

7.2.3 参考 1：宮中ダム魚道の改善提案¹

6-1-6 将来的な改善対策の提案

ここでは、6-1-3 に示した暫定改善対策の実施により、横波の発生を抑制することが期待されるが、横長のプール形状であることや、切欠きが交互に設置されているため、依然として横波や平面的な流れ（切欠き→切欠き）が形成されることも考えられる。

このため、対策の実施には施設管理者との調整等に時間を要するが、暫定改善対策実施後に予想される課題に応じて、以下のフローに基づき将来的な改善対策を講じることが提案する。

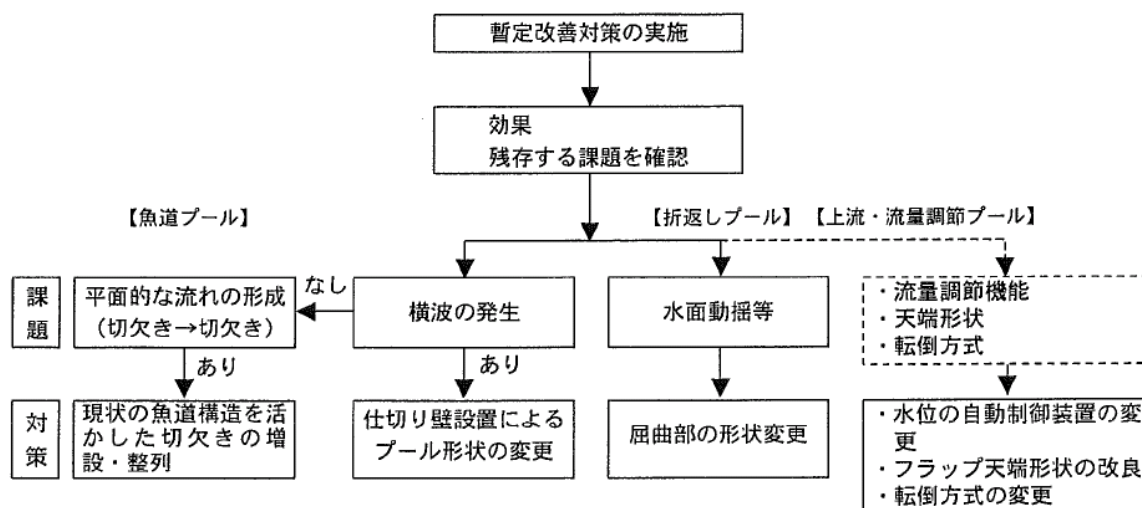
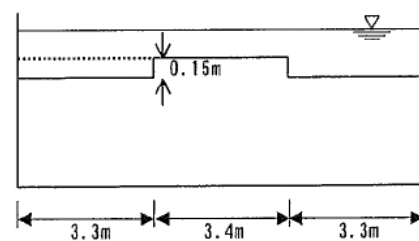


図-6.1.3 将来的な改善対策

1. 魚道プール

(1) 切欠きの増設・整列

- 課題 : 横断方向の流れ(切欠き→切欠き)が形成される
- 改善方針 : 切欠きを一般部側にも増設し、縦断的に整列させる
- 効果等 : ・切欠きが直線的に配置されることで、平面的な流れが形成されにくい
 ・現状の魚道構造を活かした整備が可能である
- 整備内容 : 隔壁一般部側に現状と同規模の切欠きを設置する



- 対策後の水理諸元 : 切欠きの増設・整列実施後には、幅員 3.3m の切欠き部から越流することとなる。
 越流公式により各水理諸元を算出し、表-6.1.7 に示した。これによると、第一段階実施後、潜孔流量分を減じた 3.06m³/s 程度の場合、隔壁越流部でサケの遡上に必要な水深が確保されるのは切欠き部のみとなる。一方、現状の魚道流量 3.66m³/s の場合には切欠き部、一般部ともサケの遡上に必要な水深が概ね確保される。限界流速についてはいずれも巡航速度範囲内である。

表-6.1.7 切欠きの増設・整列を行った場合の水理諸元

■魚道流量 3.06m³/s 流下時 (1箇所あたり)

	越流水深 (m)	越流流速 (m/s)	限界水深 (m)	限界流速 (m/s)	流量 (m ³ /s)	魚道流量計 (m ³ /s)
切欠き部	0.35	1.08	0.25	1.50	1.25	3.06
一般部	0.20	0.82	0.14	1.13	0.56	

■魚道流量 3.66m³/s 流下時 (1箇所あたり)

	越流水深 (m)	越流流速 (m/s)	限界水深 (m)	限界流速 (m/s)	流量 (m ³ /s)	魚道流量計 (m ³ /s)
切欠き部	0.39	1.14	0.28	1.58	1.47	3.67
一般部	0.24	0.89	0.17	1.24	0.73	

(2) 仕切り壁の設置によるプール形状の変更

- 課題 : 横波が発生する
- 改善方針 : 仕切り壁を設置することで、プール形状を縦長プールに変更する
- 効果等 : 他事例・研究等による実績があり、横波の発生を抑制する効果が期待できる
- 整備内容 : 3つの仕切り壁の設置と合わせて隔壁天端形状の改良を行うとともに、多様な魚種に対応可能な魚道として隔壁高さも変更する

大型プール分割数、隔壁高さ設定の考え方

大型プール分割数

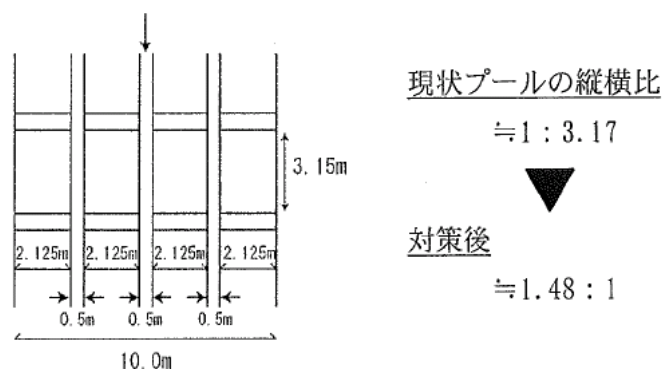
横波の発生を抑制するためには、現状プールの縦横比を縦長となるよう変更することが重要である。仕切り壁は強度や管理用通路としての利用も考慮し、0.5mの幅員が必要であるとした場合、大型プールを縦長形状に変更するには少なくとも3本の仕切り壁を設置し、大型プールを4分割することが必要である。

隔壁高さの設定

分割した各水路の隔壁高さを変更することにより、多様な魚種に対応可能な魚道となることが期待できる。ここで、魚道の設計対象魚であるサケ（大型魚）が遡上可能なものとして、現状の越流水深設計値（40cm及び25cm）を保持するとともに、アユ等の中・小型魚が遡上できるものとした越流水深10cmに加え、25cmと10cmの間となる18cmを越流水深に設定する。

【仕切り壁の設置によるプール形状の変更】

仕切り壁を設置し、魚道を分割することにより、プール形状を縦長プールに変更する。



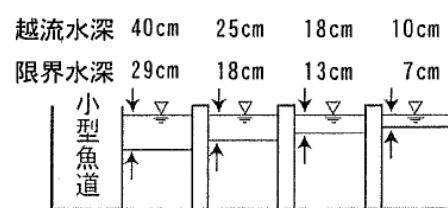
【一隔壁天端形状の改良】

はく離流の抑制に配慮し、隔壁天端形状をR形状に変更する。



【隔壁高さの変更】

多魚種が遡上可能な魚道となるよう配慮し、隔壁高さを段階的に変更する。



魚道外側2列は主に大型魚(サケ)、内側2列は小~中型魚(アユ等)の利用を期待して隔壁高さを設定する。

対策後の水理諸元 : 越流公式により、仕切り壁の設置、隔壁高さの変更を実施した場合の各部位の水理諸元と魚道流量を算出し、表-6.1.8に整理した。

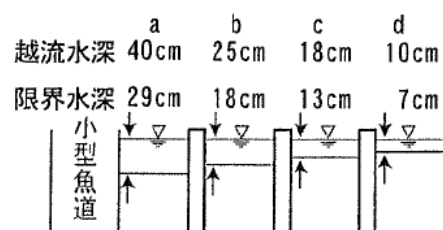


図-6.1.4 仕切り壁設置によるプール形状変更後の隔壁横断形状と越流水深

表-6.1.8 仕切り壁設置によりプール形状を変更した場合の水理諸元

	流量 (m ³ /s)	越流水深 (m)	越流流速 (m/s)	限界水深 (m)	限界流速 (m/s)
a	0.98	0.40	1.16	0.29	1.60
b	0.49	0.25	0.91	0.18	1.27
c	0.30	0.18	0.78	0.13	1.08
d	0.12	0.10	0.58	0.07	0.80
合計	1.89	—	—	—	—

ここで、魚道の設計対象魚種である、サケ、アユの遊泳力は表-6.1.9の通りであることから、a、b ではサケ、c、d では概ねアユが利用可能な流速を満足していることが分かる。

表-6.1.9 魚道設計対象魚種の遊泳力

	対象魚種	信濃川における 遡上期の体長 ^{※1}	遊泳力(m/s)	
			巡航速度	突進速度
大型魚道	サケ ^{※2}	60~80	1.2~2.2	4.0~5.0
	サクラマス	40~70	1.2~1.8	4.0~6.0
小型魚道	アユ	6~8	0.8以下	0.8~1.2

※1 出典:平成14年度 河川水辺の国勢調査(魚介類、底生動物)業務 報告書/
国土交通省 北陸地方整備局 信濃川工事事務所

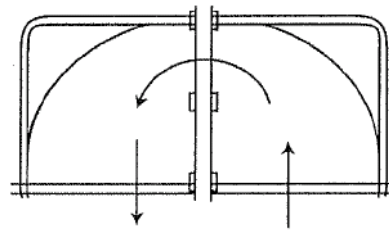
※2 サケの遡上に必要な水深の考え方

「正常流量検討における魚類からみた必要流量について」の水理資料から
サケの体長:体高=65cm:14.2cmとされている。ここで、平成15年度の宮中地点での捕獲調査によるサケの最大体長79cm(≒80cm)とすると(体長約80cmは上表との整合も図られている)、
サケの体高 $0.80 \times 0.142 \div 0.65 = 0.175 \approx 0.18$ (cm)となる。
ちなみに、信濃川におけるアユの遡上時の体長は6~8cmであることから越流水深10cm設定水路での遡上は特に問題はない。

以上の検討結果より、暫定対策実施後の魚道流量は1.89m³/s~3.06m³/sであり、また、これは魚道上流の流量調節ゲートにおける流量設定可能範囲内である。但し、ゲートの自動制御は困難であり、ダム水位の変動に伴い魚道流量への影響が懸念されるため、施設管理者との協議・調整を進めながら、流量調節ゲートについても改善することが望まれる。

2. 折返しプール

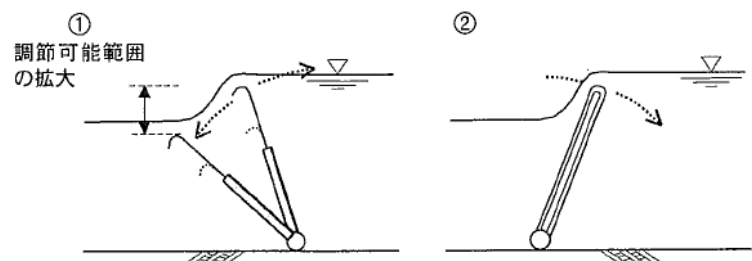
- 課題 : 屈曲部が直角であり、水面動揺がみられる。また、横波発生の要因ともなりうる
- 改善方針 : 折り返しプールにおける、急激な流向の変化を抑制する
- 効果等 : 水面動揺及び横波の発生を抑制することが期待される
- 整備内容 : 折り返しプール外側コーナーを R 形状に変更する。



折返しプール外側コーナー部を R 形状とし、急激な流向の変化を抑制する。

3. 上流・流量調節ゲート

- 課題 :
 ・流量減少時の水位自動制御が低水位に対応していない
 ・フラップ上端部の形状が折り返し形状かつ下流転倒方式であり、はく離流の発生や死水域が形成される。特に底生魚の遡上が困難である。
- 改善方針 :
 ・水位に対応した運転自体は可能 (約 $2.00\text{m}^3/\text{s}$ が最小値)
 →自動運転の制御装置の変更を検討
 ・上流転倒式のゲート構造とする
 →大規模な施設改善が必要
- 効果等 :
 ・はく離流や死水域が形成されにくい
 ・適切な魚道流量を維持することができる
- 整備内容 :
 ①自動運転の制御装置の変更
 ②上流転倒方式のゲートに改善する



7.2.4 参考2：宮中ダム魚道におけるサケの遡上状況²

既往検討では、減水区間におけるサケの遡上経路や障害箇所および休息場となる箇所の特性を把握するため、サケに発信機を装着し、遡上経路の観測（テレメトリー調査）が行われている。

この調査の一環として、発信機を装着したサケが宮中取水ダム魚道を遡上する様子が記録されている。

調査の結果、魚道折り返し部を通過後に、遡上に時間がかかっていることが示された。以下に結果の概要を参考として示す。

² 平成13年度信濃川減水区間調査検討業務報告書 平成14年2月

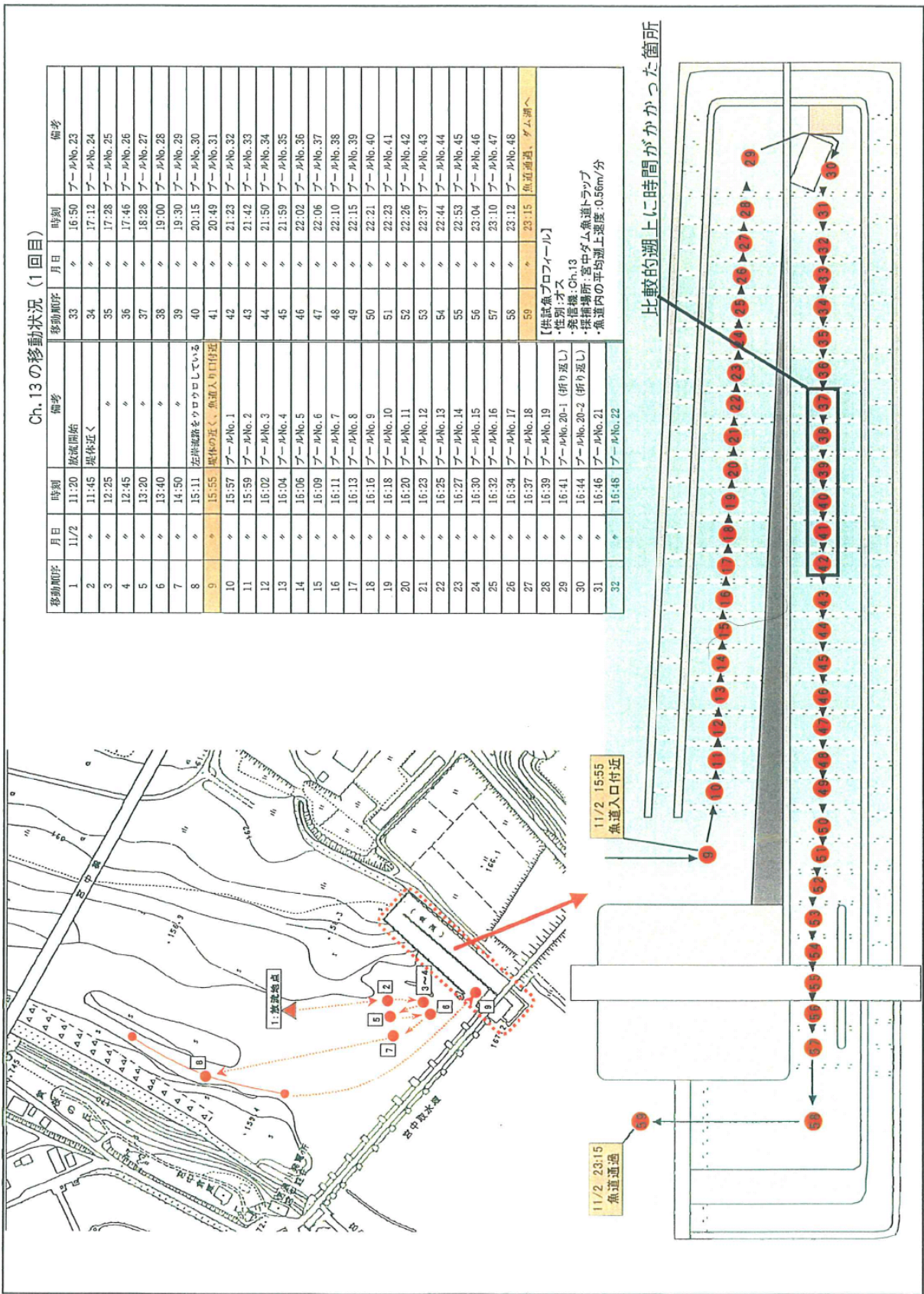


図 3-5-17 宮中ダム直下および魚道内の移動経路 (Ch.13、1 回目の遊上)

Ch.13の移動状況(2回目)

移動順序	月日	時刻	備考
1	11/3	6:26	操体直下魚道入り口付近
2	*	6:31	魚道入口
3	*	6:32	ブールNo.1
4	*	6:34	ブールNo.2
5	*	6:35	ブールNo.3
6	*	6:36	ブールNo.4
7	*	6:38	ブールNo.5
8	*	6:39	ブールNo.6
9	*	6:40	ブールNo.7
10	*	6:42	ブールNo.8
11	*	6:43	ブールNo.9
12	*	6:44	ブールNo.10
13	*	6:46	ブールNo.11
14	*	6:47	ブールNo.12
15	*	6:48	ブールNo.13
16	*	6:50	ブールNo.14
17	*	6:51	ブールNo.15
18	*	6:52	ブールNo.16
19	*	6:54	ブールNo.17
20	*	7:06	ブールNo.18
21	*	7:08	ブールNo.19
22	*	7:10	ブールNo.20

【備考】
このサケは、1回目の遡上でダム湖へ入った後、故
こしているゲートから操体下流へ流された。一旦はミ
オン中里付近まで下ったが、その後、再度魚道へ遡
上した。
*魚道内の平均遡上速度：約2.1m/分

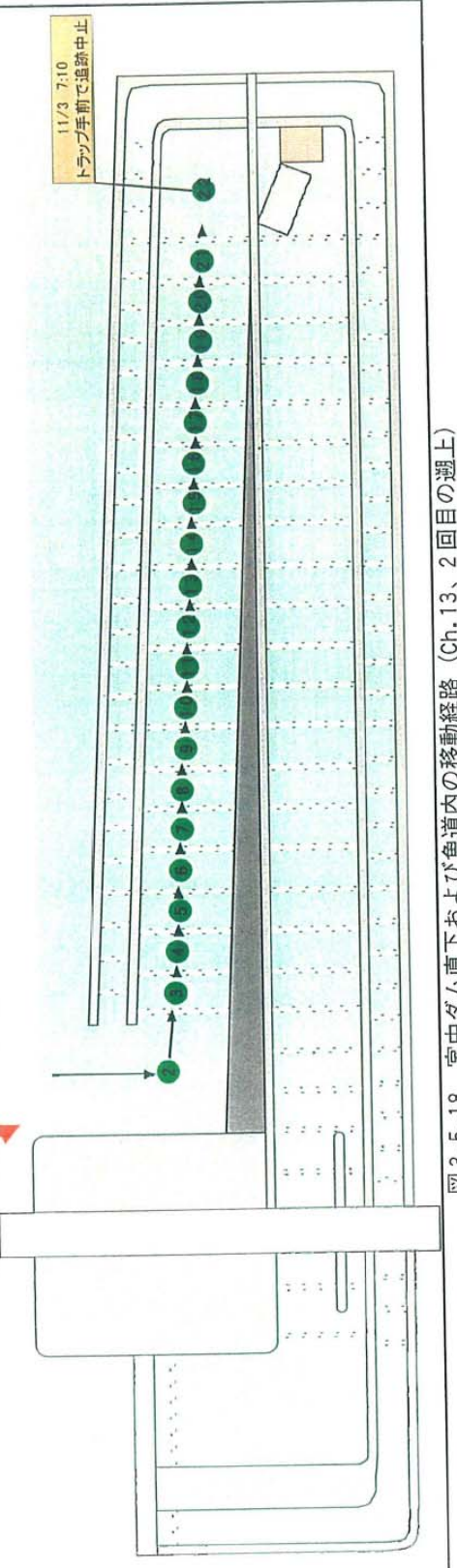
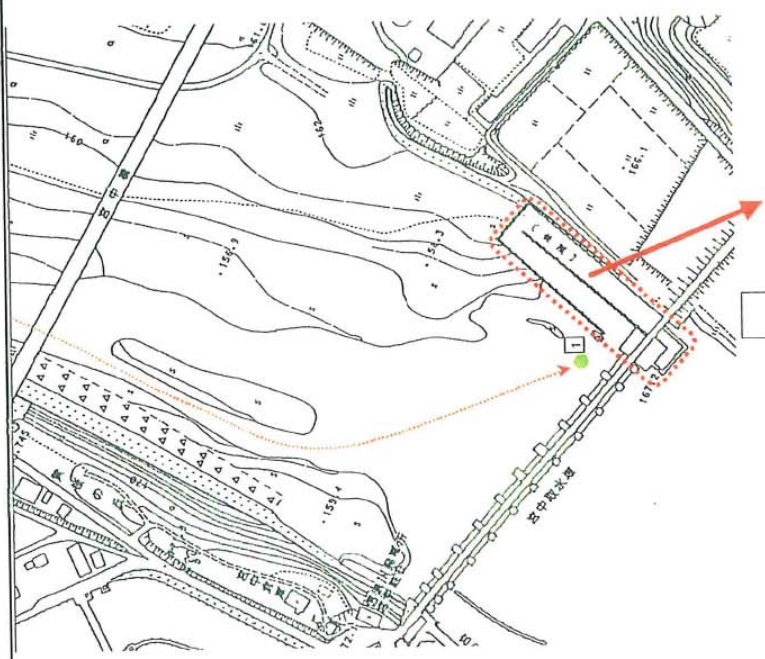


図3-5-18 宮中ダム直下および魚道内の移動経路 (Ch.13、2回目の遡上)

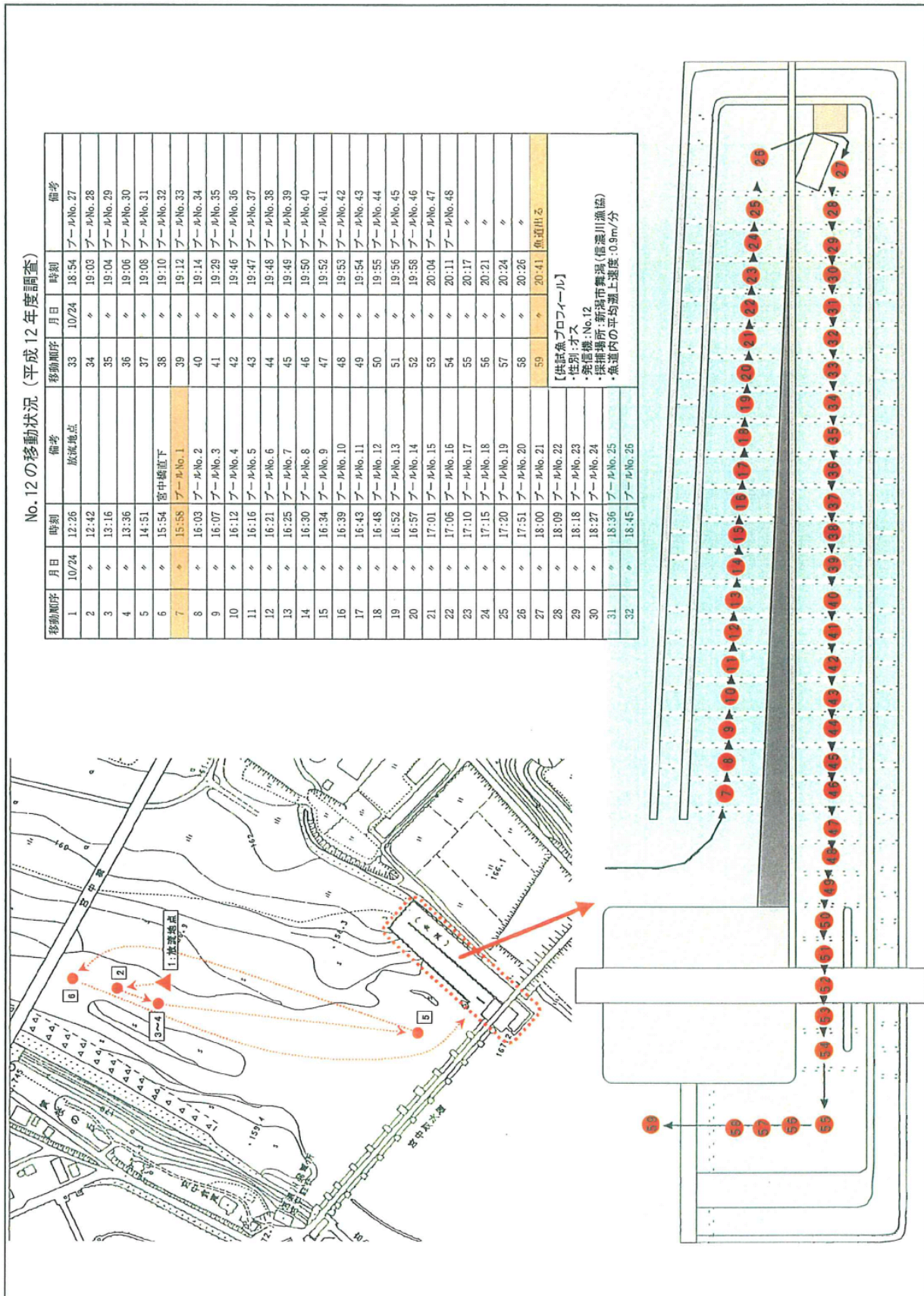


図 3-5-19 宮中ダム直下および魚道内の移動経路 (No. 12、平成12年度調査)

No. 14の移動状況 (平成12年度調査)

位置	月日	時刻	備考	位置	月日	時刻	備考
1	11/15	23:43	宮中ダム直下	34	11/16	8:14	ア-No.26
2	〃	23:52	〃	35	〃	8:14	ア-No.27
3	11/16	0:12	〃	36	〃	8:52	ア-No.26
4	〃	0:22	〃	37	〃	9:00	ア-No.25
5	〃	0:35	〃	38	〃	9:00	ア-No.26
6	〃	6:37	〃	39	〃	9:01	ア-No.27
7	〃	8:21	〃	40	〃	9:02	ア-No.28
8	〃	8:22	ア-No.1	41	〃	9:03	ア-No.29
9	〃	8:23	ア-No.2	42	〃	9:04	ア-No.30
10	〃	8:24	ア-No.3	43	〃	9:04	ア-No.31
11	〃	8:25	ア-No.4	44	〃	9:05	ア-No.32
12	〃	8:27	ア-No.5	45	〃	9:06	ア-No.33
13	〃	8:28	ア-No.6	46	〃	9:07	ア-No.34
14	〃	8:29	ア-No.7	47	〃	9:08	ア-No.35
15	〃	8:30	ア-No.8	48	〃	9:08	ア-No.36
16	〃	8:31	ア-No.9	49	〃	9:09	ア-No.37
17	〃	8:33	ア-No.10	50	〃	9:10	ア-No.38
18	〃	8:33	ア-No.11	51	〃	9:11	ア-No.39
19	〃	8:34	ア-No.12	52	〃	9:12	ア-No.40
20	〃	8:34	ア-No.13	53	〃	9:16	ア-No.41
21	〃	8:35	ア-No.14	54	〃	9:20	ア-No.42
22	〃	8:36	ア-No.15	55	〃	9:24	ア-No.43
23	〃	8:36	ア-No.16	56	〃	9:39	ア-No.44
24	〃	8:37	ア-No.17	57	〃	9:54	ア-No.45
25	〃	8:37	ア-No.18	58	〃	10:13	ア-No.46
26	〃	8:38	ア-No.19	59	〃	10:32	ア-No.47
27	〃	8:39	ア-No.20	60	〃	10:51	ア-No.48
28	〃	8:39	ア-No.21	61	〃	12:13	魚道通過、ダム側へ
29	〃	8:40	ア-No.22				
30	〃	8:40	ア-No.23				
31	〃	8:41	ア-No.24				
32	〃	8:42	ア-No.25				
33	〃	8:42	ア-No.25				

【試験魚プロフィール】
 ・性別:オス
 ・体長:No.14
 ・採捕場所:小・中谷市川井(魚道流域)
 ・魚道内の平均遊上速度:0.4m/分

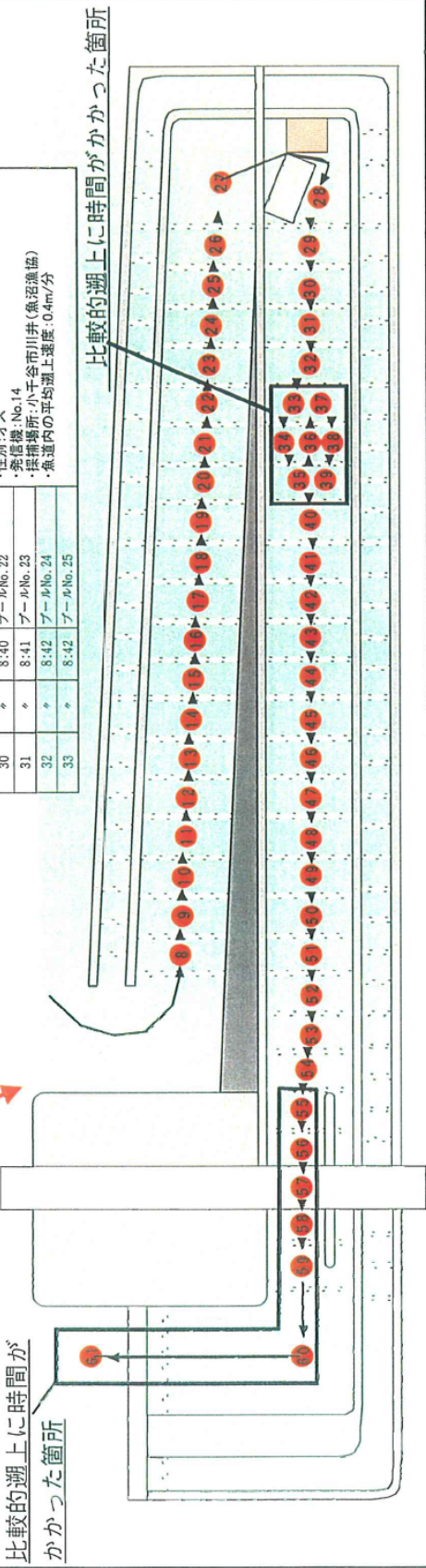
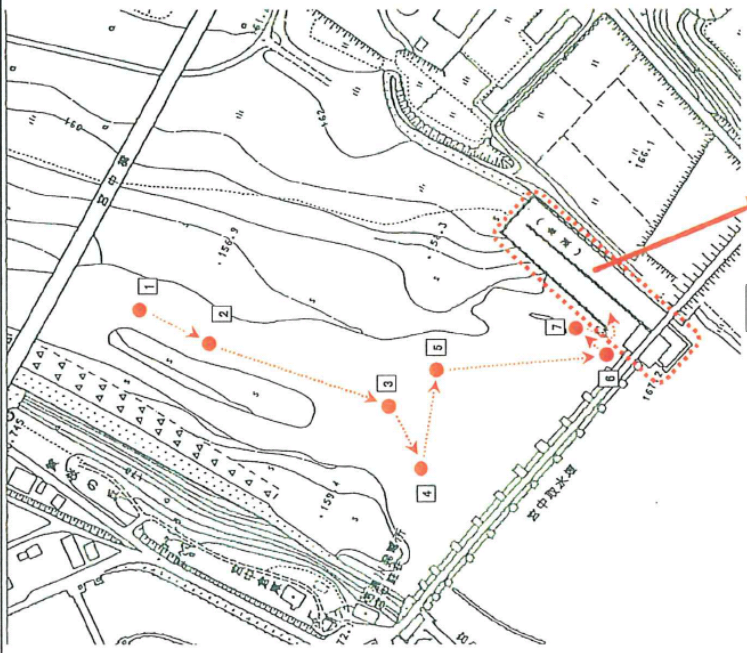


図 3-5-20 宮中ダム直下および魚道内の移動経路 (No. 14、平成12年度調査)