

遡河魚類通路におけるアユの遡上効果—Ⅲ

氏家 宗二・伏木 省三・大野 喜弘

はじめに

1979年までの調査結果から既設通路では、その構造や取り付け位置に問題があり、極端に遡上効果の低いことが判明している。

そこで、1980年はこれら既設通路の改善方法、および堰堤全体を通路と考えた時の堰堤構造を明らかにすることを目的として、前年までの調査結果や既応の知見に基づき、アユの斜面遡上力等の基礎的な調査を実施するとともに、1978年に効果調査を実施した日野川にある農業用堰堤に簡易な仮設通路を設置し、その効果について調査を実施した。

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御礼申し上げます。なお、本調査研究費の一部は水産庁の委託費によった。

1. アユの遡上に関する基礎調査

1) 傾斜式通路における遡上力

アユの遡上が可能な最大傾斜とその時の遡上距離を知る事は、通路の設計に当り、通路の長さや勾配の規格を決定する上で重要な要素のひとつである。

そこで1980年5月21日から6月10日に通路距離が2 mおよび1 mの模型通路を用いて勾配と稚アユの遡上力との関係について調査を実施した。

材料および方法

供試魚は5月21日と6月1日に姉川の堰四ツ手で捕獲されたコアユを使用した。供試魚の体型は、2 m通路に用いたものは平均体長8.92 cm、平均体重7.86 gであり、1 m通路に用いたものでは平均体長9.20 cm、平均体重8.18 gであった。

調査は当水試の池に、ラッカーズプレーで黒く塗布した木製の模型通路を設置した。通路の入口には供試魚の放流籠を設置するとともに、出口にはトラップを設けた。(図1)

用水は他の池で使用した地下水の総排水(20℃±1℃)を用い、流速の測定には、東邦電探(株)製

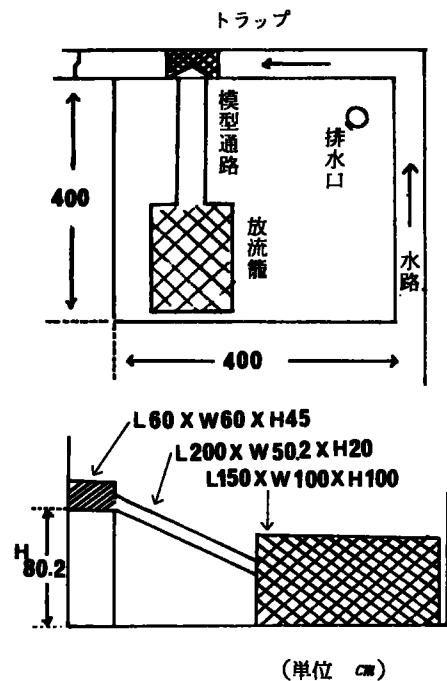


図1 アユの遡上力測定に用いた模型通路設置図

のCM-1B電流速速計を使用した。傾斜度の調整は通路入口および水深を高低することによった。遡上力の判定は午前中に供試魚210～200尾を放流籠内に収容しておき、24時間後にトラップ内へ遡上していたアユを取り揚げ、計数することによった。

結果および考察

通路距離および傾斜度の違いによる遡上力結果は図2、表1・2のとおりである。

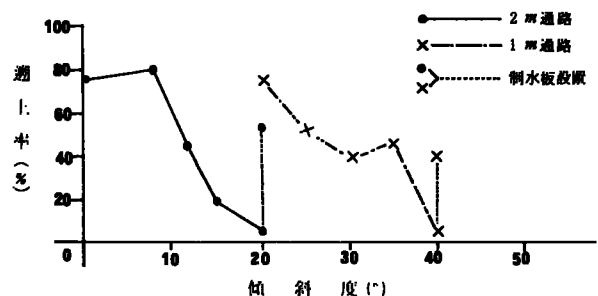


図2 傾斜式通路における遡上力結果

表1 2 m通路の環境と遡上率

月・日	傾斜度 [°]	cm 水位差	cm 入口の深	ℓ/sec 流量	ℓ/sec 平均流速	尾 供試数	尾 遡上数	% 遡上率
5・21	0	0	80.2	16.10	0.89	210	159	79.5
23	7.64	26.5	53.7	13.90	1.16	200	162	81.0
26	11.50	39.8	40.4	19.95	1.42	200	91	45.5
27	15.00	51.8	28.4	12.67	1.86	200	38	19.0
28	20.00	68.4	11.8	22.00	2.27	200	9	4.5
※ 29	20.00	68.4	11.8	—	—	200	106	53.0

表2 1 m通路の環境と遡上率

月・日	傾斜度 [°]	cm 水位差	cm 入口の深	ℓ/sec 流量	ℓ/sec 平均流速	尾 供試数	尾 遡上数	% 遡上率
6・2	20.0	34.2	46.0	17.2	1.91	200	150	75.0
3	25.0	42.3	37.9	22.1	1.87	200	103	51.5
4	30.0	50.0	30.2	15.8	1.54	200	73	36.5
5	35.0	57.3	22.9	21.8	1.91	200	92	46.0
9	40.0	64.3	15.9	25.5	2.21	200	4	2.0
※ 10	40.0	64.3	15.9	—	—	200	77	38.5

※通路内に縦20cm、横30cmの制水板を設置した時の遡上調査（図3）

2 m通路の遡上は傾斜度0°～7.64°において約80%の遡上率を示した。その後11.5°(45.5%)、15°(19.0%)と約10°を界にして急激に低下し、20°では4.5%と2 m通路での遡上限界を示した。

1 m通路の遡上は、2 m通路での遡上限界であった傾斜度20°から調査を実施した。20°時における遡上は、2 m通路での0°時と同程度の遡上率(75%)を示し、25°(51.5%)、30°(36.5%)、35°(46.0%)と20°～35°において大差はなく、40°時では、2.0%と急激に低下し、1 m通路での遡上限界を示した。

傾斜度35°で傾斜度の低い30°時より遡上率の高かった原因は、調査条件を一定に考慮したが、天候や供試魚、通路入口の状態等のわずかな条件の違いが影響したと考えられた。今回の調査時におけるアユの斜面遡上力は、傾斜度10°では2 mであり、20°では1 mであった。このことは本県の階段式通路について考えると、傾斜度が7°～14°が多いことから、2 m毎に隔壁が必要であることを示唆している。

通路構造改良調査

2 m通路の遡上限界である、傾斜度20°および1 m通路での遡上限界である傾斜度40°において、図3に示すような、流速を緩和するための制水板を設置し、調査を実施したところ2 m通路20°では約半数に当る、53%の遡上率を示し、また1 m通路40°では、38%の遡上率と高い効果をあげることが判った。

通路内流速と遡上力が密接な関係にあることは、すでに多くの研究者が指摘しているが、特に本県のような、中、小河川、小工作物については、通路以外の部分においてもアユの遡上を可能とすることが理想であり、今後はさらに急勾配時における簡易な流速緩和の方法を検討する必要がある。

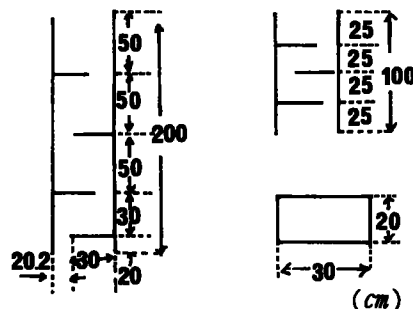


図3 構造改良調査に用いた通路

遡上魚と未遡上魚の体型比較

2 m 通路、傾斜度0°および11.5°における遡上魚と未遡上魚について体型比較を行なった。(図4)

測定魚は放流から、24時間後にトラップ内に遡上していたものと、放流籠内に残っていたものを、各々無作為に取り揚げ測定に供した。

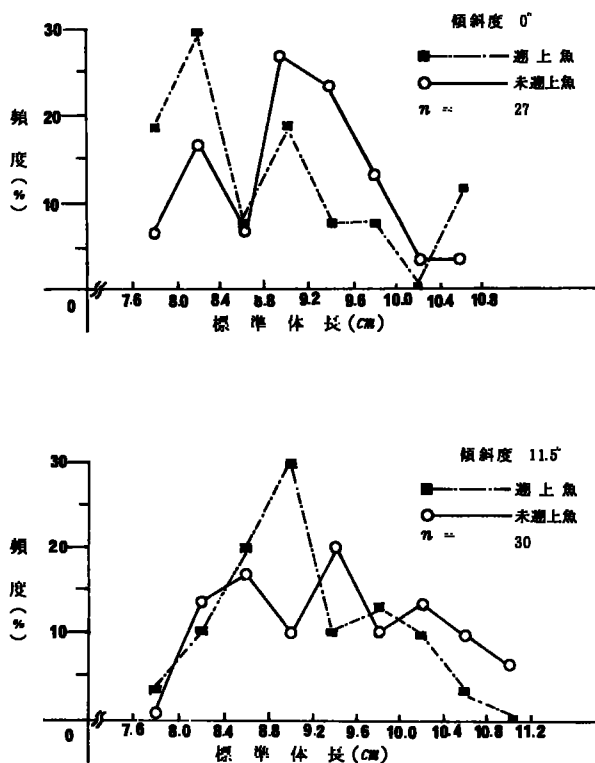


図4 遡上魚と未遡上魚の体型分布

傾斜度0°における遡上魚の体型は、平均体長8.78cm、平均体重7.37gであり、未遡上魚は平均体長9.05cm、平均体重8.31gであった。(附表1・2)

傾斜度11.5°における遡上魚の体型は、平均体長9.12cm、平均体重8.27gであり、未遡上魚は平均体長9.41cm、平均体重8.98gであった。(附表3・4)

両者の平均体長において、遡上魚が未遡上魚より、いく分小型にみえ、また遡上魚の体型分布にも小型魚の遡上の多い傾向がうかがわれた。しかし統計的に、平均値の検定を行なったところ、有意水準5%において標本平均の差は有意でなかった。

2) 通路入口の水深と誘引効果

調査1)において、傾斜度0°時には全魚が遡上すると考えられたが、79.5%と低かった、その原因は傾斜度の調整により生じた通路入口附近の水深が影響したと考えられた。そこで通路入口附近の水深が遡上におよぼす影響について検討した。

材料および方法

調査は7月20日から27日に2mの模型通路(無導壁、傾斜式通路)を傾斜度15°に設置して、通路の入口と出口を高低させながら放流籠内の水深を60cm、40cm、20cmと変えて遡上力を調査した。調査要領は、調査1)とほぼ同様であるが、供試魚を100尾とし、48時間後にトラップ内に遡上しているものを取り揚げることにより遡上力を判定した。供試魚は6月23日に安曇川のヤナで捕獲されたコアユを当水試で飼育した、平均体長8.77cm、平均体重7.20gのものを使用した。

結果および考察

調査時における通路内流量は14.4~16.2ℓ/secで、平均流速は1.6~1.8m/secであった。

放流籠内水深の違いによる遡上率は、水深60cmの時が7%、40cm時59%、20cm時68%と水深が浅くなるほど高い値を示した。

放流籠内での分散状況は、図5に示すように通路入口直下の水流が弱い所に群れており、特に水深の深くなる程この傾向が強かった。

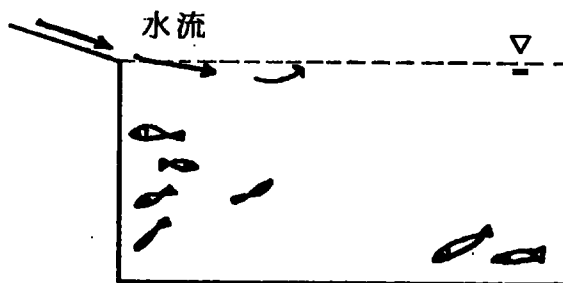


図5 放流籠内でのアユの分散状況

このことは水深の深い時は表層だけに水流が生じていたが、水深を浅くすることによって、通路入口からの水流はアユの遊泳層である中層から

底層にまでおよび、通路入口への誘引効果が高まったこと、また水深差による放流密度も遡上率に差がみられた一つの要因であったと考えられた。

以上のことから、一般通路の通路入口附近の水深（タタキの場合を含む）やプール内の水深について考えると、河川形態や流量の違いにより一概にはいえないが、比較的流量が少なく、流速の遅い通路では、通路への誘引効果を高めるため、通路入口附近やプール内の水深は20～30cmと浅くする。また通路入口附近の通路敷は、アユの遊泳層である中層や低層にまで水流が生じるように傾斜度を高くする等の工夫をすることが必要と考えられた。

3) 通路構造の違いによる遡上力

本県の158ヶ所の工作物調査では、上流と下流の水位差が0.5～2 mのものが多く、天井河川が多く、水量の増減が激しいことが判っている。またアユのびわこからの遡上は、水量の増加した時に多く、堰堤では越流水が十分流れているため、遡上してきたアユの大部分は通路へは遡上せずに堰堤直下（タタキ内）の部分に遡上して群がっており、通路への誘引効果の低いことを指摘している。

そこで、水位差1 m位の工作物については、工作物全体が通路となり得るかどうかを検討するため、通路構造の異なった工作物を作成して、遡上力調査を行った。

材料および方法

調査は7月30日から8月27日に通路距離2 mの模型通路の構造を図6のように変えて、各々の遡上率について調査した。供試魚の体型は平均体長9.66cm、平均体重12.16gであった。

調査要領は1-1)、2)とほぼ同様であるが、通路内流量を一定にするため水中ポンプを用いて、常時1.60ℓ/sec～1.79ℓ/secに保つとともに、放流籠内水深を20cmにして、通路を設置した。1回の供試数は100尾とし、放流から48時間後にトラップ内に遡上しているものを取り揚げることであり、遡上力を調査した。

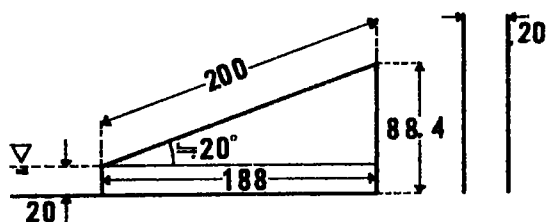
結果および考察

通路構造の違いにおける遡上力結果は、表3のとおりである。

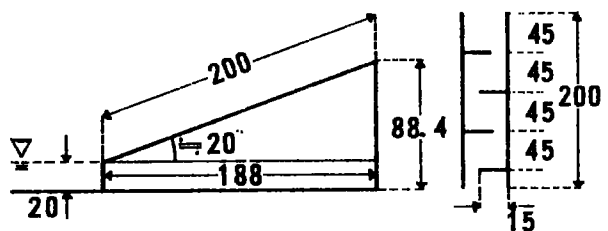
A型、傾斜式通路20°時における遡上率は0%であり、その時の流速は2.13～0.70m/secであった。

B型通路の遡上は、A型傾斜式通路に制水板

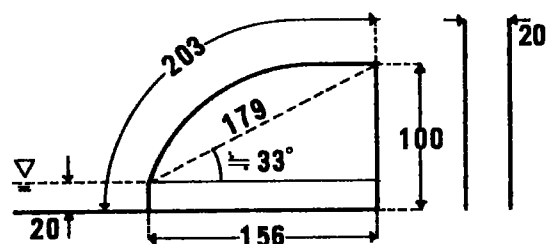
A 型 傾斜式通路（無導壁）



B 型 傾斜式通路（制水板有）



(仮称)
C 型 急流型通路



(仮称)
D 型 急流型通路（阻石有）

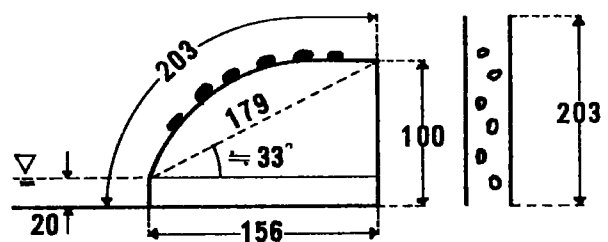


図6 遡上調査に用いた通路の概略（単位 cm）

(L15×H10×W2cm)を設置して、流速を1.35～0.80 m/secに緩和したところ47%の遡上率を示し、調査1-1)53%よりやや低い値であった。

C型(仮称)、急流型通路(ダム等の規模の大きい工作物に用いられる型で、急流型工法とか、カマボコ型と呼ばれている)はA型通路より急傾斜の33°で実施したところ、19～16%の遡上率を示し、A型より優れていると考えられた。

D型通路の遡上はC型通路に直径約10cmの小石6個を阻石として設置し、流速を1.82～1.30 m/secに緩和したところ、54%の遡上であり、B型通路よりやや高い値を示した。

アユの遡上状況

A型通路では、通路入口から50～60cm遡上したところで、水流に耐えられず流れ落ちた。

B型通路では、通路入口から一番目の制水板上流への遡上は、一度ちゅう躇するように観察されたが、その後各制水板によって出来る深みで休息しては遡上していた様であった。

C型およびD型の急流型通路では、放流籠内より、30～40cmジャンプして通路に入り、一気に遡上した。

通路構造の違いによる流速変化

A型通路20°および30°とC型通路における通路内流速を比較するため、各々の通路入口から50cm毎に測定した結果を表4に示した。

A型通路では、一般にアユの遡上限界といわれている流速2 m/sec以上が通路入口より100 cm以上あり、遡上不可能であることが判る。また今回の調査時におけるアユの最大遊泳力は先の観察で斜面を50～60cm遡上していることから、流速2 m/secで50～60cmと考えられる。

C型通路では、通路入口付近は落下の状態で、流速は増しているが、全体的にA型より遅く、流速を増さない構造と考えられる。また、流速の速い所はジャンプ力によって通過して、流速の遅い所へ到達しており、アユの飛躍力を利用した構造とも考えられた。

表3 通路構造の違いにおける遡上力結果

通路型式	調査 開始月日	傾斜度 °	cm 水位差	通路内流速 m/sec				% 遡上率
				入口	中間点	出口	平均	
A	7・30	20	68.4	2.13	2.00	0.79	1.64	0
B	8・4	20	68.4	1.35	—	0.82	1.08	47
※※ C	6	33	80.0	—	—	—	—	19
C	20	33	80.0	2.37	1.65	0.73	1.56	16
D	24	33	80.0	1.82	—	0.78	1.30	54

※※ 予備調査結果

表4 通路構造の違いによる流速変化

(m/sec)

通路距離 通路型名			入口	50 cm	100 cm	150 cm	出口
A	型	20°	2.13	2.02	2.00	1.42	0.79
A	型	30°	2.40	2.40	2.30	1.50	0.85
C	型	33°	2.37	2.10	1.65	1.34	0.73

以上のことから上流と下流の水位差1 m位の工作物には、遡上効果の高い通路を設置するとともに、通路以外の部分を急流型工法とし、阻石等を設置することによって工作物全体が通路と成り得るものと思われた。

2. 仮設通路効果調査

基礎調査および既応の知見に基づき、最も遡上効果が高まり、また、容易に工作が可能と考えられる通路を作成して、1978年度に効果調査を実施した日野川の工作物に設置し、その効果について、6月と8月の2回にわたり調査を実施した。

河川工作物の概要は図7のとおりであり、'78年度調査時の兩岸にある通路の遡上率は、第1回目の2日間における遡上では放流魚が0.13%と、天然魚91尾、第2回目放流魚が0.74%と、天然魚92尾であり、アユの遡上盛期にかかわらず極端に遡上効果の低いことが判明している。

その原因については、調査1-3) 24頁で述べたとおりである。

そこで、当工作物の上流と下流の差が、85cmと比較的低いことから、既設通路以外の部分（タタキ）に簡易な通路を設置することにより、遡上が可能となるかどうかを検討した。

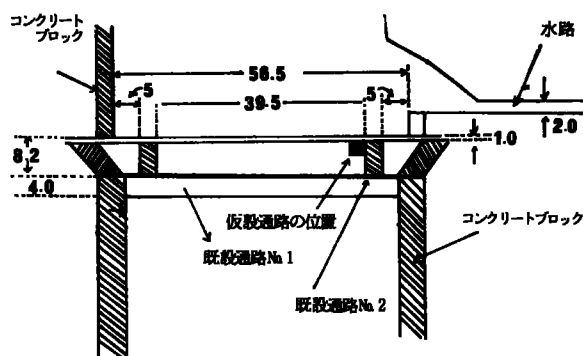


図7 堰堤平面図（単位 m）

1) 仮設・傾斜式通路の効果

材料および方法

調査は6月11日から13日にわたり、蒲生郡竜王町にある農業用堰堤において実施した。通路の設

置は左岸側にある既設通路の側壁に厚さ0.4 cmのベニヤ板および4 cmの角材で作成した幅2 m、斜面の長さ2.4 mの傾斜式通路を傾斜度20°に設置して、堰堤からの越流水をこれに導いた。また通路内流速を、緩和するため、取水部はブロックで流量を調整し、通路内には制水板を設置した。

（図8・9）

供試魚は6月1日に姉川で捕獲された平均体長8.31cm、平均体重6.87gのものを使用した。遡上効果の判定は、図8に示した放流籠内（水深14cm）に1,000尾を放流した後、防鳥網で覆いをしており、24時間後、および48時間後に放流籠内の未遡上魚を取り揚げることによる。

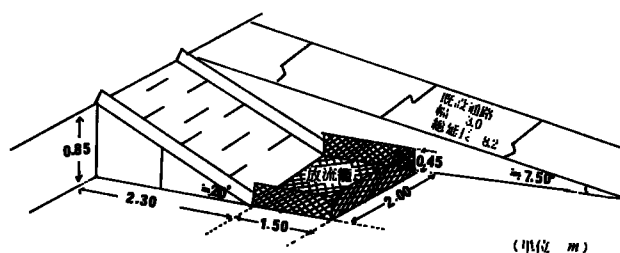


図8 仮設通路の概略

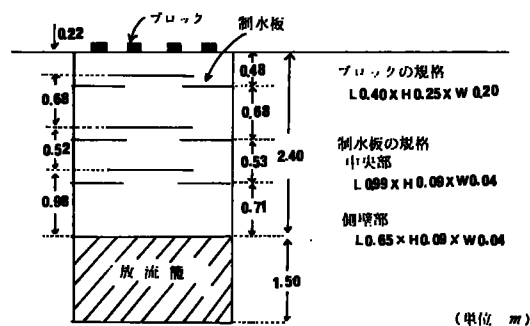


図9 仮設通路平面図

結果および考察

調査時における、自然環境および遡上状況を表5、通路内流速を図10に示した。

放流魚の遡上は、放流直後の6月11日、13時から活発に遡上し、24時間後の6月2日、13時には741尾が遡上した。その後6月13日、13時には131尾が遡上し、2日間における全遡上数は872尾で、未遡上魚11尾、斃死魚117尾であった。

供試魚の斃死については、放流直後から散発的

表5 調査時における自然環境と遡上数

月・日	時刻	天候	気温	水温	遡上数	未遡上数	斃死数
6・11	13:00	晴	26.0	24.0	—	1,000	0
	17:00	"	23.4	26.4	—	—	14
	22:00	"	19.2	22.2	—	—	15
12	05:00	"	18.0	20.0	—	—	22
	09:00	"	23.4	21.1	—	—	18
	13:00	"	27.4	25.5	741	178	12
13	10:00	曇	28.9	22.7	—	—	34
	13:00	晴	29.2	26.0	131	11	2
合 計					872	11	117

に起こり、調査終了時まで、約1割に当る117尾が斃死した。

これについては、当水試の地下水、常温16℃で飼育されたものが、高水温で薄濁した河川水への放流であったことによる環境の急変と、放流籠に使用した金網による「スレ」が原因と考えられた。

アユの遡上状況については、放流直後は池で見られる様な群をつくるとか、一ヶ所に集まることはなく、放流籠内で分散していた。アユは側壁側から中央部の制水板下までは、腹部を通路の底面にこすりつけるような格好で遡上し、その後側壁側制水板の深み（7～8cm）へと遡上した。制水板の深みには、3～4尾まではその場で休息しているように観察されたが、それ以上になると、下から遡上するものと交互に上部の制水板へと、遡上しており、休息場所にも密度の関係があると思われた。

放流魚の時間的遡上活動は、未遡上魚を取り揚げることににより判ると考えられたが、魚体の損傷や、遡上効果の低下を懸念して、肉眼観察によった。

それによると、遡上は放流直後の13時から始まり、16時頃までが活発であった。また2日目の早朝06時頃から09時頃までが遡上盛期とみられた。

今回の調査で放流魚の87.2%と非常に高い効果が得られたことについて、考えられることを列記すると、つぎのとおりである。

- ① 調査期間中の天候がよく、アユの遡上活動を促した。
- ② 通路内流速がブロックや制水板により十分緩

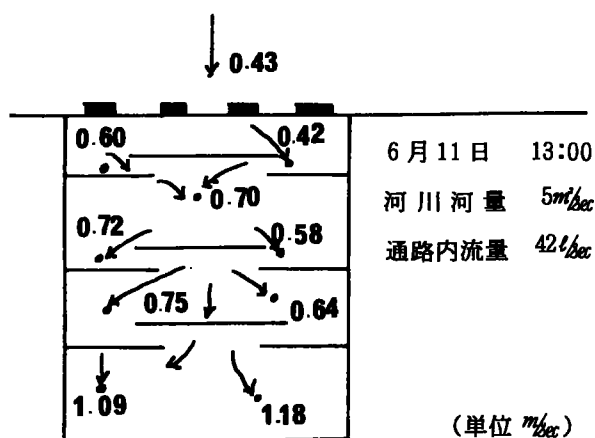


図10 通路内流向および流速分布

和され、アユの最大遊泳力より低く、選好流速に近かった。

- ③ 通路入口附近では、流速が最大遊泳力を越えない範囲で早かったことと、水深が浅いことにより、通路入口附近一帯に水流が生じて、誘引効果が高まった。
- ④ 放流籠内水深が14cmと浅いことにより、アユが居付きにくく、短時間に遡上した。
- ⑤ 基礎調査1-1)における遡上率53.0%と比較して通路幅が広く、流速の増減が多く生じており、流速の遅い所を選びやすかった。

2) アユの飛躍力を利用した仮設通路の効果

アユの飛躍力を利用することにより、通路距離を短縮することが可能であるかどうかを検討した。

調査は8月26日13時から開始したが、その後天候が急変して洪水となったため、22時で打ち切らざるを得なかったが、今後の調査の参考になると考えられるので報告する。

材料および方法

調査の方法は、先の調査2-1)とほぼ同様であるが、仮設通路の構造を傾斜度20°、通路距離1m、タタキから通路入口までの距離50cm、放流籠内水深20cmとした。(図11)

供試魚は6月23日に安曇川で捕獲されたコアユを当水試へ輸送して飼育した平均体長9.66cm、平均体重12.16gのものを600尾使用した。

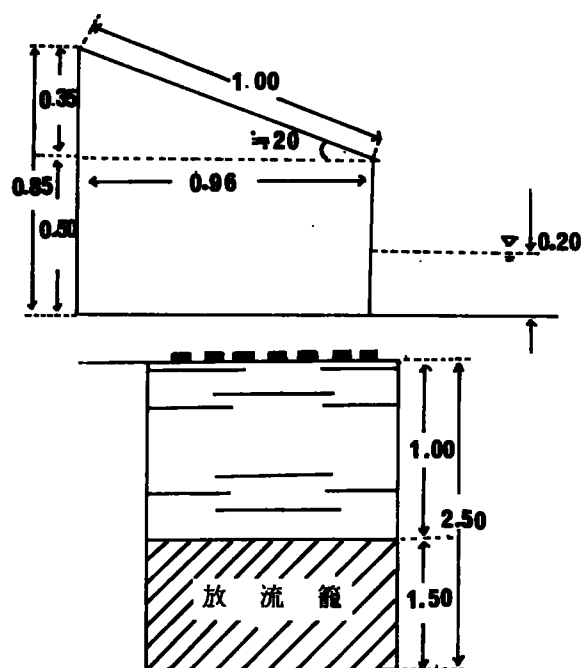


図11 飛躍力を利用した仮設通路の概略(単位 m)

結果および考察

調査開始時の自然環境は曇りで、気温29.2℃、水温25.7℃河川流量5.04m³/sec、通路内流量10.8ℓ/secであった。16時頃より雨が降りだし、17時点で、調査の中止が懸念されたので、一応4時間

後の遡上数を確認するため、放流籠内のアユを取り揚げたところ、未遡上魚473尾、斃死魚17尾であった。このことから遡上数は放流魚の20%に当たる120尾であった。

遡上の開始は、先の調査とほぼ同じで、調査開始から活発に遡上した。

遡上魚は通路入口より落ちる落水地点から約10~20cm離れた所からジャンプし、通路内20cm位のところへ到達し、その後一気に制水板上部の深みへと遡上した。

ジャンプする方向は一定でなく、通路幅全体でみられたが、やや側壁近くが多かった様に観察された。

以上の結果から考察するのは早計であるが、稚アユの飛躍力が28~52cm(白石、1955)とされていることから、飛躍力を利用して、通路距離を短縮することは可能と考えられる。

また隔壁やノッチの落差は30cm前後として、差しつかえないと考えられることや、飛躍に必要な水深を得るための、減勢池^{***}を設けるなら、この型の堰堤構造でも、十分遡上できることを示唆した。

3. アユの遡上と堰堤構造について

基礎調査および仮設通路調査等によって得たいくつかの知見に基づき、上流と下流の水位差1m前後の堰堤(附帯通路を含む)について、堰堤全体を通路と考えたときの、既設堰堤の改善案を図12に示した。またその長所、短所等について考察を試みた。

既設堰堤の場合

- ① 県内、ほとんどの堰堤は、落差が0.5~2mの直斜型堰堤であり、タタキの部分が長く、附帯する通路は図12以外に通路入口がタタキ内に位置するものもあり、遡上効果が低い。
- ② 通路の構造は、傾斜度7~14°の階段式通路が多く、勾配的には問題が少ないようである。
- ③ 遡上魚のほとんどはタタキ内に遡上しており、一旦タタキ内に遡上したものは、魚の習性上、なかなか降下せず、通路への遡上に時間がかかる。

*** 減勢池とは急流型工法によくみられるもので、堰堤からの落下水の下流への影響を減じること、および堰堤短面を保護するため等の目的により、タタキ内に設ける池のこと。

- ④ 稚アユの飛躍力は、28～52cm（白石、1955）
とされており、水位差50cm以上になると遡上

困難となる。

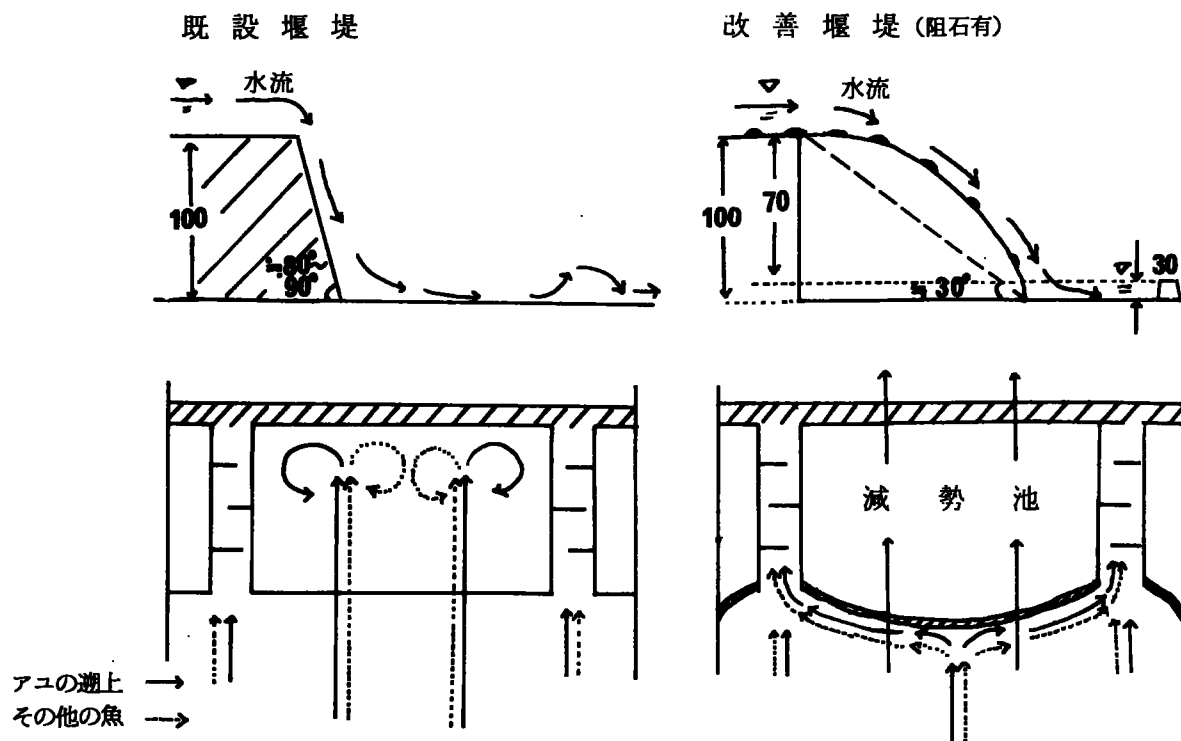


図12 既設堰堤および改善堰堤の構造図（案）

既設堰堤の場合

- ① 県内には急流型工法に近い堰堤は2ヶ所あり、1ヶ所は阻石はないが、減勢池があり、遡上が確認されている（安曇川）。他の1ヶ所は未調査であるが、阻石、減勢池がなく、遡上困難と考えられる（芹川）。
- ② 減勢池を設置することにより、タタキの部分を短縮し、通路入口をタタキの下端と同一にすることが考えられる。
- ③ 減勢池の下端は弓状の誘導堤（加藤、1967）とし、落差を約30cmとすることにより、遡上能力の劣る魚の減勢池内への遡上を防ぐとともに、通路への誘引効果を高めることができる。
- ④ アユのほとんどは、減勢池下端の副堤30cmを飛び越えて、減勢池内に入り、斜面を遡上する。
- ⑤ 通路の入口は減勢池より低くし、側壁は副堤の高さと同じか、やや高くする。
- ⑥ 通路入口の通路数は、洪水等により土砂が流出して水深が深くなった時や、落差が生じた場合の誘引効果を高めるために、急傾斜（急流型

工法）として土中にまで伸ばしておく。（図13）

- ⑦ 隔壁および切り欠け天端面の構造はプール内からの遡上誘引を高めるため、急傾斜（急流型工法）として落水地点を隔壁近くにする。
- ⑧ 急流型工法は、遡上能力の優るアユに対しては、有効と考えられるが、遡上能力の劣るフナ等に対しては、通路を必要とする。

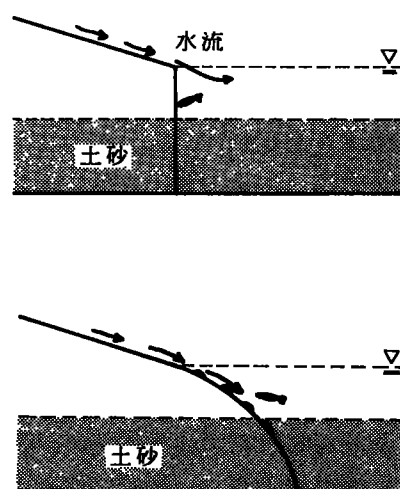


図13 通路入口附近における改善案

4. 今後の課題

1980年調査の結果より、水位差1m前後の工作物については、工作物全体が遡上魚の通路となり得るものと考えられたが、さらに遡上効果を高めるため、急流型工法における簡易な流速緩和の方法（放物線様の度合等）や当工法による遡上限界について検討する必要がある。

5. 要 約

既設通路の改善方法および堰堤全体を通路と考えた時の堰堤構造を明らかにすることを目的に、アユの斜面遡上力等の基礎的な調査を実施するとともに、既設堰堤において、仮設通路を設置して効果調査を実施した。

- ① 2mおよび1mの傾斜式通路における遡上は、2m通路では、傾斜度10°までは遡上が可能で、それ以上では急激に低下し、20°が限界であった。1m通路では、傾斜度20°までは、遡上が可能で、それ以上35°までは、約半数が遡上し40°が限界であった。
- ② 2m、および1mの遡上限界であった傾斜度20°および40°において、制水板を設置して流速を緩和したところ、2m通路では、53%の遡上率、また1m通路では38%の遡上率を示し、制水板による効果が認められた。
- ③ 2m通路における、遡上魚と未遡上魚の体型比較を行なったところ、両者に有意差はなかった。
- ④ 通路入口の水深と遡上の関係を調査したところ、水深60cm時では7%、40cm時59%、20cm時68%の遡上率を示し、水深が浅くなる程、誘引効果の高まることが判った。
- ⑤ 通路構造の違いによる遡上力は、傾斜式通路、傾斜度20°では0%で、それに制水板を設置した時の遡上は47%であった。（仮称）急流型通路における遡上は16～19%であり、それに阻石を設置した時の遡上は54%と傾斜式通路より高い値を示した。
- ⑥ 傾斜式通路と（仮称）急流型通路の流速比較では、急流型通路の方が、全体的に遅く、またアユの飛躍力を利用した通路構造と考えられた。
- ⑦ 傾斜式20°の仮設通路調査では、放流魚の87

%と非常に高い遡上率を示し、簡易通路として、十分活用できると考えられた。

- ⑧ 飛躍力を利用した仮設通路調査の結果より、アユの飛躍力を利用して、通路距離を短縮することが可能と考えられた。
- ⑨ 基礎調査および仮設通路調査等の結果から、水位差1m前後の堰堤については、堰堤全体が通路となり得ると考えられた。またその時の構造案を示した。

6. 参考資料・文献

- 1) 滋 賀 県 1975 年
魚道の現況と問題点について、プリント
- 2) 滋 賀 県 1977 年
遡河魚類通路調査報告書
- 3) 滋 賀 県 1978 年
遡河魚類通路調査報告書
- 4) 滋 賀 県 1979 年
遡河魚類通路調査報告書
- 5) 滋 賀 県 1974 年
滋賀県水産試験場研究報告 第27号
- 6) 小山長雄 1975 年
魚道をめぐる諸問題
- 7) 小山長雄他 1977 年
木曾三河河口資源調査報告書
- 8) 全国治水砂防協会 1977 年
大型砂防ダム設計、施工事例集
- 9) 全国治水砂防協会 1976 年
砂防用語集

附表 1. 0°迴上魚

No	体 長 cm	体 高 cm	体 重 g
1	10.07	1.79	2.04
2	8.77	1.52	7.11
3	9.80	1.53	8.73
4	9.73	1.63	9.85
5	9.47	1.71	9.99
6	8.97	1.62	8.35
7	8.91	1.53	7.98
8	8.23	1.32	5.19
9	8.80	1.45	7.33
10	7.84	1.67	4.83
11	7.90	1.18	4.59
12	8.81	1.53	7.53
13	8.90	1.39	6.35
14	8.44	1.50	6.88
15	7.95	1.36	5.44
16	10.65	1.88	3.98
17	9.41	1.68	9.45
18	8.38	1.27	5.47
19	10.40	1.90	2.44
20	8.08	1.61	6.79
21	8.72	1.39	6.21
22	8.35	1.48	6.16
23	8.12	1.33	5.18
24	7.93	1.28	5.02
25	7.94	1.30	5.00
26	8.22	1.32	5.45
27	8.27	1.34	5.69
28			
29			
30			
Σx	237.06	40.51	199.03
$\bar{x}$	8.780	1.500	7.371
σ_{n-1}	0.802	0.191	2.519
SE	0.154	0.037	0.485

附表 2. 0°未迴上魚

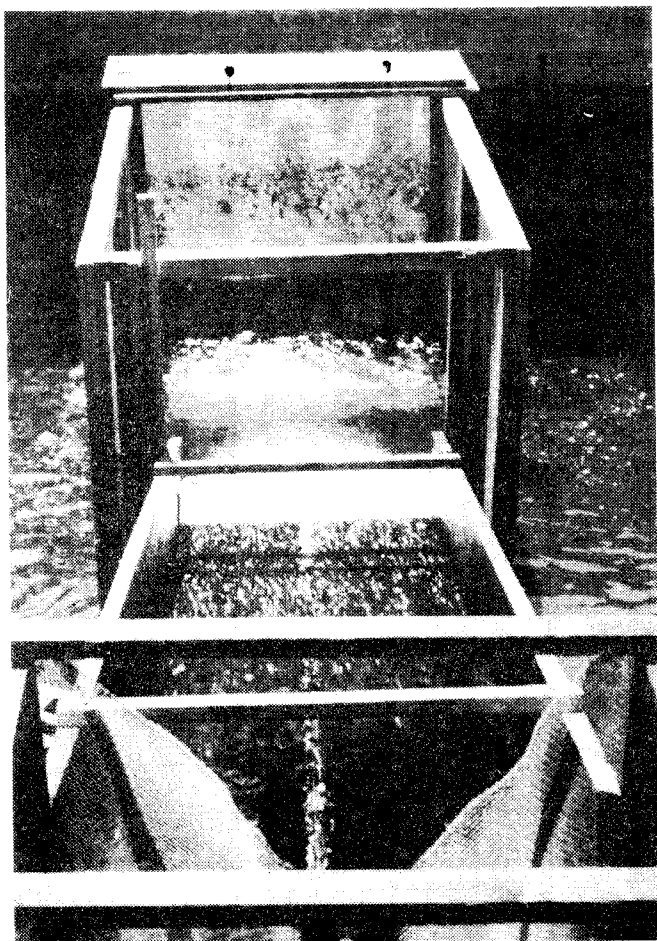
No	体 長 cm	体 高 cm	体 重 g
1	10.50	2.02	3.58
2	9.89	1.87	1.87
3	10.09	1.96	0.73
4	9.64	1.85	0.47
5	9.94	1.80	0.71
6	9.94	1.68	1.74
7	9.50	1.79	9.63
8	9.50	1.70	9.29
9	9.35	1.71	8.76
10	8.80	1.60	7.61
11	9.12	1.70	8.91
12	9.35	1.76	8.83
13	9.55	1.68	9.62
14	9.07	1.66	8.35
15	9.55	1.74	9.05
16	8.92	1.53	7.17
17	9.31	1.67	8.36
18	9.19	1.63	7.65
19	8.80	1.68	7.58
20	8.95	1.58	7.43
21	8.27	1.70	7.06
22	8.17	1.71	7.34
23	8.96	1.78	8.65
24	8.43	1.65	7.16
25	8.76	1.44	6.19
26	8.16	1.48	5.24
27	7.65	1.38	4.66
28	8.18	1.46	5.56
29	7.85	1.38	4.72
30	8.20	1.37	5.46
Σx	271.59	49.96	249.38
$\bar{x}$	9.053	1.665	8.313
σ_{n-1}	0.712	0.163	2.178
SE	0.130	0.030	0.398

附表 3. 11.5° 迴上魚

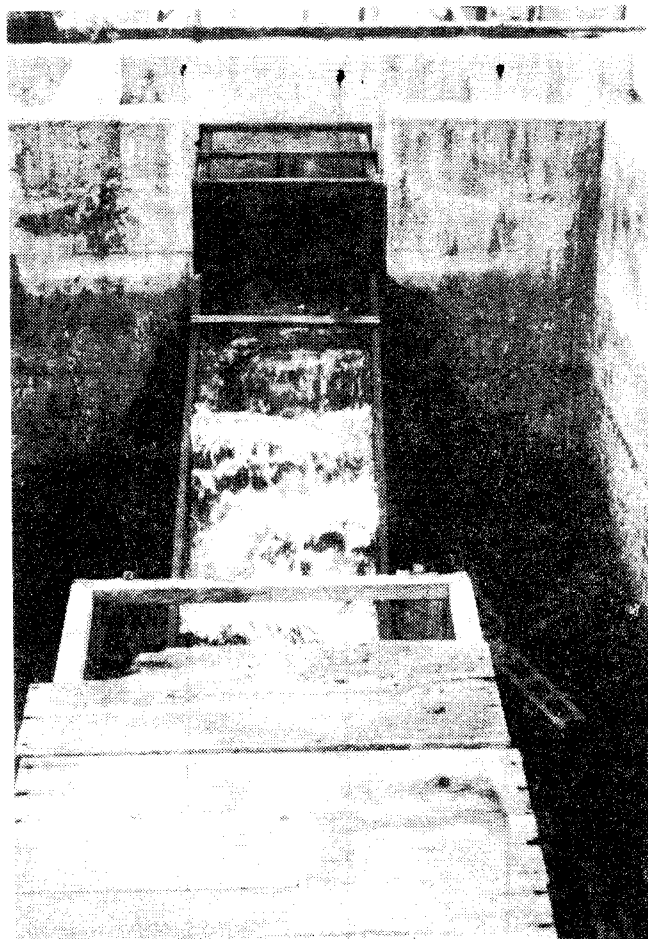
No	体 長 cm	体 高 cm	体 重 g
1	9.52	1.60	8.59
2	10.18	1.86	12.12
3	8.97	1.47	7.13
4	9.12	1.71	8.72
5	9.10	1.45	7.06
6	8.74	1.42	6.82
7	7.90	1.50	5.25
8	8.65	1.52	6.56
9	10.07	1.83	11.40
10	8.90	1.54	7.85
11	10.59	1.88	13.39
12	9.70	1.88	11.17
13	10.33	1.73	11.25
14	9.07	1.46	7.00
15	8.67	1.41	6.47
16	8.17	1.39	5.42
17	8.90	1.51	7.63
18	9.77	1.68	10.45
19	9.81	1.59	9.93
20	9.58	1.71	10.22
21	8.18	1.27	5.14
22	8.11	1.33	5.65
23	8.45	1.48	6.97
24	9.71	1.57	9.74
25	8.63	1.44	6.78
26	8.40	1.48	6.49
27	9.08	1.66	8.50
28	9.42	1.71	9.73
29	8.58	1.43	6.80
30	9.18	1.50	8.08
Σx	273.48	47.01	248.31
$\bar{x}$	9.116	1.567	8.277
σ_{n-1}	0.699	0.164	2.201
SE	0.128	0.030	0.401

附表 4. 11.5° 未迴上魚

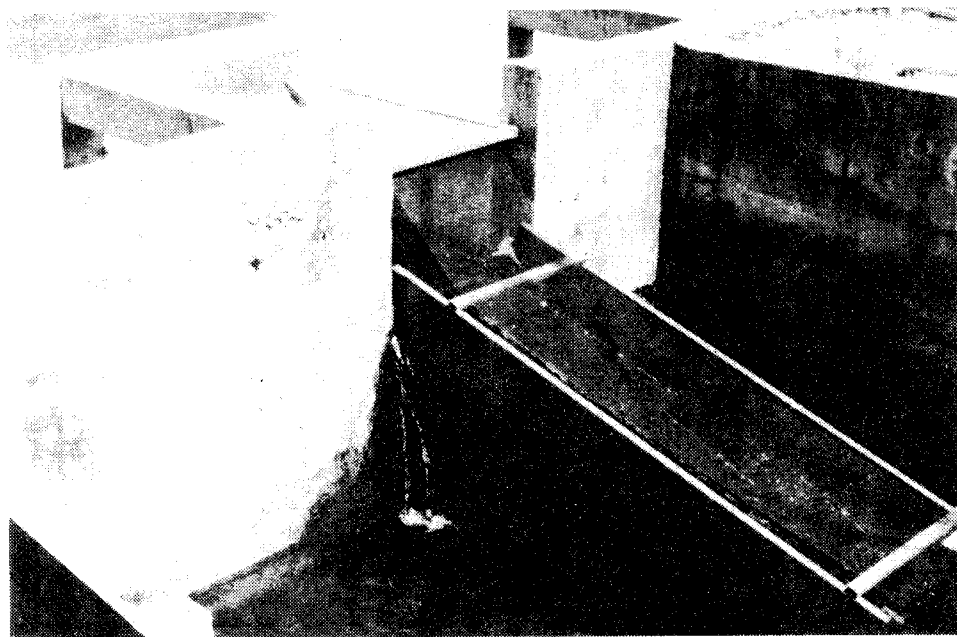
No	体 長 cm	体 高 cm	体 重 g
1	10.45	2.00	14.22
2	10.04	1.80	11.00
3	10.14	1.74	9.65
4	9.83	1.78	10.40
5	9.24	1.68	9.00
6	10.90	1.75	8.44
7	10.75	1.62	8.26
8	10.93	1.54	8.04
9	10.26	1.58	7.95
10	10.24	1.50	7.57
11	8.39	1.55	6.58
12	8.49	1.40	6.23
13	8.55	1.50	6.96
14	9.34	1.72	10.07
15	9.53	1.90	11.24
16	9.06	1.70	9.40
17	9.35	1.90	10.95
18	9.35	1.89	11.49
19	9.79	1.88	12.00
20	10.50	1.80	12.14
21	8.19	1.55	6.73
22	9.27	1.81	10.00
23	9.07	1.75	8.57
24	9.07	1.68	7.99
25	9.32	1.60	8.51
26	8.57	1.55	7.62
27	8.39	1.62	7.45
28	8.75	1.50	7.82
29	8.40	1.41	7.00
30	8.21	1.35	6.23
Σx	282.37	50.05	269.51
$\bar{x}$	9.412	1.668	8.984
σ_{n-1}	0.840	0.166	2.003
SE	0.153	0.030	0.366



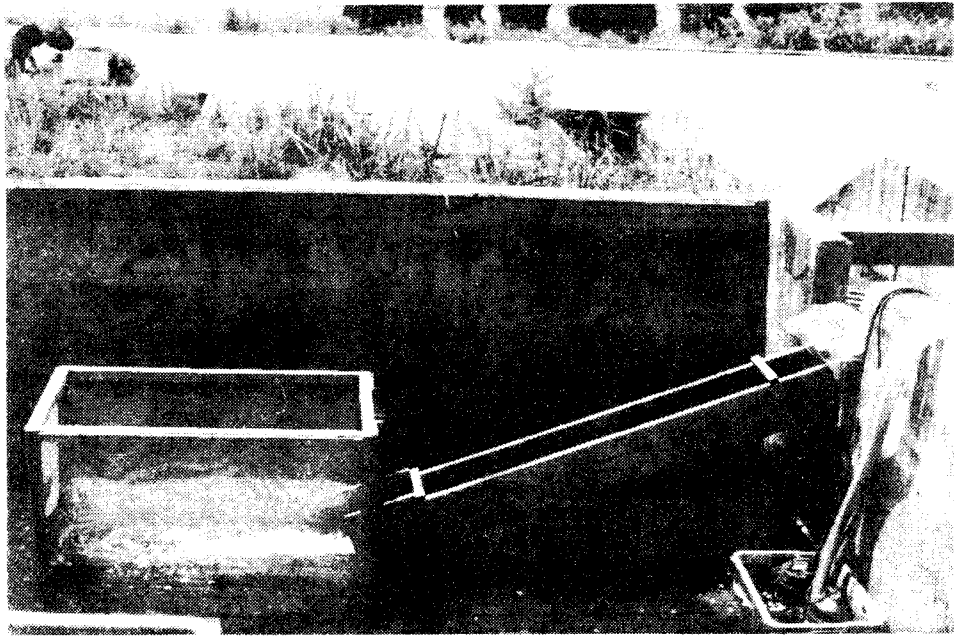
斜面遡上力調査



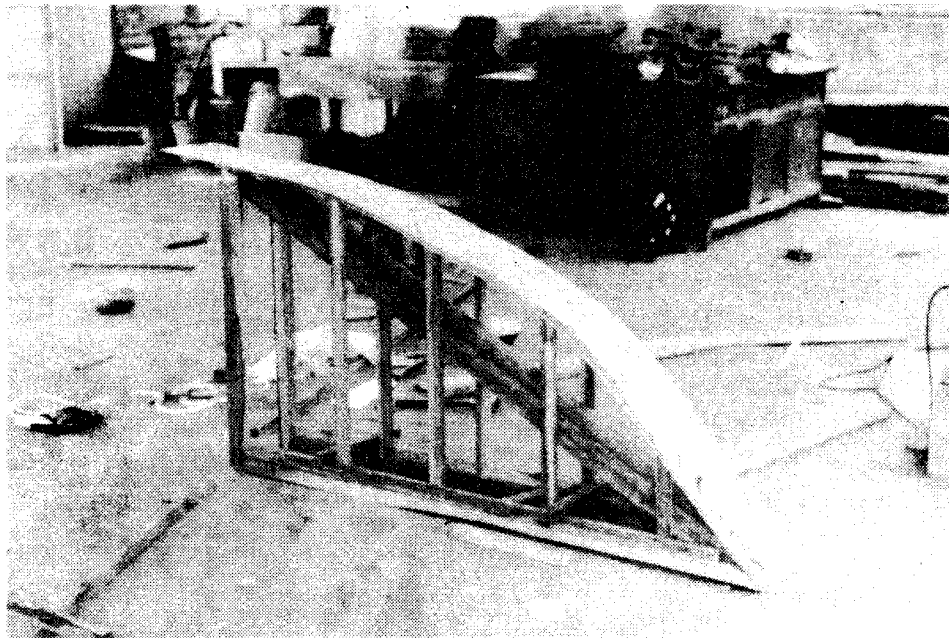
構造改良調査



調査実施中（トラップ、通路、放流籠に防鳥網をセット）



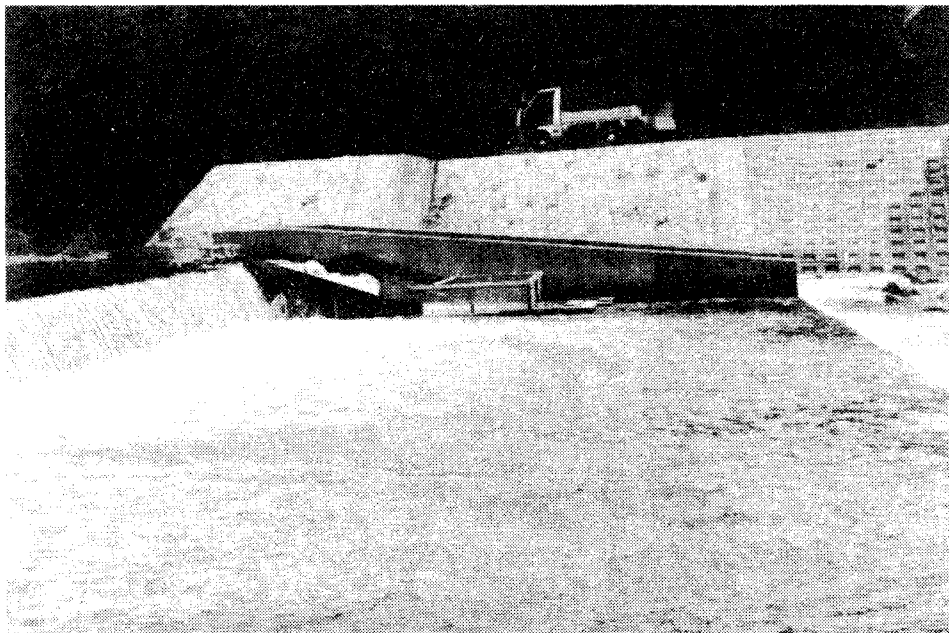
調査 1 - 3) 実験装置



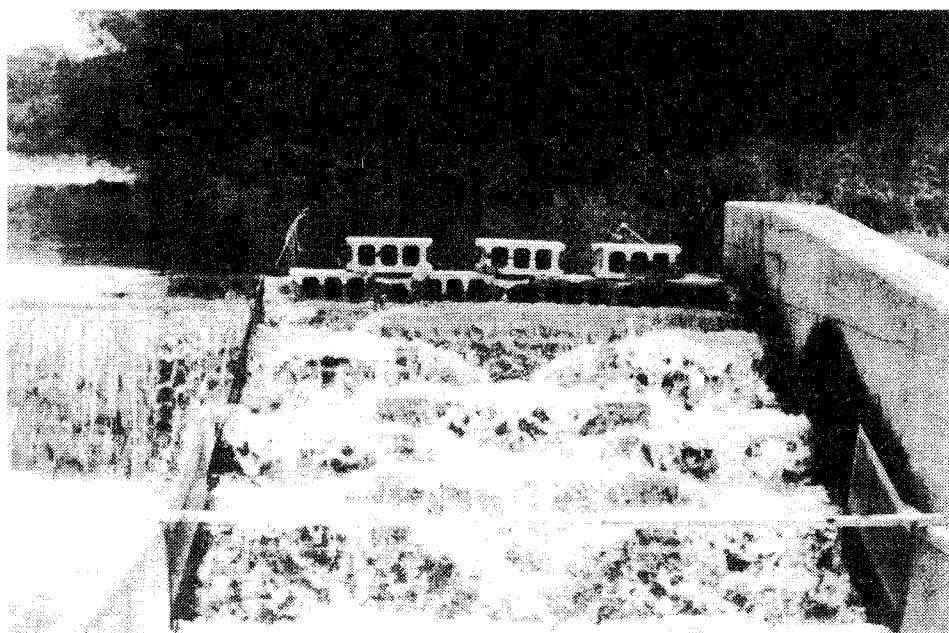
調査 1 - 3) (仮称) 急流型通路



調査 2-1)
既設通路
の概況



仮設通路
設置位置



仮設通路
内の状況