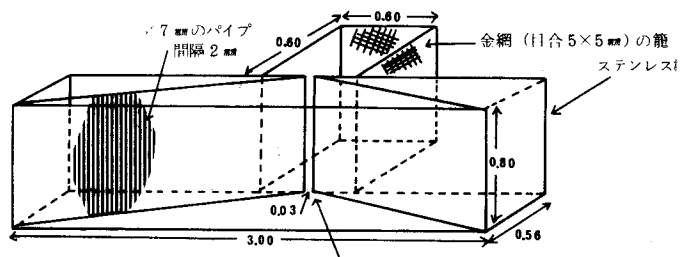


図7 通路に設置した集 (m)

設置することで行い、遡上数調査は48時間にわたって昼間は2時間毎に行い、20時から翌日の4時までの夜間を行わなかった。標識放流に用いたアユは石田川で捕獲されたものを5月11日に当水試に輸送し、丸型池(半径3.7m)で飼育したものを使用した。標識は放流当日に脂鯔を切除することによった。第1回調査は6月15日、11時20分に1,497尾、第2回調査は6月28日、12時10分に2,420尾の標識アユを放流した。第2回放流アユについては2,420尾中920尾は6月27日に安曇川で捕獲されたものを使用した。第2回放流の石田川で捕獲されたアユの体型分布は図8に示すとおりであり、平均標準体長8.75cm、平均体重1.070gであった。第1回と第2回放流アユの標識部位が同位置であるが13日間の隔たりがあること、および第1回調査終了後に遊漁者が投網によりアユの捕獲を行ったが標識アユはまったく採捕されなかったことから第1回放流アユが第2回調査時に遡上した可能性は少ないと考え

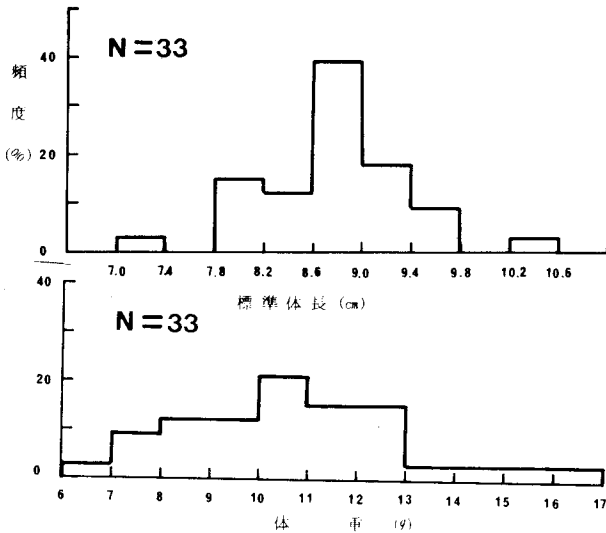


図8 第2回標識放流アユ(石田川産)の体型分布

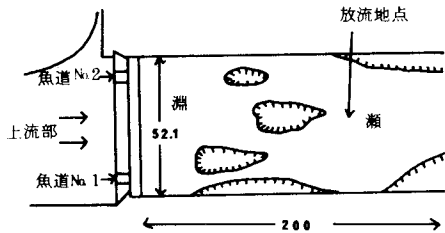


図9 標識アユ放流地点 (m)

られる。標識アユの放流地点は堰堤の下流約 100 mから 200 mの瀬であった(図9)。調査期間中はアユの遡上調査と併せて河川流量と通路流量について東邦電探製 CM-1 B型電流速計を用いて測定を行った。

結果および考察

調査期間中の河川流量および通路流量を表 2.3 に、その変化を図 10, 11 に示した。第1回調査では調査開始時の河川流量が約 $1.2 m^3/sec$ であったが、降雨のため 16, 日 18 時には約 $6.8 m^3$

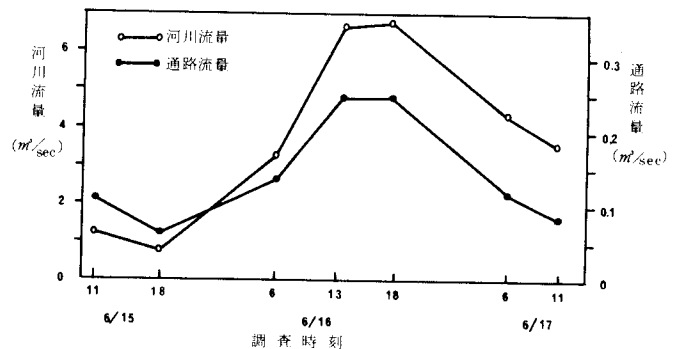
表 2.

第1回調査における河川流量および通路流量 (m³/sec)

月日	時刻	河川流量	通路流量 No.1	通路流量 No.2	通路流量合計	通路流量/河川流量(%)
6/15	11:30	1.237	0.048	0.058	0.106	8.57
	18:00	0.728	0.021	0.039	0.060	8.30
6/16	06:00	3.205	0.048	0.084	0.132	4.12
	18:00	6.602	0.101	0.139	0.240	3.64
	18:00	6.773	0.101	0.139	0.240	3.54
6/17	06:00	4.325	0.047	0.071	0.118	2.73
	11:00	3.569	0.043	0.044	0.087	2.44
	平均値	3.776	0.058	0.082	0.140	3.71

表 3. 第2回調査における河川流量および通路流量 (m³/sec)

月日	時刻	河川流量	通路流量 No.1	通路流量 No.2	通路流量合計	通路流量/河川流量(%)
6/28	13:00	4.307	0.082	0.098	0.180	4.18
	18:00	3.852	0.074	0.081	0.155	4.02
6/29	06:00	3.250	0.059	0.071	0.130	4.00
	13:00	2.802	0.046	0.066	0.112	4.00
	18:00	2.721	0.032	0.054	0.086	3.16
6/30	06:00	1.968	0.024	0.035	0.059	3.00
	12:00	2.345	0.019	0.043	0.062	2.64
	平均値	3.035	0.048	0.064	0.112	3.69



第10 第1回調査時の流量変化

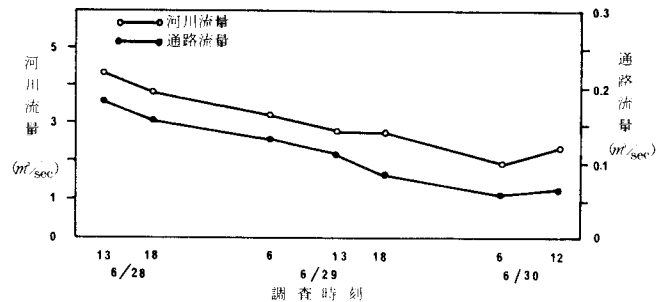


図11 第2回調査時の流量変化

／sec と 5.7 倍に増加した。また、通路流量は調査開始時に No.1 が $0.048 m^3/sec$ 、No.2 が $0.058 m^3/sec$ で、河川流量の増加に伴って 16, 日 18 時には No.1 では $0.101 m^3/sec$ 、No.2 では $0.139 m^3/sec$ に増加した。通路流量の平均値は No.1 が $0.058 m^3/sec$ 、No.2 が $0.082 m^3/sec$ であり、両通路は構造・位置とも同じであるが河川形態のためか No.2 の方が多く河川水が流れた。第

2回調査では調査開始時の河川流量が4.3 m³/secであったが徐々に減少し30日、6時には約2.0 m³/secと半分以下となった。通路流量は調査開始時にはNo.1で0.082 m³/sec No.2では0.098 m³/secであったが、調査終了時にはNo.1で0.019 m³/sec、No.2では0.043 m³/secとなり、特にNo.1では調査開始時の1/4以下となった。通路流量の平均値はNo.1が0.048 m³/sec No.2が0.064 m³/secと第1回調査同様にNo.2の方が多くの河川水が流れた。河川流量に対する

通路流量の占める割合は、第1回調査では8.57%~2.44%、第2回調査では4.18%~2.64%であり、河川流量が途中で増減していても通路流量の割合が調査開始時から終了時に向って減少している。この原因は遡上魚の捕獲器として設置した罾に流下物が目詰まりし、かなり頻りに除去しても濾水率が低下したものと考えられる。

通路遡上魚の種類およびその数と環境条件を時刻別に表4、5に示した。第1回調査では標識ア

表4 第1回調査における通路遡上数と環境条件

(天候・気温・水温は遡上魚取り上げ時の値、No.1:魚道No.1 No.2:魚道No.2)

月日	時刻	時間	天候	気温 ℃	水温 ℃	標識アユ No.1/No.2	天然アユ No.1/No.2	オイカワ No.1/No.2	カワムツ No.1/No.2	ヨシボリ No.1/No.2	ハス No.1/No.2	カマツカ No.1/No.2	合計	備考
6 15	11~12	1	晴	23.6	26.6	0 0	0 0	3 2	0 0	0 0	0 0	0 0	5	濁っている
	12~14	2	晴	30.0	27.0	0 0	0 0	8 20	0 1	0 0	0 0	0 0	29	
	14~16	2	晴	28.8	27.9	0 0	0 0	12 23	0 0	0 0	0 0	0 0	35	
	16~18	2	雨	25.8	28.2	0 0	0 0	3 3	0 0	0 0	0 0	0 0	6	
6 16	18~20	2	曇	24.0	27.0	0 0	0 0	5 4	0 0	0 0	0 0	0 0	9	
	20~4	8	曇	22.7	23.4	0 0	0 0	0 2	0 0	0 0	0 0	0 0	2	
	4~6	2	雨	23.0	23.0	0 0	0 6	1 5	0 0	0 0	0 0	0 0	12	
	6~8	2	雨	28.2	22.8	0 0	1 2	2 5	0 0	0 0	0 0	0 0	10	
	8~10	2	曇	23.5	23.4	0 0	0 0	4 5	0 0	0 1	0 0	0 0	10	
	10~12	2	曇	23.0	23.4	0 0	1 9	2 23	0 3	0 0	0 0	0 0	38	
	12~14	2	曇	26.5	23.9	0 0	18 2	26 0	0 1	0 0	0 0	1 0	43	
	14~16	2	曇	27.2	24.6	0 0	24 5	23 36	1 0	0 0	0 0	0 0	89	
	16~18	2	曇	25.6	24.8	0 1	6 3	18 18	0 0	0 1	0 1	0 0	48	
	18~20	2	曇	24.2	24.5	0 0	4 1	45 12	1 2	0 0	0 0	0 0	65	
6 17	20~4	8	曇	21.8	22.6	0 0	2 0	5 3	0 0	0 0	0 0	0 0	10	
	4~6	2	晴	22.8	22.8	0 0	0 0	15 0	0 0	0 0	0 0	0 0	15	
	6~8	2	晴	27.9	23.2	0 0	2 0	4 3	0 0	0 0	0 0	0 0	9	
	8~10	2	晴	30.3	25.4	0 0	4 0	19 31	0 0	0 0	0 0	0 0	54	
	10~12	2	晴	30.8	27.1	0 1	0 6	2 14	0 1	0 0	0 0	0 0	24	
				小計	0 2	57 34	197 209	2 8	0 2	0 1	1 0	518		
					合計	2	91	406	10	2	1	1		

表5 第2回調査における通路遡上数と環境条件 (—:欠測)

月日	時刻	時間	天候	気温 ℃	水温 ℃	標識アユ No.1/No.2	天然アユ No.1/No.2	オイカワ No.1/No.2	合計	備考
6 28	12~14	2	曇	23.5	—	0 0	4 28	12 7	51	濁っている
	14~16	2	曇	23.4	—	0 0	13 13	9 9	44	
	16~18	2	曇	23.4	—	0 0	1 7	1 7	16	
	18~20	2	曇	23.0	—	0 0	2 4	2 2	10	
6 29	20~4	8	曇	21.5	—	0 0	0 1	0 1	2	
	4~6	2	曇	21.3	—	0 2	2 12	0 1	17	
	6~8	2	曇	21.2	—	0 1	1 6	0 1	9	
	8~10	2	曇	21.8	—	0 4	2 3	0 18	27	
	10~12	2	曇	25.2	22.9	2 0	37 9	8 2	58	
	12~14	2	曇	28.6	24.6	0 0	29 26	11 8	74	
	14~16	2	曇	27.8	25.3	0 0	12 3	14 2	31	
	16~18	2	曇	25.0	25.1	1 0	9 5	3 3	21	
6 30	18~20	2	曇	23.8	24.2	1 1	15 5	1 1	24	
	20~4	8	曇	—	—	4 0	5 0	0 0	9	
	4~6	2	雨	—	—	1 0	11 0	0 0	12	
	6~8	2	雨	—	—	0 0	8 1	1 0	10	
	8~10	2	雨	—	—	1 0	16 1	0 0	18	
	10~12	2	雨	—	—	0 0	1 0	0 0	1	
					小計	10 8	168 124	62 62	434	
				合計	18	292	124			

ユは放流後約30時間後に1尾、約48時間後に1尾遡上したのみであった。天然アユの遡上は調査を開始した翌日の明けがたから始まり10時から16時の間に遡上が多く合計91尾が遡上した。他にオイカワ・カワムシ・ヨシノボリ・ハス・カマツカが遡上し、特にオイカワは調査開始直前から遡上が始まり合計40.6尾が遡上した。通路のNo.1（左岸側）とNo.2（右岸側）における遡上尾数を比較すると標準放流アユ2尾はNo.2に遡上したが天然アユはNo.1に多く、遡上魚全体みると両魚道ともほとんど同数であった。第2回調査では標

識アユの遡上は放流後約18時間後に始まり合計18尾が遡上した。天然アユの遡上は調査開始直後から始まり合計292尾が遡上した。他にはオイカワが124尾遡上したのみであった。通路No.1とNo.2の遡上数を比較すると標識放流アユと天然アユでは通路No.1の方がやや多くオイカワでは同数であった。2時間毎の遡上数および河川水温・気温の変化を図12および図13に示した。2回にわたる48時間調査よりアユの時間的遡上活

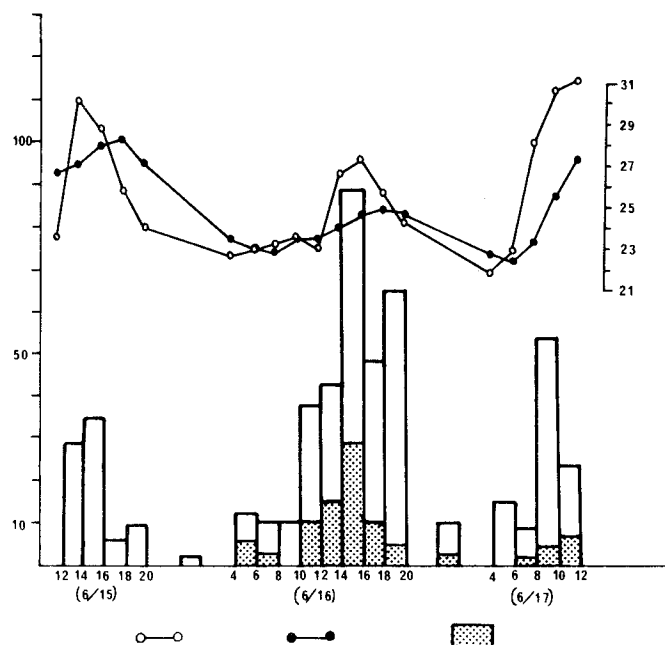


図12 第1回調査時における通路遡上数および気温、水温変化

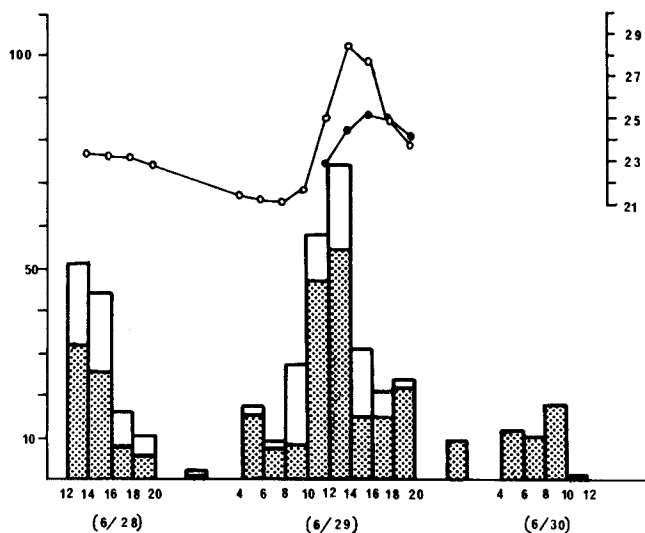


図13 第2回調査時における通路遡上数および気温、水温変化

動についてみると、第1回調査の6月16日には日出時の4時から6時の間に遡上を開始され、10時までは遡上数が減少しているが10時以降は増加し14時から16時に29尾と最高の遡上数となっている。16時以後は遡上数が減少して特に20時から翌日の4時までの夜間8時間で2尾の遡上があっただけである。第2回調査の6月29日についてみると、第1回調査と同様に日出時の4時から6時の間に遡上数が急増し、10時までは一旦減少するが10時以後は急激に遡上数の増加を示し、12時から14時に55尾と最高の遡上数となっている。14時以後は減少し日没時の18時から20時に少し増加がみられるものの20時から翌日の4時までの8時間では9尾とわずかな遡上数であった。小山は過去の研究でもっとも頻度の多かった14時というのが遡上活動の正常なピークとみてよい³⁾と言っており、今回の調査でも14時前後の時間帯に明瞭な遡上数のピークを示していた。次にアユ以外の遡上魚で特に遡上数の多かったオイカワについてその遡上時刻をみると、遡上数はアユとほぼ同様な変化を示しており、6月19日および6月29日ではアユと同じ時間帯に遡上数がピークとなっている。以上の結果より、オイカワの遡上活動と時刻の関係はアユとほぼ同様な傾向をもっているものと考えられる。

2回にわたる遡上調査の標識アユの遡上率は、第1回調査が0.13%、第2回調査が0.74%であった。河川へ放流した琵琶湖産アユは上流へ遡上し、ほとんど降下しない⁴⁾、⁵⁾と言われている。群馬水試⁶⁾によれば同様式の通路における放流海産アユの遡上率が放流後46時間30分で5.7%であり、この値と比較しても今回の遡上率は非常に低い値であった。前述のように第1回調査では調査終了直後に堰堤下流において遊漁者が投網によってアユの採捕を行ったが標識アユはまったく捕獲されなかった。第2回調査では2日目の15時から16時に堰堤のたたき部分(図2, A)で遊漁者がアユの採捕を行ったが、捕獲魚を調査したところ捕獲アユ200尾中13尾(6.5%)が標識アユであった。このように第1回調査と第2回調査では放流に用いた標識アユの上流への分散割合が異っていたものと考えられる。今回標識放流に用いたアユは第1回調査では河川遡上アユを

池で34日間養鮎飼育用配合飼料を与えて飼育したものであり、また、第2回調査では上記のアユを47日間飼育した大型アユ1500尾と放流前日に河川で捕獲された小型アユ920尾であった。第2回調査で遡上した標識アユは大型アユ7尾(0.47%)、小型アユ11尾(1.20%)であり、大型アユと小型アユの遡上率には5%有意水準で有意な差が認められた。本調査のように魚類通路の遡上効果を標識アユを用いて判定する場合標識放流に用いるアユの活力等を事前によく検討しておくとともに、放流地点におけるアユの分散状況についても調査しておく必要がある。

以上の調査結果および観察より調査堰堤・魚類通路について以下の問題点が考えられる。遡上アユの多くは堰堤下のたたき部分(図2, A)に遡上したため通路への遡上数が大きく低下したものと考えられる。河川魚は一般的に正の走流性が強いといわれているように、一旦たたき部分に遡上すると降下しようとなし。魚類通路が堤より下流に突き出ているためたたき部分に遡上したアユは一旦降下しなければ通路入口を見つけることができず、このことが遡上率の低下に大きく関係しているものと考えられる。堰堤の落差は85cmであり角度が急なため越流水は壁に添って流下するのではなく壁から離れて落下している。遡上アユの流水中からの飛びはね高度は28cm~52cm⁷⁾、稚アユのジャンプ力は62~68cmといわれており、アユがこの堰堤を飛び上ることは不可能であると考えられ、実際に調査中に堰堤を飛び上ることのできたアユは観察されなかった。通路の構造については各プール間の落差が18~24cmでありジャンプや遊泳によって充分可能であると考えられる。隔壁には1mの欠切がつけられておりこの部分を多くの水が流れている。加藤⁸⁾は遡上するアユは必ずしも欠切の部分に遡上するわけではなく、オーバーフローの水深が適当でありさえすれば欠切以外の隔壁に遡上すると述べており、3mの幅の通路を有効に利用することを考えれば取水口以外の欠切は必要でないと考えられる。従来から通路がその効果を十分に発揮するためにはまず通路出水口を遡上魚が容易に見出ることが大切である³⁾ことが指摘されており、本調査通路についてはこの点から堰堤より下流に通路を突き出さないようにすることが必要である。

滋賀県下の河川工作物を考える場合、落差が0.5 m～2.5 mのものが多く特に本調査堰堤のように落差が1 m以下のものについては堰堤の一部に通路を設置するよりも堰堤全体を河川魚が遡上可能な構造を考える必要がある。

要 約

- 1) 1978年6月15日から30日の間に日野川に設置されている階段式魚道を用いてアユの遡上効果について調査を行った。
- 2) 標識放流アユの48時間での遡上率は第1回目0.13%, 第2回目0.74%でこの値は他の調査例からみてかなり低い値であった。
- 3) アユの時間的遡上活動は14時前後の時間帯にピークとなり、夜間はほとんど遡上しなかった。
- 4) 調査通路は堰堤より下流に突出していることがアユの遡上効果を大きく低下させている原因と考えられた。
- 5) 調査堰堤のように落差の比較的小さい河川工作物についてはその一部に通路を設けるよりも全体を遡上できる構造を考える必要がある。

参考文献

- 1) 滋賀県
1976 魚道の現況と問題点について
プリント 1
- 2) 滋賀県
1978 遡河魚類通路調査報告書
プリント 1-22
- 3) 小山長雄
1967 魚道をめぐる諸問題 II
木曾三川河口資源調査団 (K.S.T)
11-65
- 4) 京都府経済部水産課
1951 鮎放流基準調査報告書 38
- 5) 塚本勝已 等
1978 放流時における人工種苗アユの分散-II 水産学会誌44(9) 964
- 6) 群馬県水産試験場報告
1954 鮎の魚梯効果調査 群馬県水産試験場報告12(4) 24-25
- 7) 白石芳一

- 1955 階段式魚梯における遡上アユの生態について(1) 水産増殖3(1) 31-38
- 8) 小泉清明 等
1964 稚アユの走性および活動性
KST 89-90
- 9) 加藤精一
1968 魚道および魚梯 水産増殖叢書
17