

平成22年度
利根大堰魚道鮭遡上調査業務

報 告 書

平成 23年 1月

独立行政法人水資源機構
利根導水総合事業所
オリエンタル技術開発（株）

目 次

1. 業務概要	1
2. 計測器の納入	3
2-1. 計測器について	4
2-2. 計測器の仕様	4
3. 調査方法	6
3-1. 魚カウンターの魚を感知する仕組みについて	7
3-2. 魚カウンターのセンサー部・カウンター本体の設置について	8
3-3. 無線 LAN 経由によるデータの回収について	10
3-4. センサー部下流の水流の乱れの改善	10
3-5. センサー上の水深と流速	11
3-6. ビデオカメラ撮影	12
3-7. 本年度業務においての問題点、改善策	12
4. 現 地 調 査 写 真	13
5. 遡上数調査結果	30
5-1. 1 号魚道 遡上・降下数計数一覧表	31
5-2. 2 号魚道 遡上・降下数計数一覧表	34
5-3. 3 号魚道 遡上・降下数計数一覧表	37
5-4. 12 月 26 日以降のデータについて	40
5-5. 遡上数推移グラフ	42

5-6. 下流放流量と遡上の関係について	45
5-7. 水温と遡上の関係について	46
6. 計測データと精度について	47
6-1. 1・2・3号魚道での取得データについて	48
6-2. ビデオカメラ映像とパルス波の比較について	50
6-3. その他のデータについて	54
6-4. 改善策と結果、今後の対策について	57
7. 現場での問題点と対策について	58
7-1. 電極の付着物	59
7-2. 電極の断線対策について	60
8. まとめ	61
8-1. 設置について	62
8-2. 構造等について	62
8-3. 遡上結果について	63
8-4. まとめ	63
9. 来期へ向けての提案	64
9-1. 電光掲示板による遡上数の表示について	65
9-2. センサー部の作成方法とコストの縮減について	66

§ 1. 業 務 概 要

1. 業務概要

(1) 契約概要

件 名：利根大堰魚道鮭遡上調査業務

業 務 場 所：埼玉県行田市大字須加字船川地先

工 期：平成 22 年 9 月 23 日～平成 23 年 1 月 20 日

調 査 期 間：平成 22 年 10 月 1 日～平成 22 年 12 月 25 日

発 注 者：利根導水総合事業所

担当課 管理課

主任監督員 羽田野 義勝 管理課長

監督員

監督員

受 注 者：オリエンタル技術開発㈱

主任技術者

現場代理人

貸 与 資 料：平成 19 年度 利根大堰 3 号魚道鮭遡上量調査業務 報告書

：平成 20 年度 利根大堰 2・3 号魚道鮭遡上量調査業務 報告書

：平成 21 年度 利根大堰 2・3 号魚道鮭遡上量調査業務 報告書

(2) 業務目的

本業務は、利根大堰 1 号魚道において実用新案 3145917 号魚数量カウント装置（魚カウンター）を使用し、10 月 1 日から 12 月 25 日まで遡上数を確認し記録する。また、遡上状況を適宜ビデオカメラで撮影し記録する。

また、利根大堰 2・3 号魚道において各魚道越流部に遡上路を設置し、貸与された自動計数装置（実用新案 3145917 号魚数量カウント装置）を取り付け、機器の調整等及び計測の技術的補助を行う。

(3) 成果品部数

成果品は次の通りである。

報告書 2 部

電子媒体 1 式（2 部）

§ 2. 計 測 器 の 納 入

2. 計測器の納入

2-1. 計測器について

実用新案登録第 3145917 号に適合

台数：2 台

日時：平成 22 年 9 月 29 日

2-2. 計測器の仕様

項目		内容
伝送信号	シリアル通信	RS-485 準拠 総延長距離：300[M] 魚数計測器本体とは防水コネクタを使用 伝送速度：1,152,000[bps]
電源部	仕様電源	DC5[V] (延長距離により 1～3[V]上昇させたものを使用)
	消費電流	700[mA]以下
	電源用コネクタ	AC アダプタを使用(6[V]1.8[A]) 魚数計測器本体とは防水コネクタを使用
	センサー部への印圧電圧	1.5[V]/3.0[V]/5.0[V]
AD 変換部	分解能	16[bit]
	sampling rate	10[ms]固定(専用ソフトにて 100[ms]に設定可)
	データ出力形式	csv 形式 (計測時間および電圧値)
最大定格電圧 (センサー入力側)		±5[V]
外形 (プラグを含まず)		W150×H75×D100 [mm]
防水規格		IP67 相当 (防水・防塵)
重量		1,000g 以下
オプション	電源用 AC アダプタ (付属)	
	RS-485/USB 変換ケーブル (付属)	
	本体固定用取付足 (付属)	
	センサー電極棒 (アルミ製)	
	データ通信用耐環境ケーブル	
	本体電源供給用耐環境ケーブル	



図2. 魚数計測機器納入（平成22年9月29日）

§ 3. 調 査 方 法

3. 調査方法

3-1. 魚カウンターの魚を感知する仕組みについて

カウンターのセンサー部は等間隔に水路に沈めた三本の電極(D1, D2, D3)で構成される(図. 3-1)。魚が図. 3-1 のように $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e$ と移動した時の A・B 間の電位差には図. 3-2 のようなパルス波が現れる。計測されたパルス波の数から魚の通過数を求めるのがこのカウンターの仕組みである。

参考資料 砂防ダム魚道における魚カウンターの研究について 平成 15 年度砂防学会研究発表会概要集 近藤(2003)

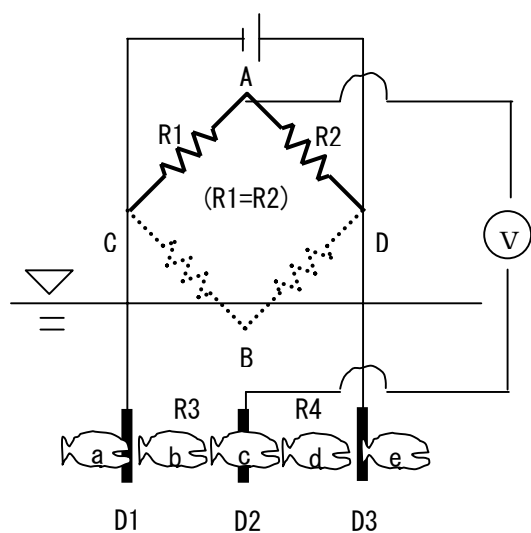


図. 3-1 カウンターの仕組み

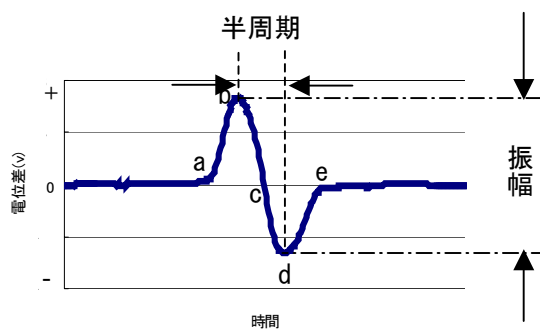


図. 3-2 電位差のパルス波

3-2. 魚カウンターのセンサー部・カウンター本体の設置について

1号魚道上段部の隔壁にセンサー部を、1号堰柱の管理室に計測用パソコンを設置し、計測を行った。平成19, 20, 21年業務では、カウンター本体を管理室内内に設置した。しかしその場合、電気配線が50m程度となり、センサー部で取得したデータが電気配線を通過する際にノイズが乗ることが懸念されたため、22年業務ではセンサー部に設置した板の壁面にカウンター本体を設置し、センサー部でアナログデータを取得した直後にデジタルデータに変換することにより、ノイズの影響を最小限とするようにした。カウンター本体は防水仕様とした。

また、平成19, 20年度業務より、センサー部を魚道上段の隔壁に設置した場合、波浪の影響を強く受けることから、観察室の位置を考慮し、上段から4段目にセンサー部を設置した。

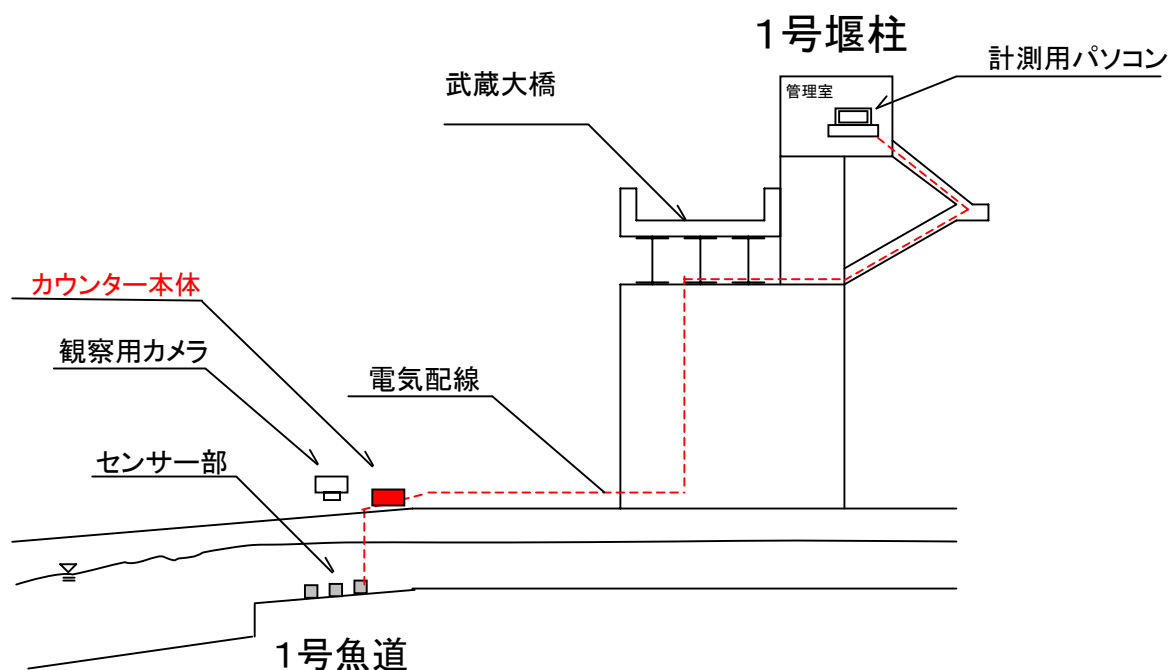


図. 3-3 センサー部・カウンター本体の設置概要図

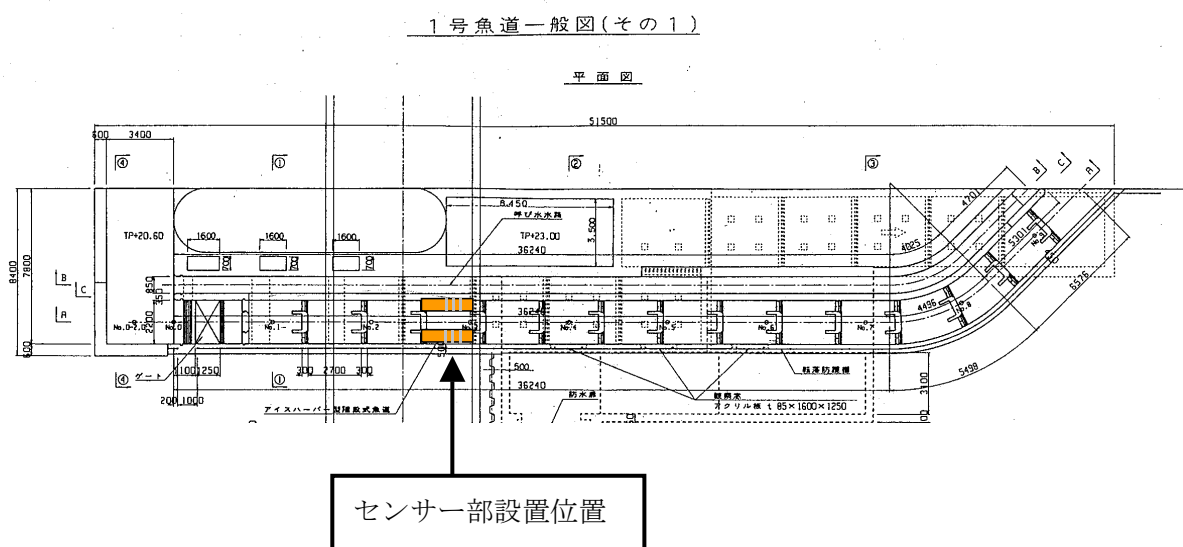


図. 3-4 センサー部・カウンター本体の設置概要図

2・3号魚道の隔壁にセンサー部を、3・6号堰柱の管理室に計測用パソコンを設置した。1号魚道と同様、センサー部に設置した板の壁面にカウンター本体を設置し、センサー部でアナログデータを取得した直後にデジタルデータに変換することにより、ノイズの影響を最小限とするようにした。

平成19,20年度業務より、センサー部を魚道上段の隔壁に設置した場合、波浪の影響を強く受けることから、平成21年度同様、上段から8段目にセンサー部を設置した。

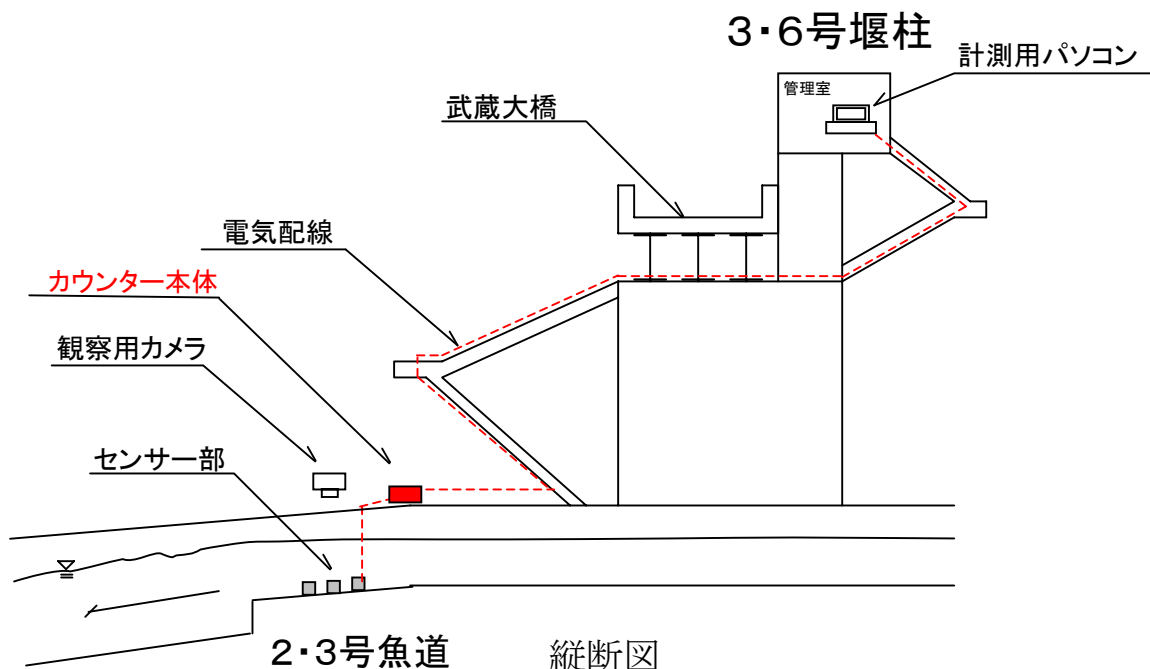


図. 3-5 センサー部・カウンター本体の設置概要図

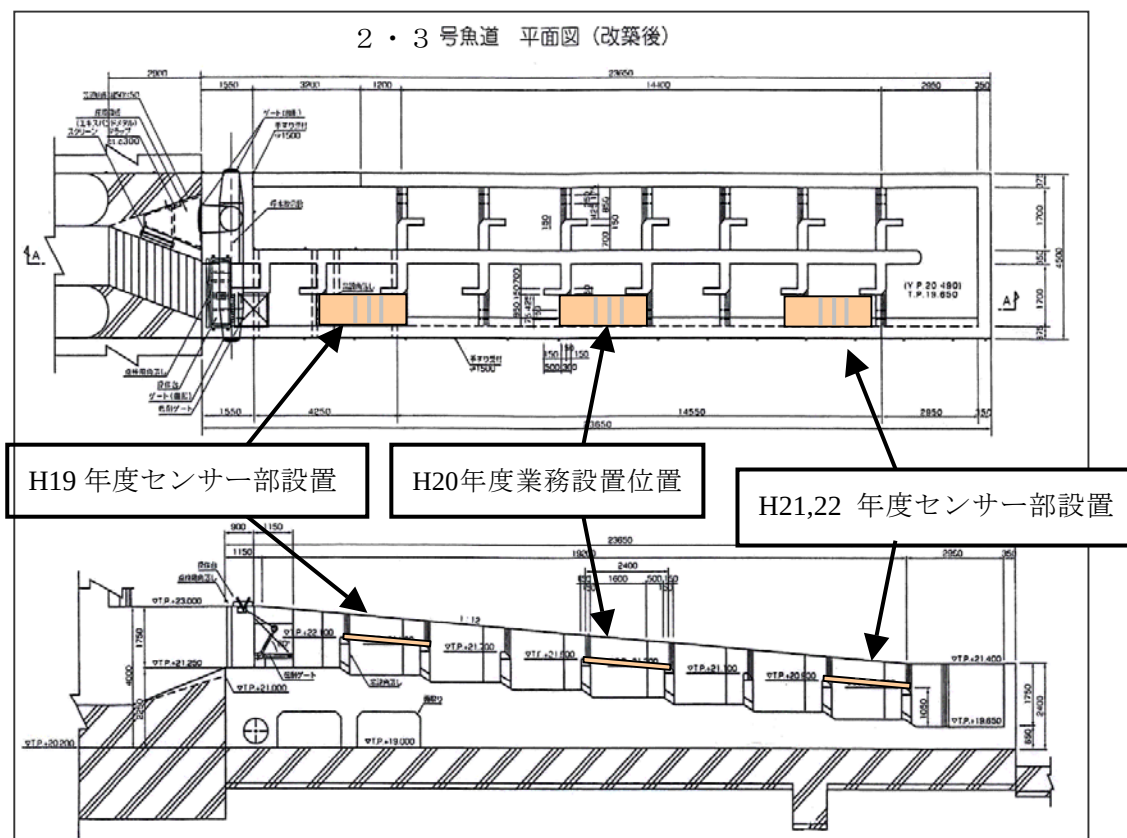


図. 3-6 センサー部・カウンター本体の設置概要

3-3. 無線 LAN 経由によるデータの回収について

データの回収を行えるように、1・3・6号堰柱管理室内の計測用パソコンを無線 LAN に接続し、事務所のパソコンよりデータの回収を LAN 経由で行えるようにした。



図. 3-7 無線LAN模式図

3-4. センサー部下流の水流の乱れの改善

センサー部を越流した水が下流のプールに流れ込んだ際に、大きな水流の乱れや気泡の発生が見られた。この水流の乱れや気泡が鮭の遡上に悪影響を及ぼすと思われたため、センサー部下流に材木を設置し、ダムアップさせることで水流の乱れの改善を行った。また、材木は高さ×幅=38×89mm (2×4 規格) サイズを用いた。

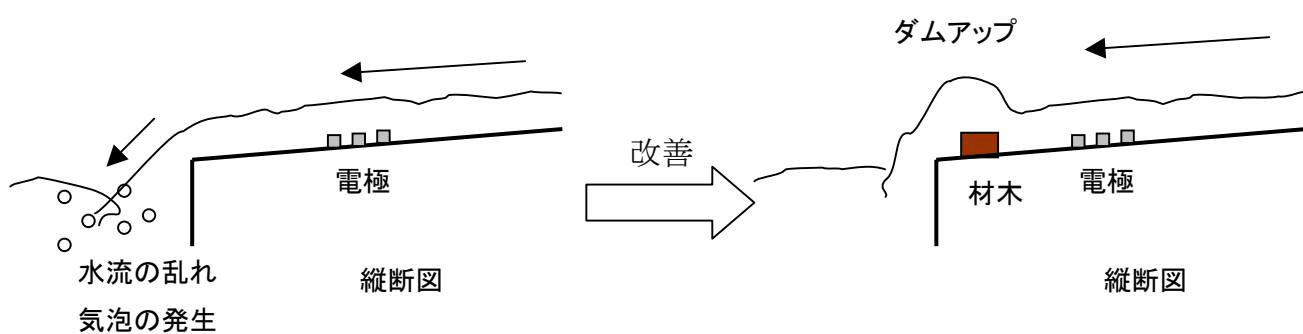


図. 3-8 センサー部下流の水流の乱れの改善

3-5. センサー上の水深と流速

1・2・3号魚道の図3-9の①、②、③地点における水深と流速を現地で計測した。

それらの結果を表3-1, 3-2に示す。1・2・3号魚道共にセンサー上②の流速は約2m/sで、水深による流速の大きな違いは見られなかった。

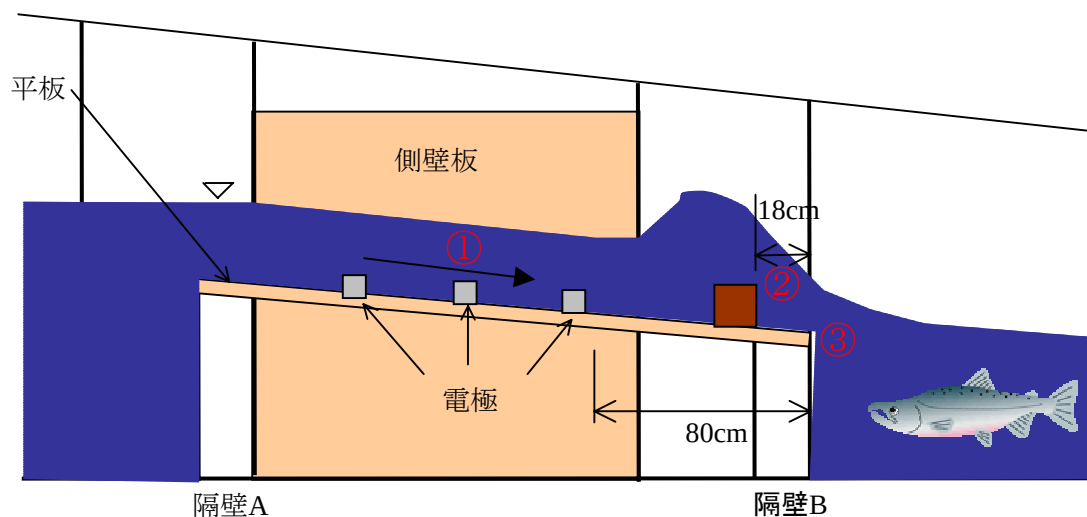


図. 3-9 センサー上の水深と流速

表 3-1. 1号魚道（左岸側）9/30

	①	②	③
水深(cm)	22	24	—
流速(m/s)	1.8	2.0	2.2

表 3-2. 1号魚道（右岸側）9/30

	①	②	③
水深(cm)	22	24	—
流速(m/s)	1.8	2.0	2.2

表 3-3. 2号魚道 9/30

	①	②	③
水深(cm)	24	27	—
流速(m/s)	2.0	2.1	2.5

表 3-4. 3号魚道 9/30

	①	②	③
水深(cm)	25	27	—
流速(m/s)	2.0	2.1	2.5

3-6. ビデオカメラ撮影

調査期間中にビデオカメラでセンサー部を1号魚道は11月24日～26日計20時間、3号魚道は10月5日～11月12日、11月25日～12月11日（7:00～16:00）計1047時間鮭の遡上の様子を撮影した。（一部太陽光の反射等から不鮮明になった動画は除く）ビデオカメラ撮影映像から、魚種を判別し、魚カウンターによる鮭の計数精度を検証した。

3-7. 本年度業務においての問題点、改善案

平成21年度業務において発生した問題点を表.3-3に示し、今年度業務での改善策を表.3-4に示す。

表.3-3 問題点

問題点	内容
波浪の影響	波浪が影響しているとみられる大きなノイズがデータの中に含まれた。
ノイズの発生	常時発生するノイズや不定期的なノイズが計測データに悪影響を及ぼす可能性が考えられた。

表.3-4 改善策

問題点	箇所	内容
波浪の影響	1号魚道	平成21年度業務と同様、上流から8段目に設置し、ノイズ対策を行ったカウンターを用い取得データをみながら検討することとした。
	2・3号魚道	上流から5段目に設置し、ノイズ対策を行ったカウンターを用い取得データをみながら検討することとした。
ノイズの発生	1・2・3号魚道共通	カウンター回路の見直し
		センサー部に設置した板の壁面にカウンター本体を設置し、センサー部でアナログデータを取得した直後にデジタルデータに変換することにより、ノイズの影響を最小限とするようにした。

§ 4 現 地 調 査 写 真



写真 1. センサー部土台設置①

場所：1号魚道隔壁部

概要：センサー設置前の状態作。

撮影：22年9月28日



写真 2. センサー部土台設置②

場所：1号魚道隔壁部

概要：センサー設置の土台の製作。

撮影：22年9月28日



写真 3. センサー部土台設置③

場所：1号魚道隔壁部

概要：センサー設置の土台の製作。

撮影：22年9月28日



写真 4. センサー部土台設置④

場所：1号魚道隔壁部

概要：センサー設置の土台の製作。下流側面取り部の作成。

撮影：22年9月28日



写真 5. センサー部土台設置⑤

場所：1号魚道隔壁部

概要：センサー設置の土台の製作。

撮影：22年9月28日



写真 6. センサー部土台設置⑥

場所：1号魚道隔壁部

概要：センサー設置の土台の製作。

撮影：22年9月28日



写真 7. センサー部土台設置⑦

場所：1号魚道隔壁部

概要：センサー設置の配管の製作。

撮影：22年9月28日



写真 8. センサー部土台設置⑧

場所：1号魚道隔壁部

概要：センサー設置の配管の製作。

撮影：22年9月28日



写真 9. センサー部土台設置⑨

場所：1号魚道隔壁部

9 概要：センサー設置の配管の製作。

撮影：22年9月28日



写真 10. センサー部
場所：1号魚道隔壁部

概要：センサー部の通水前の状態。

撮影：22年9月29日



写真 11. センサー部②
場所：1号魚道隔壁部

概要：センサー部の通水前の状態。

撮影：22年9月29日



写真 12. 計測機器の配置①
場所：1号魚道隔壁部

概要：計測機器を設置した。

撮影：22年9月29日



写真 13. 計測機器の配置②

場所：1号魚道隔壁部

概要：計測機器を設置した。

撮影：22年9月29日



写真 14. センサー部③

場所：1号魚道隔壁部

概要：センサー部の通水状態。

撮影：22年9月29日



写真 15. センサー部④

場所：1号魚道隔壁部

概要：センサー部の通水状態。

撮影：22年9月29日



写真 16. センサー部の配線

場所：1号魚道

概要：センサー部から管理室までの配線の作業。

撮影：22年9月29日



写真 17. センサー部の配線②

場所：1号魚道

概要：センサー部から管理室までの配線の作業。

撮影：22年9月29日



写真 18. 計測機器の配置

場所：1号堰柱管理室内

概要：計測機器を設置した。

撮影：22年9月29日



写真 19. センサー部土台設置

場所：2号魚道隔壁部

概要：センサー設置の土台の製作。

撮影：22年9月27日



写真 20. センサー部土台設置②

場所：2号魚道隔壁部

概要：センサー設置の土台の製作。

撮影：22年9月27日



写真 21. センサー部土台設置③

場所：2号魚道隔壁部

概要：センサー設置の土台の製作。

撮影：22年9月27日



写真 22. センサー部土台設置④

場所：2号魚道隔壁部

概要：センサー設置の土台の製作。

撮影：22年9月27日



写真 23. センサー部土台設置⑤

場所：2号魚道隔壁部

概要：センサー設置の土台の製作。電極の設置。

撮影：22年9月27日



写真 24. センサー部土台設置⑥

場所：2号魚道隔壁部

概要：センサー部の通水前の状態。

撮影：22年9月27日



写真 25. センサー部土台設置⑦

場所：2号魚道隔壁部

概要：センサー部の通水前の状態。

撮影：22年9月29日



写真 26. 計測装置設置

場所：2号魚道センサー部

概要：計測装置の設置。

撮影：22年9月29日



写真 27. センサー部

場所：2号魚道センサー部

概要：センサー部の通水状態。

撮影：22年9月29日



写真 28. センサー部②

場所：2号魚道センサー部

概要：センサー部の通水状態。

撮影：22年9月29日



写真 29. 配線作業

場所：2号魚道センサー部

概要：センサー部から管理室までの配線の作業。

撮影：22年9月29日



写真 30. 計測機器の配置①

場所：2号魚道

概要：センサー部から管理室までの配線の作業。

撮影：22年9月29日



写真 31. センサー部

場所：2号魚道

概要：センサー部から管理室までの配線の作業。

撮影：22年9月29日



写真 32. 計測機器の配置

場所：3号堰柱管理室内

概要：計測機器を設置した。

撮影：22年9月29日



写真 33. センサー部土台設置

場所：3号魚道隔壁部

概要：センサー設置の土台の製作。

撮影：22年9月27日



写真 34. センサー部土台設置②
場所：3号魚道隔壁部

概要：センサー設置の土台の製作。

撮影：22年9月27日



写真 35. センサー部土台設置③
場所：3号魚道隔壁部

概要：センサー設置の土台の製作。

撮影：22年9月27日



写真 36. センサー部土台設置④
場所：3号魚道隔壁部

概要：センサー設置の土台の製作。

撮影：22年9月27日



写真 27. センサー部土台設置⑤
場所：3号魚道隔壁部

概要：センサー設置の土台の製作。

撮影：22年9月27日



写真 38. センサー部
場所：3号魚道センサー部

概要：センサー部の通水前の状態。

撮影：22年9月29日



写真 39. 計測機器の設置
場所：3号魚道センサー部

概要：計測機器を設置した。

撮影：22年9月29日



写真 40. センサー部
場所：3号魚道センサー部

概要：センサー部の通水状態。

撮影：22年9月29日



写真 41. 配線作業
場所：3号魚道階段部

概要：センサー部の通水状態。

撮影：22年9月29日



写真 42. 配線作業
場所：3号魚道センサー部

概要：センサー部から管理室までの配線の作業。

撮影：22年9月29日



写真 43. 配線作業

場所：3号魚道

概要：センサー部から管理室までの配線の作業。

撮影：22年9月29日



写真 44. 配線作業

場所：6号堰柱

概要：センサー部から管理室までの配線の作業。

撮影：22年9月29日



写真 45. 計測機器の配置

場所：6号堰柱管理室内

概要：計測機器を設置した。

撮影：22年9月29日



写真 48. 1号魚道部の撤去

場所：1号魚道

概要：1号魚道部の魚カウンターを撤去した。

撮影：23年1月13日



写真 48. 2号魚道部の撤去

場所：2号魚道

概要：2号魚道部の魚カウンターを撤去した。

撮影：23年1月13日



写真 48. 3号魚道部の撤去

場所：3号魚道

概要：3号魚道部の魚カウンターを撤去した。

撮影：23年1月13日

§ 5 遡上数調査結果

5. 遡上数調査結果

5-1. 1号魚道 遡上・降下数計数一覧表

表 5-1. 1号魚道 10月の遡上・降下数

計測日	曜日	遡上数	降下数	純遡上数	累計遡上数
10月1日	金	0	0	0	0
10月2日	土	2	0	2	2
10月3日	日	0	0	0	2
10月4日	月	0	0	0	2
10月5日	火	1	0	1	3
10月6日	水	4	0	4	7
10月7日	木	0	0	0	7
10月8日	金	5	0	5	12
10月9日	土	3	0	3	15
10月10日	日	3	0	3	18
10月11日	月	2	0	2	20
10月12日	火	1	0	1	21
10月13日	水	1	0	1	22
10月14日	木	4	0	4	26
10月15日	金	1	0	1	27
10月16日	土	9	0	9	36
10月17日	日	4	0	4	40
10月18日	月	3	0	3	43
10月19日	火	4	1	3	46
10月20日	水	4	0	4	50
10月21日	木	1	0	1	51
10月22日	金	4	0	4	55
10月23日	土	8	0	8	63
10月24日	日	9	0	9	72
10月25日	月	14	0	14	86
10月26日	火	34	0	34	120
10月27日	水	14	0	14	134
10月28日	木	16	0	16	150
10月29日	金	23	0	23	173
10月30日	土	7	0	7	180
10月31日	日	5	1	4	184
計		186	2	184	

※ 朝9時から翌朝9時まで計測したデータを1日のデータとした。

表 5-2.1 号魚道 11 月の遡上・降下数

計測日	曜日	遡上数	降下数	純遡上数	累計遡上数
11 月 1 日	月	5	0	5	189
11 月 2 日	火	21	3	18	207
11 月 3 日	水	21	1	20	227
11 月 4 日	木	32	0	32	259
11 月 5 日	金	66	3	63	322
11 月 6 日	土	210	15	195	517
11 月 7 日	日	242	6	236	753
11 月 8 日	月	215	3	212	965
11 月 9 日	火	218	17	201	1166
11 月 10 日	水	143	3	140	1306
11 月 11 日	木	98	2	96	1402
11 月 12 日	金	78	2	76	1478
11 月 13 日	土	90(※17)	6	84	1562
11 月 14 日	日	175	3	172	1734
11 月 15 日	月	86	3	83	1817
11 月 16 日	火	106(※30)	2	104	1921
11 月 17 日	水	102	1	101	2022
11 月 18 日	木	126	4	122	2144
11 月 19 日	金	159	3	156	2300
11 月 20 日	土	141	1	140	2440
11 月 21 日	日	232	6	226	2666
11 月 22 日	月	191	4	187	2853
11 月 23 日	火	193	8	185	3038
11 月 24 日	水	143	8	135	3173
11 月 25 日	木	181	6	175	3348
11 月 26 日	金	212	7	205	3553
11 月 27 日	土	218	2	216	3769
11 月 28 日	日	134	4	130	3899
11 月 29 日	月	43	3	40	3939
11 月 30 日	火	106	5	101	4040
計		3987	131	3856	

※は採卵会のための捕獲尾数。センサーを通過せずに遡上した数。

表 5-3. 1 号魚道 12 月の遡上・降下数

計測日	曜日	遡上数	降下数	純遡上数	累計遡上数
12 月 1 日	水	124	3	121	4161
12 月 2 日	木	103	1	102	4263
12 月 3 日	金	103	2	101	4364
12 月 4 日	土	115	7	108	4472
12 月 5 日	日	67	2	65	4537
12 月 6 日	月	91	2	89	4626
12 月 7 日	火	80	3	77	4703
12 月 8 日	水	42	4	38	4741
12 月 9 日	木	19	0	19	4760
12 月 10 日	金	26	2	24	4784
12 月 11 日	土	27	1	26	4810
12 月 12 日	日	38	2	36	4846
12 月 13 日	月	28	0	28	4874
12 月 14 日	火	22	1	21	4895
12 月 15 日	水	13	0	13	4908
12 月 16 日	木	7	0	7	4915
12 月 17 日	金	1	0	1	4916
12 月 18 日	土	12	0	12	4928
12 月 19 日	日	6	0	6	4934
12 月 20 日	月	2	1	1	4935
12 月 21 日	火	6	1	5	4940
12 月 22 日	水	4	0	4	4944
12 月 23 日	木	2	0	2	4946
12 月 24 日	金	2	0	2	4948
12 月 25 日	土	2	0	2	4950
計		942	32	910	

合計（匹）

遡上数	5115
降下数	165
純遡上数	4950

5-2. 2号魚道 遡上・降下数計数一覧表

表 5-4. 2号魚道 10月の遡上・降下数

計測日	曜日	遡上数	降下数	純遡上数	累計遡上数
10月1日	金	0	0	0	0
10月2日	土	0	0	0	0
10月3日	日	0	0	0	0
10月4日	月	0	0	0	0
10月5日	火	0	0	0	0
10月6日	水	2	0	2	2
10月7日	木	0	0	0	2
10月8日	金	0	0	0	2
10月9日	土	0	0	0	2
10月10日	日	0	0	0	2
10月11日	月	0	0	0	2
10月12日	火	0	0	0	2
10月13日	水	0	0	0	2
10月14日	木	0	0	0	2
10月15日	金	0	0	0	2
10月16日	土	0	0	0	2
10月17日	日	0	0	0	2
10月18日	月	0	0	0	2
10月19日	火	0	0	0	2
10月20日	水	0	0	0	2
10月21日	木	1	0	1	3
10月22日	金	0	0	0	3
10月23日	土	0	0	0	3
10月24日	日	7	2	5	8
10月25日	月	7	0	7	15
10月26日	火	11	0	11	26
10月27日	水	4	0	4	30
10月28日	木	0	0	0	30
10月29日	金	11	0	11	41
10月30日	土	4	0	4	45
10月31日	日	8	4	4	49
計		55	6	49	

※ 朝9時から翌朝9時まで計測したデータを1日のデータとした。

表 5-5. 2号魚道 11月の遡上・降下数

計測日	曜日	遡上数	降下数	純遡上数	累計遡上数
11月1日	月	0	0	0	49
11月2日	火	6	0	6	55
11月3日	水	6	0	6	61
11月4日	木	21	0	21	82
11月5日	金	24	1	23	105
11月6日	土	64	1	63	168
11月7日	日	110	3	107	275
11月8日	月	90	1	89	364
11月9日	火	82	2	80	444
11月10日	水	41	0	41	485
11月11日	木	49	0	49	534
11月12日	金	22	1	21	555
11月13日	土	42	1	41	596
11月14日	日	43	2	41	637
11月15日	月	22	0	22	659
11月16日	火	96	3	93	752
11月17日	水	38	0	38	790
11月18日	木	29	0	29	819
11月19日	金	70	2	68	887
11月20日	土	59	3	56	943
11月21日	日	64	0	64	1007
11月22日	月	85	1	84	1091
11月23日	火	118	8	110	1201
11月24日	水	40	1	39	1240
11月25日	木	25	1	24	1264
11月26日	金	66	1	65	1329
11月27日	土	116	2	114	1443
11月28日	日	44	0	44	1487
11月29日	月	38	0	38	1525
11月30日	火	37	1	36	1561
計		1547	35	1512	

表 5-6. 2 号魚道 12 月の遡上・降下数

計測日	曜日	遡上数	降下数	純遡上数	累計遡上数
12 月 1 日	水	54	1	53	1614
12 月 2 日	木	39	2	37	1651
12 月 3 日	金	72	1	71	1722
12 月 4 日	土	23	2	21	1743
12 月 5 日	日	22	1	21	1764
12 月 6 日	月	24	0	24	1788
12 月 7 日	火	42	1	41	1829
12 月 8 日	水	11	0	11	1840
12 月 9 日	木	0	0	0	1840
12 月 10 日	金	12	0	12	1852
12 月 11 日	土	7	1	6	1858
12 月 12 日	日	13	0	13	1871
12 月 13 日	月	3	0	3	1874
12 月 14 日	火	13	1	12	1886
12 月 15 日	水	8	0	8	1894
12 月 16 日	木	2	0	2	1896
12 月 17 日	金	4	0	4	1900
12 月 18 日	土	1	0	1	1901
12 月 19 日	日	7	2	5	1906
12 月 20 日	月	0	0	0	1906
12 月 21 日	火	3	1	2	1908
12 月 22 日	水	4	0	4	1912
12 月 23 日	木	6	1	5	1917
12 月 24 日	金	1	0	1	1918
12 月 25 日	土	2	0	2	1920
計		373	14	359	

合計（匹）

遡上数	1975
降下数	55
純遡上数	1920

5-3. 3号魚道 遡上・降下数計数一覧表

表 5-7. 3号魚道 10月の遡上・降下数

計測日	曜日	遡上数	降下数	純遡上数	累計遡上数
10月1日	金	0	0	0	0
10月2日	土	0	0	0	0
10月3日	日	0	0	0	0
10月4日	月	1	1	0	0
10月5日	火	1	0	1	1
10月6日	水	2	0	2	3
10月7日	木	1	0	1	4
10月8日	金	0	0	0	4
10月9日	土	0	0	0	4
10月10日	日	0	0	0	4
10月11日	月	0	0	0	4
10月12日	火	0	0	0	4
10月13日	水	1	1	0	4
10月14日	木	0	0	0	4
10月15日	金	1	0	1	5
10月16日	土	0	0	0	5
10月17日	日	0	0	0	5
10月18日	月	1	0	1	6
10月19日	火	0	0	0	6
10月20日	水	0	0	0	6
10月21日	木	0	0	0	6
10月22日	金	1	0	1	7
10月23日	土	0	0	0	7
10月24日	日	1	0	1	8
10月25日	月	9	0	9	17
10月26日	火	3	0	3	20
10月27日	水	3	0	3	23
10月28日	木	5	1	4	27
10月29日	金	17	1	16	43
10月30日	土	9	0	9	52
10月31日	日	8	0	8	60
計		64	4	60	

※ 朝9時から翌朝9時まで計測したデータを1日のデータとした。

表 5-8. 3号魚道 11月の遡上・降下数

計測日	曜日	遡上数	降下数	純遡上数	累計遡上数
11月1日	月	0	0	0	60
11月2日	火	5	0	5	65
11月3日	水	4	0	4	69
11月4日	木	7	0	7	76
11月5日	金	30	1	29	105
11月6日	土	74	1	73	178
11月7日	日	80	2	78	256
11月8日	月	71	4	67	323
11月9日	火	63	11	52	375
11月10日	水	36	1	35	410
11月11日	木	51	1	50	460
11月12日	金	113	2	111	571
11月13日	土	82	1	81	652
11月14日	日	60	2	58	710
11月15日	月	78	1	77	787
11月16日	火	70	0	70	857
11月17日	水	45	2	43	900
11月18日	木	37	0	37	937
11月19日	金	53	0	53	990
11月20日	土	67	3	64	1054
11月21日	日	78	0	78	1132
11月22日	月	44	3	41	1173
11月23日	火	123	2	121	1294
11月24日	水	64	2	62	1356
11月25日	木	50	4	46	1402
11月26日	金	60	1	59	1461
11月27日	土	110	3	107	1568
11月28日	日	40	2	38	1606
11月29日	月	29	0	29	1635
11月30日	火	28	1	27	1662
計		1652	50	1602	

表 5-9. 3号魚道 12月の遡上・降下数

計測日	曜日	遡上数	降下数	純遡上数	累計遡上数
12月1日	水	60	1	59	1721
12月2日	木	51	0	51	1772
12月3日	金	88	7	81	1853
12月4日	土	63	4	59	1912
12月5日	日	50	1	49	1961
12月6日	月	19	0	19	1980
12月7日	火	11	0	11	1991
12月8日	水	13	0	13	2004
12月9日	木	13	0	13	2017
12月10日	金	12	0	12	2029
12月11日	土	18	0	18	2047
12月12日	日	4	0	4	2051
12月13日	月	8	0	8	2059
12月14日	火	9	0	9	2068
12月15日	水	6	0	6	2074
12月16日	木	4	0	4	2078
12月17日	金	3	0	3	2081
12月18日	土	2	0	2	2083
12月19日	日	0	0	0	2083
12月20日	月	0	0	0	2083
12月21日	火	0	0	0	2083
12月22日	水	2	0	2	2085
12月23日	木	2	0	2	2087
12月24日	金	3	0	3	2090
12月25日	土	4	0	4	2094
計		445	13	432	

合計（匹）

遡上数	2161
降下数	67
純遡上数	2094

5-4. 12月26日以降のデータについて

今回の業務では、計測期間は平成22年10月1日～平成22年12月25日であったが、継続して平成23年1月11日まで計測を行ったため、参考として遡上・降下数のデータを添付する。12月26日以降13日間の純遡上数が1号魚道は8匹、2号魚道は4匹、3号魚道は6匹と少数であったため、利根大堰における鮭の遡上量調査を12月末までに設定したことは妥当であることが示された。

表 5-10. 平成22年12月26日～平成23年1月11日までの1号魚道の遡上・降下数

計測日	曜日	遡上数	降下数	純遡上数	累計遡上数
12月26日	金	2	0	2	4952
12月27日	土	0	0	0	4952
12月28日	日	2	0	2	4954
12月29日	月	0	0	0	4954
12月30日	火	3	0	3	4957
12月31日	水	0	0	0	4957
1月1日	木	0	0	0	4957
1月2日	金	0	0	0	4957
1月3日	土	1	0	1	4958
1月4日	日	0	0	0	4958
1月5日	火	0	0	0	4958
1月6日	水	0	0	0	4958
1月7日	木	0	0	0	4958
1月8日	土	0	0	0	4958
1月9日	日	0	0	0	4958
1月10日	火	0	0	0	4958
1月11日	水	0	0	0	4958

表 5-11. 平成 22 年 12 月 26 日～平成 23 年 1 月 11 日までの 2 号魚道の遡上・降下数

計測日	曜日	遡上数	降下数	純遡上数	累計遡上数
12 月 26 日	土	0	0	0	1920
12 月 27 日	日	0	0	0	1920
12 月 28 日	月	1	0	1	1921
12 月 29 日	火	0	0	0	1921
12 月 30 日	水	1	0	1	1923
12 月 31 日	木	1	0	1	1924
1 月 1 日	金	0	0	0	1924
1 月 2 日	土	0	0	0	1924
1 月 3 日	日	0	0	0	1924
1 月 4 日	月	0	0	0	1924
1 月 5 日	火	1	0	1	1925
1 月 6 日	水	0	0	0	1925
1 月 7 日	木	0	0	0	1925
1 月 8 日	土	0	0	0	1925
1 月 9 日	日	0	0	0	1925
1 月 10 日	火	0	0	0	1925
1 月 11 日	水	0	0	0	1925

表 5-12. 平成 22 年 12 月 26 日～平成 23 年 1 月 11 日までの 3 号魚道の遡上・降下数

計測日	曜日	遡上数	降下数	純遡上数	累計遡上数
12 月 26 日	土	1	0	1	2095
12 月 27 日	日	0	0	0	2095
12 月 28 日	月	2	0	2	2097
12 月 29 日	火	0	0	0	2097
12 月 30 日	水	1	0	1	2098
12 月 31 日	木	0	0	0	2098
1 月 1 日	金	1	0	1	2099
1 月 2 日	土	0	0	0	2099
1 月 3 日	日	0	0	0	2099
1 月 4 日	月	1	0	1	2100
1 月 5 日	火	0	0	0	2100
1 月 6 日	水	1	0	1	2101
1 月 7 日	木	0	0	0	2101
1 月 8 日	土	0	0	0	2101
1 月 9 日	日	0	0	0	2101
1 月 10 日	火	0	0	0	2101
1 月 11 日	水	0	0	0	2101

5-5. 遡上数推移グラフ

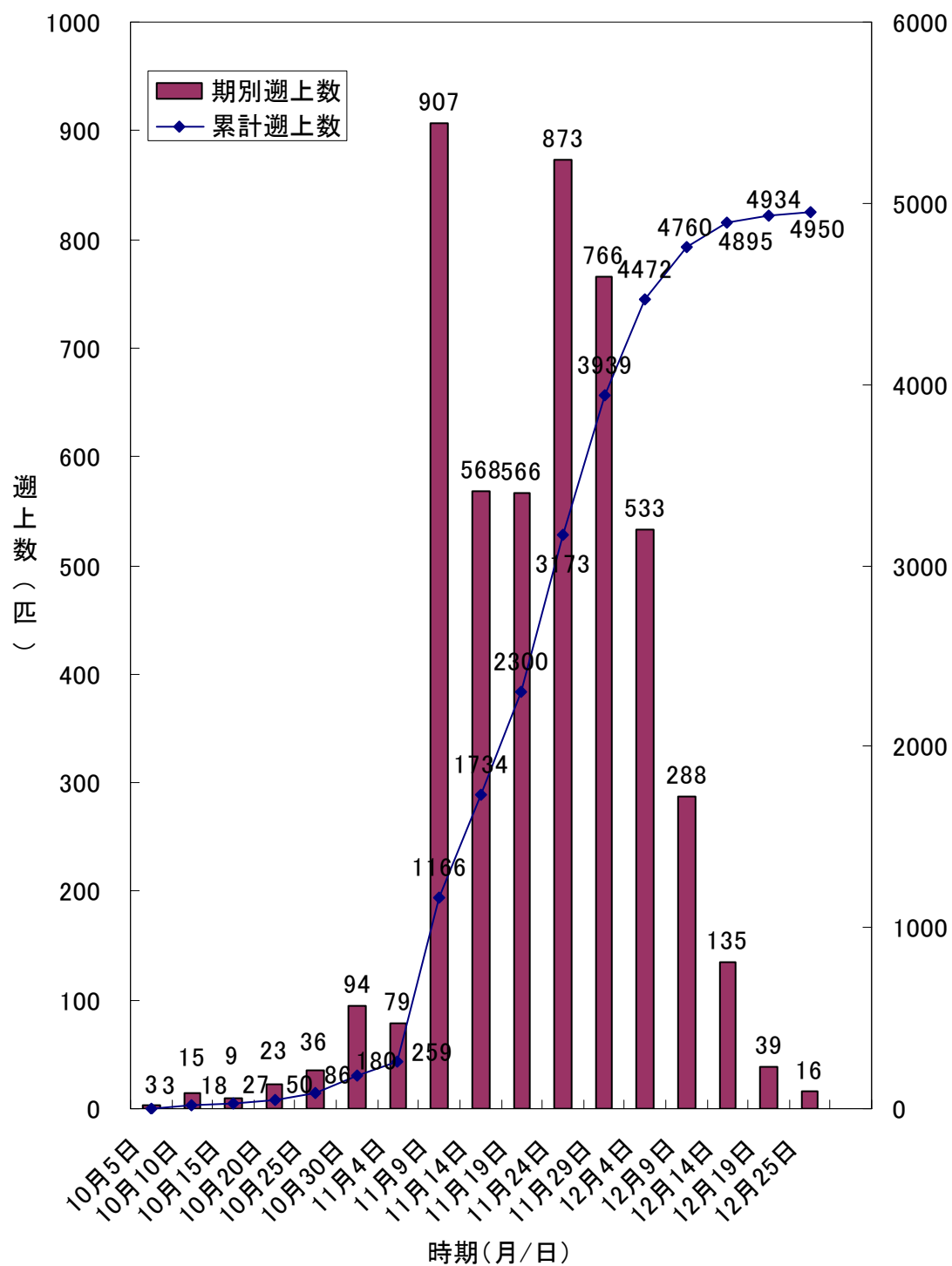


図. 5-1 1号魚道の期別遡上数・累積遡上数

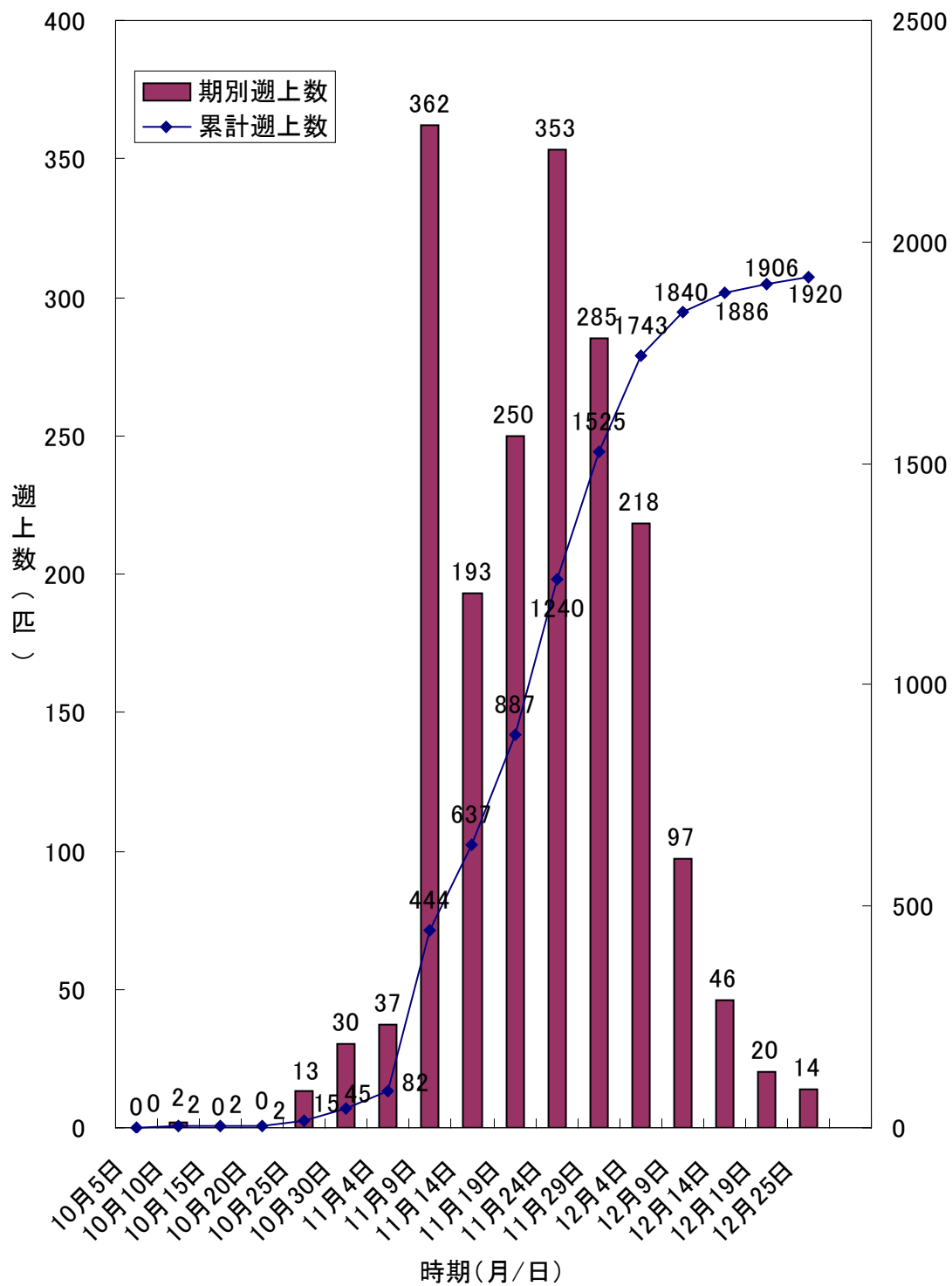


図. 5-2 2号魚道の期別遡上数・累積遡上数

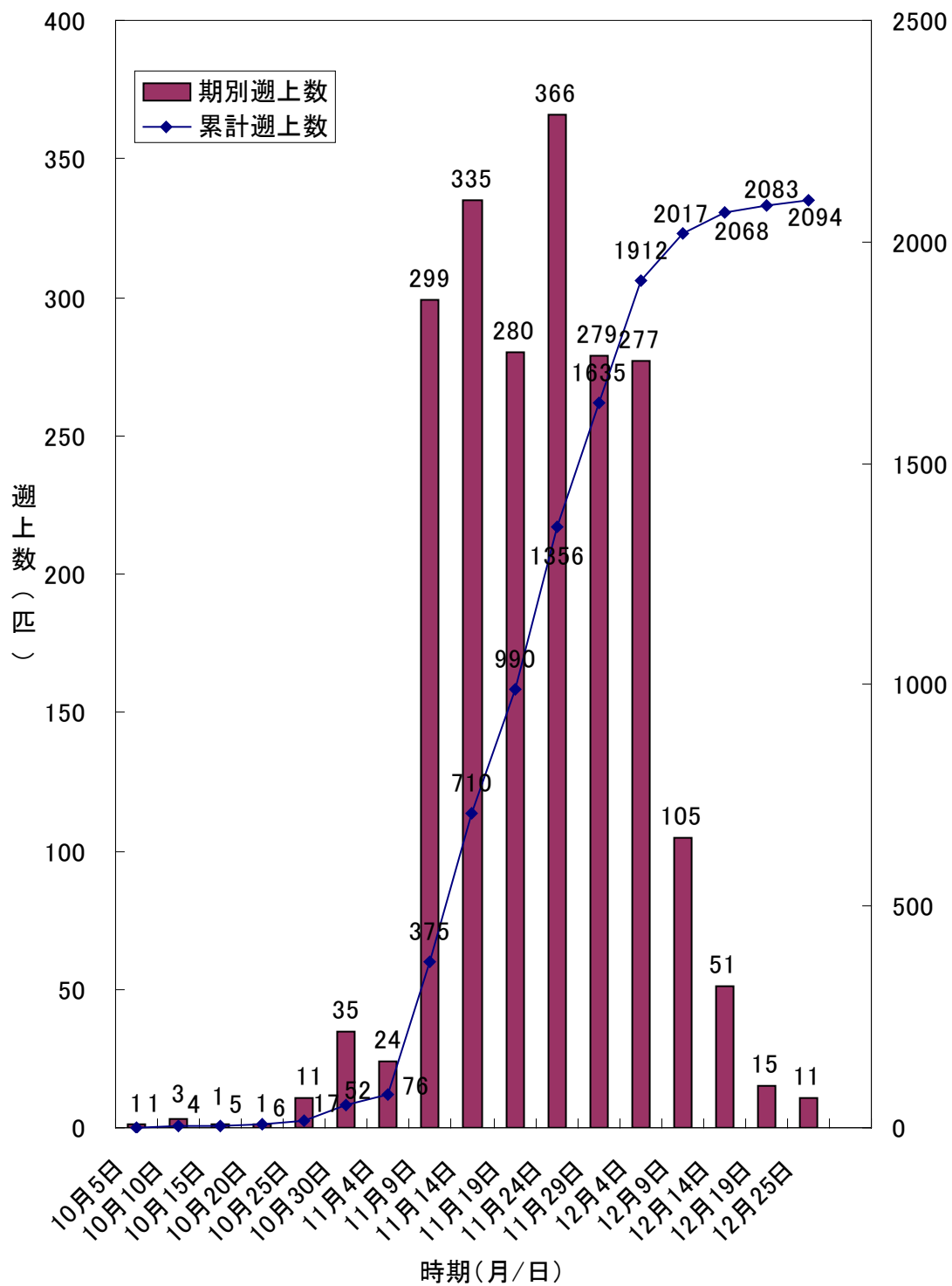


図. 5-3 3号魚道の期別遡上数・累積遡上数

5-6. 下流放流量と遡上の関係について

下流放流量と遡上数の関係を図. 5-3 に示す。平成 20 年度業務では、サケの遡上数と下流放流量の関係について正の相関が得られたが、今年度業務では、大きな出水もなく、大きな傾向は見られなかった。

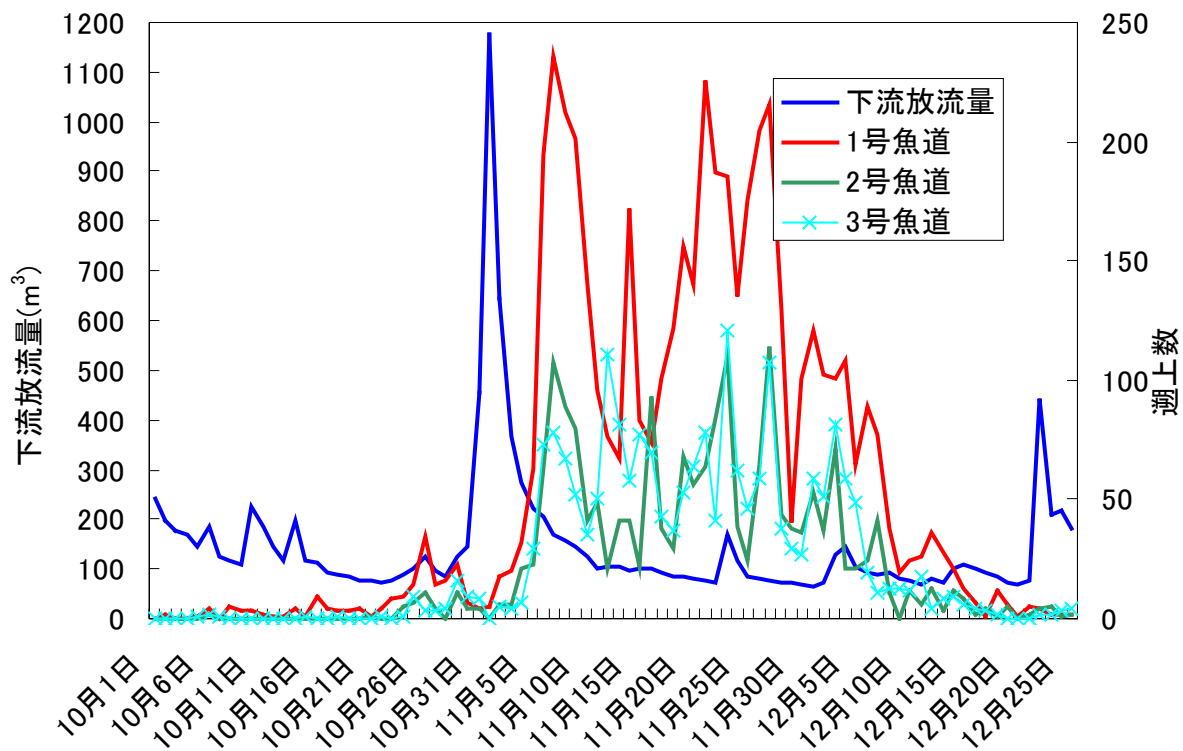


図 5-4. 流量と遡上数の関係

5-7. 水温と遡上の関係について

水温と遡上数の関係を図. 5-5 に示す。一般に水温の低下がサケの遡上の誘発要因と言われている。今回の調査では、水温が 14℃程度に落ち込んだ 11 月上旬以降からサケの遡上が増加していることが読み取れる。しかし、H20 年度業務でも、10 月 23 日付近で水温が 15℃程度に落ち込んでいたが、実際にサケの遡上が増加してきたのは 12 月 8 日付近（水温 12℃程度）であったことから、サケの遡上には水温や他の条件が複合的に関係していると思われる。

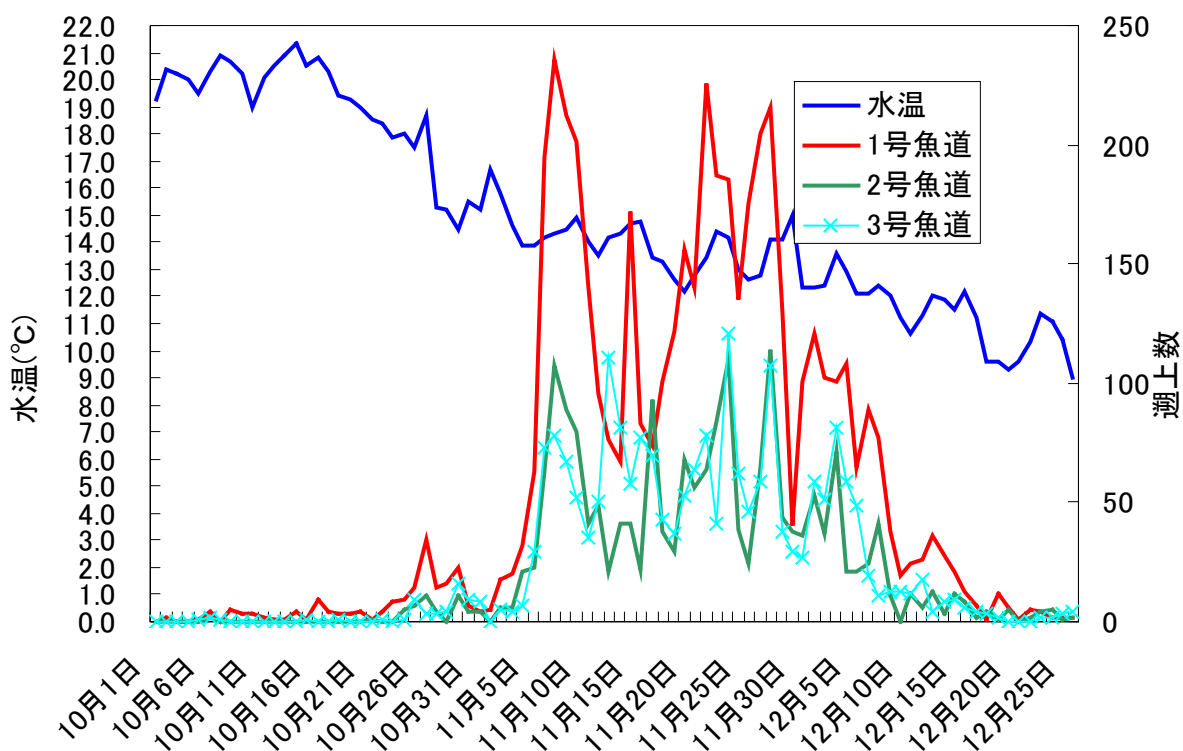


図. 5-5 水温と遡上数の関係

§ 6 計測データと精度について

6. 計測データと精度について

6-1. 1・2・3号魚道での取得データについて

1号魚道での計測データを図.6-1に、2・3号魚道での計測データを図.6-2に示す。図.6-1より、1・2・3号魚道で通常時含まれるノイズが150mv程度だった。平成19,20,21年度業務の実績と、ノイズ対策により行ったカウンターの修正回路の性能を考慮し、2・3号魚道については±200mv（以下400mv）以上のパルス波を、1号魚道については2・3号魚道と比較して水路幅が小さいことを考慮して、±300mv（以下600mv）以上のパルス波をサケとして計数した。（ただし、波浪による計測データのノイズの影響時、メンテナンス時、供給電圧の調整時等の一部補正含む）

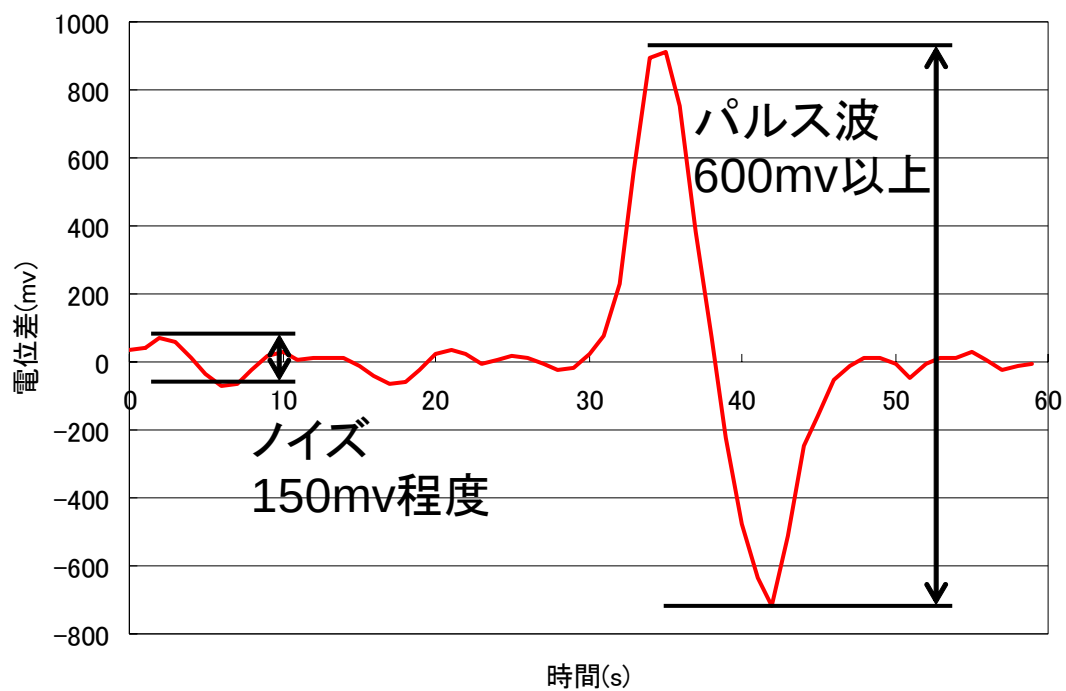


図. 6-1 1号魚道のノイズとパルス波

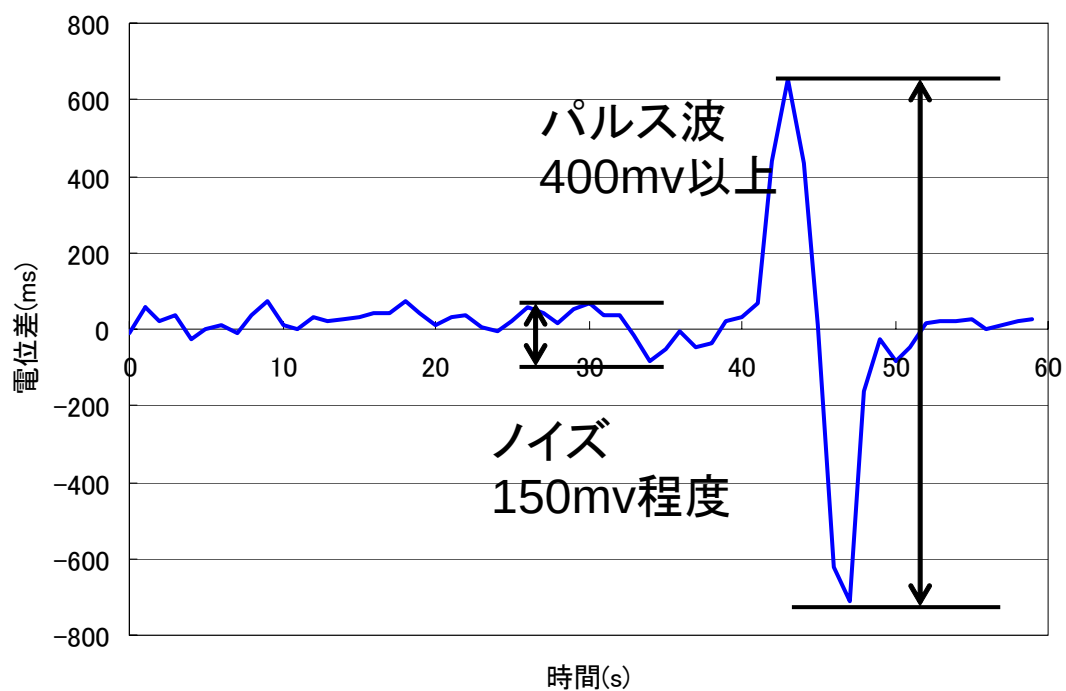


図. 6-2 2・3号魚道のノイズとパルス

6-2. ビデオカメラ映像とパルス波の比較について

調査期間中に1・3号魚道においてビデオカメラ撮影を行い、カウンターによる計測結果と比較することにより計測精度を考察した。ただし、日光の反射により映像が不鮮明な場合や、メンテナンス時の計測データは除く。

6-2-1. 1号魚道

1号魚道を11月24日～26日計20時間ビデオカメラ撮影を行った。振幅600mv以上のパルス波を計数したところ、288個あった。平成19,20,21年度業務での実績を考慮すると、振幅600mv以上のパルス波は高精度でサケであると考えられる。ビデオカメラ撮影時に振幅が400mv～600mvのパルス波を計数したところ、1個あり(図6-3)、映像で見る限り、サケであると判断した。400mv未満のパルス波はほとんどなかった。

計測期間中、1号魚道では振幅600mv以上のパルス波は5115個あり(波浪による計測データのノイズの影響時等の一部補正含む)、400mv～600mvのパルス波53個あった。53個のパルス波がサケであったとする場合、計測精度は $5115 / (5115 + 53) = 99\%$ であり、高精度でサケを計測できたと考えられる。

これらの結果から、1号魚道では振幅600mv以上のパルス波をサケとすることで高精度で計測できるが、サンプル数は少ないが、ビデオカメラ調査の結果から、400mv以上のパルス波をサケと定義することでより高精度でサケの遡上量を計測できることが示された。

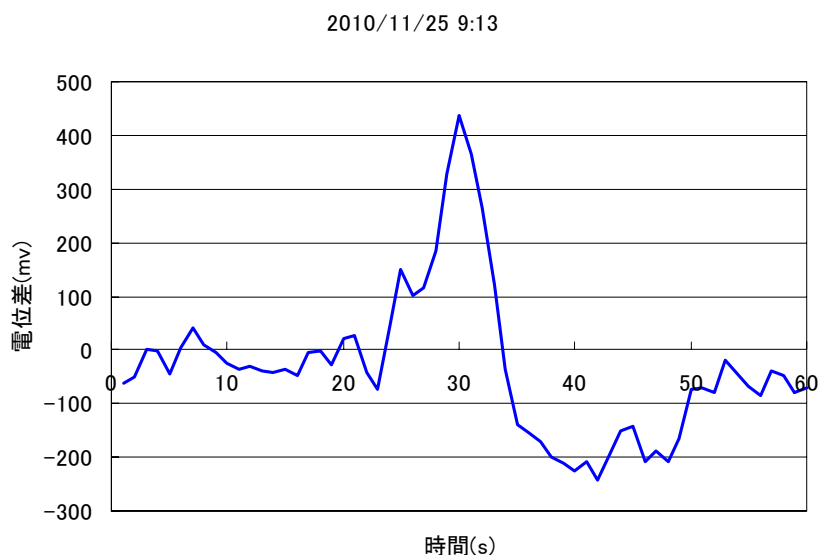


図. 6-3 1号魚道の±600mv 未満のサケ

6-2-2. 3号魚道

3号魚道を10月5日～11月13日、11月25日～12月11日(7:00～16:00)計495時間ビデオカメラ撮影を行った。振幅400mv以上のパルス波を計数したところ、882個あった。平成19,20,21年度業務での実績を考慮すると、振幅400mv以上のパルス波は高精度でサケであると考えられる。ビデオカメラ撮影時に振幅が300mv～400mvのパルス波を計数したところ、16個あり、映像で見る限り、8個はサケ、8個は魚類の遡上無しであると判断した(図6-4,6-5)。(400mv以上のサケの総数882) / (サケの総数882+8=890) $\approx$ 99%であり、3号魚道では高精度でサケを計測できたと考えられる。

計測期間中、3号魚道では振幅400mv以上のパルス波は1623個あり(3号魚道の遡上数は2162匹であるが、一部メンテナンス時、供給電圧の調整時等における計測データを除く)、300mv～400mvのパルス波は114個あった。ビデオカメラ調査の結果から、300mv～400mvのパルス波16個中8個(1/2)がサケであったことから、57個(114/2=57)サケであったと推測できる。

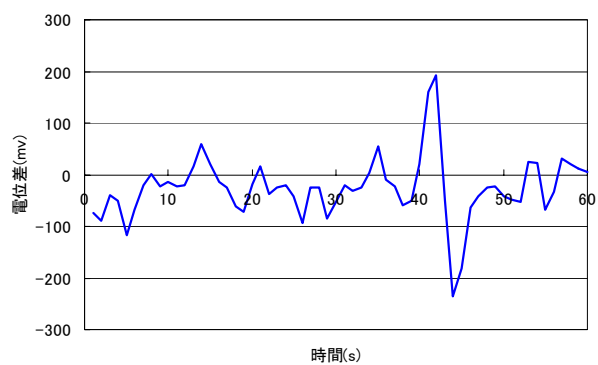
(400mv以上のサケの総数1623) / (サケの総数1623+57=1680) $\approx$ 97%であり、3号魚道では高精度でサケを計測できたと考えられる。

6-2-3. 2号魚道

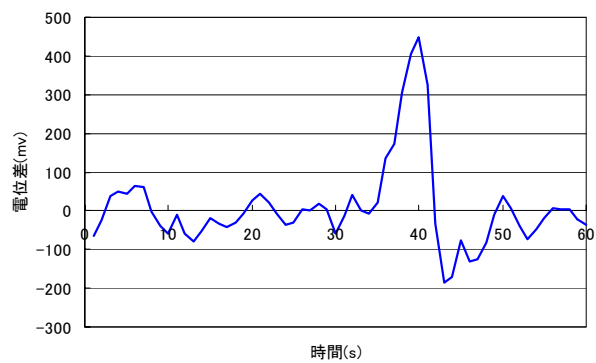
2号魚道は3号魚道と越流水深、越流流速が同程度あるため、3号魚道でのビデオカメラ撮影結果を参考に、同程度の精度でサケの遡上を計測できたと考えられる(振幅400mv以上のパルス波は高精度でサケ、300mv～400mvのパルス波のうち1/2はサケ)。

計測期間中、2号魚道では振幅400mv以上のパルス波は1719個あり(2号魚道の遡上数は1975匹であるが、一部メンテナンス時、供給電圧の調整時等における計測データを除く)、300mv～400mvのパルス波は168個あった。ビデオカメラ調査の結果から、300mv～400mvのパルス波16個中8個(1/2)がサケであったことから、84個(168/2=84)サケであったと推測できる。

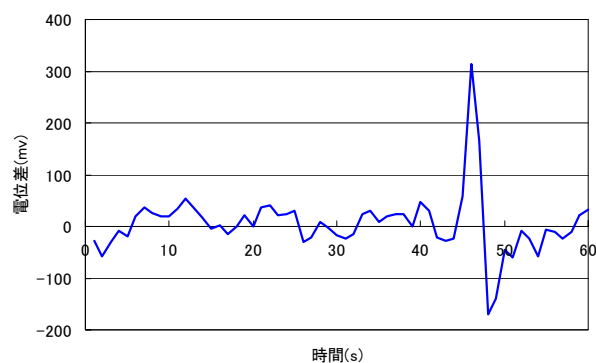
(400mv以上のサケの総数1719) / (サケの総数1719+84=1803) $\approx$ 95%であり、2号魚道でも高精度でサケを計測できたと考えられる。



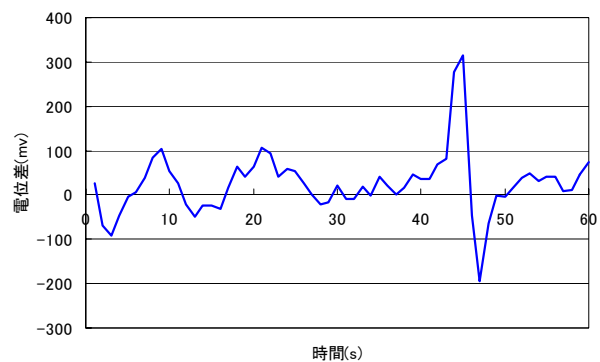
2010/10/24 13:40



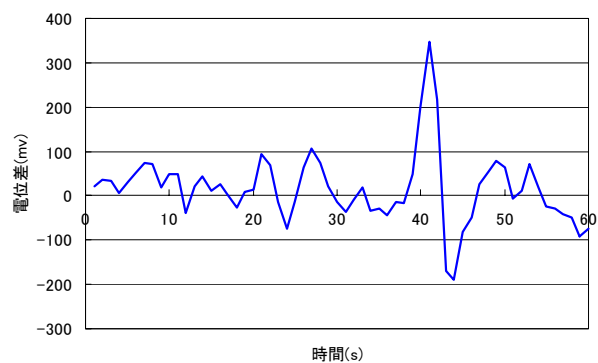
2010/11/11 13:11



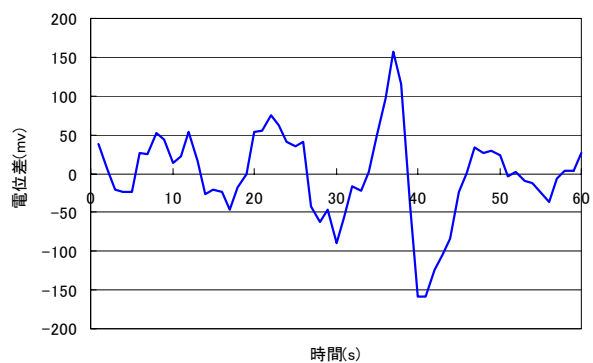
2010/11/27 10:02



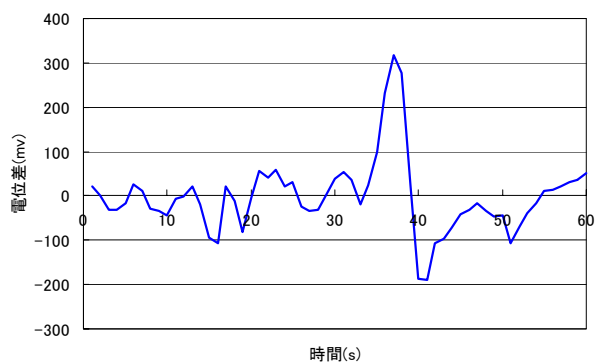
2010/11/26 13:19



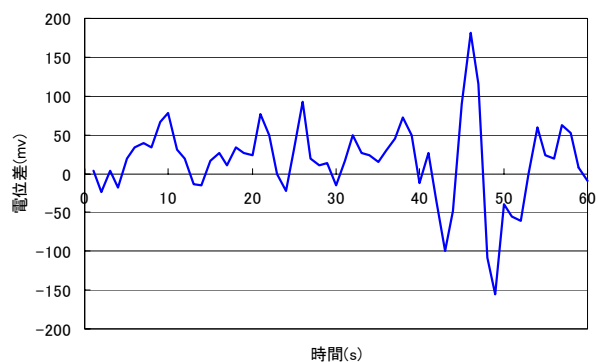
2010/12/3 14:12



2010/12/4 12:53

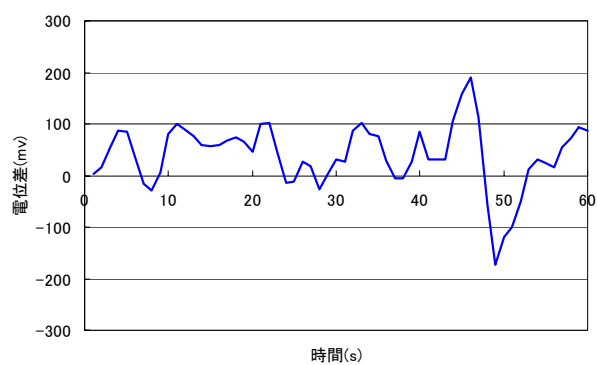


2010/12/4 9:07

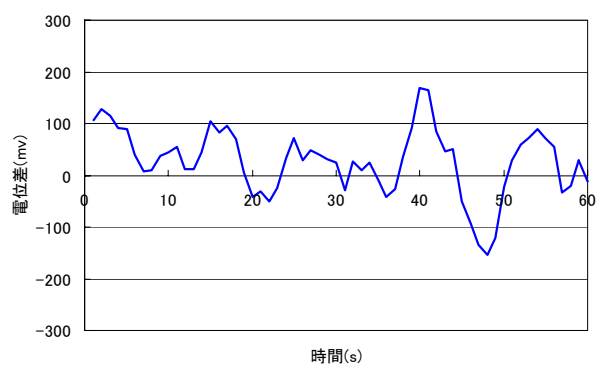


2010/12/5 12:50

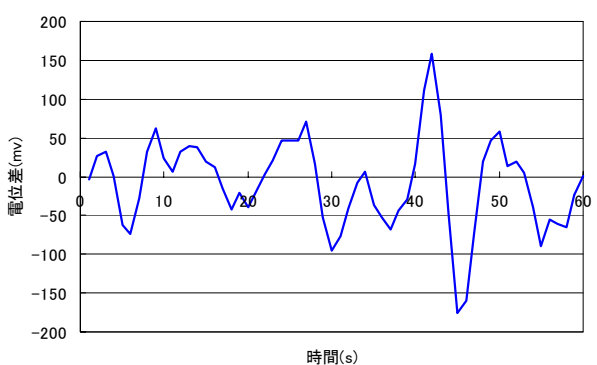
図. 6-4 3号魚道の±200mV 未満のサケ



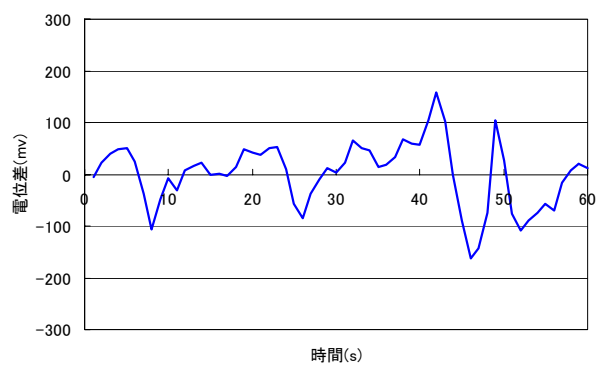
2010/10/23 9:34



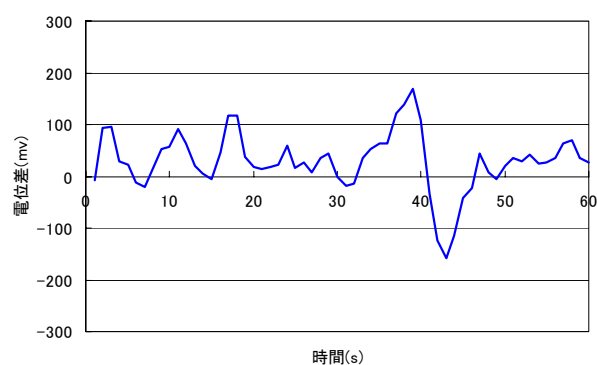
2010/11/9 14:40



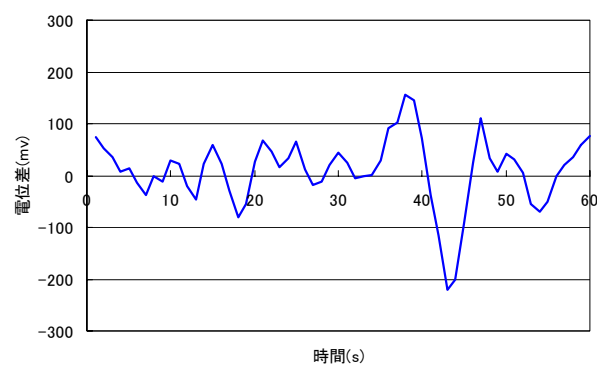
2010/11/25 14:52



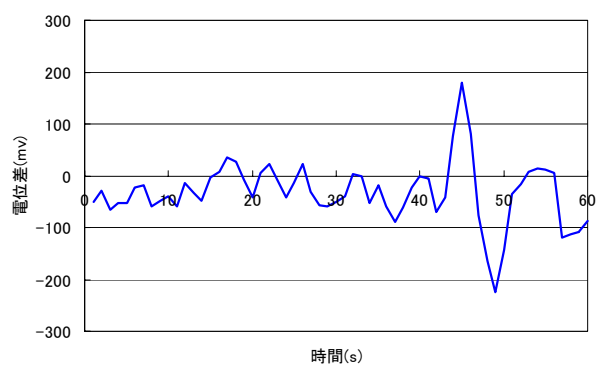
2010/12/1 9:28



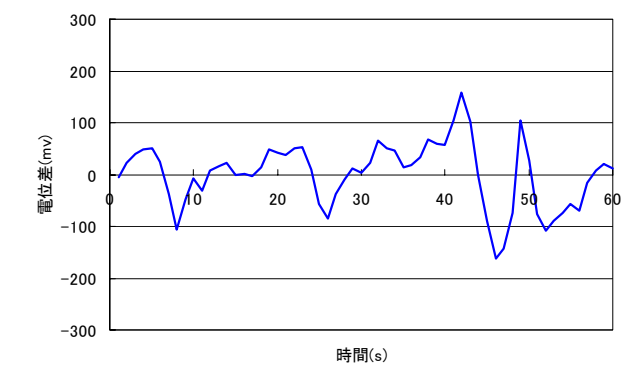
2010/11/8 10:27



2010/11/9 14:44



2010/11/30 15:43



2010/12/1 12:25

図. 6-5 3号魚道の±200mv 未満のサケではないパルス波

6-3. その他のデータについて

6-3-1. 飛び越え遡上について

平成 21 年度調査では 2 号魚道、3 号魚道ともに 21 ケース計 42 ケース飛び越え遡上によりパルス波が下に凸の形となったケースがあった。今年度 1・2・3 号魚道での調査において同様なパルス波の計数を行った結果、ほとんど見当たらなかった。

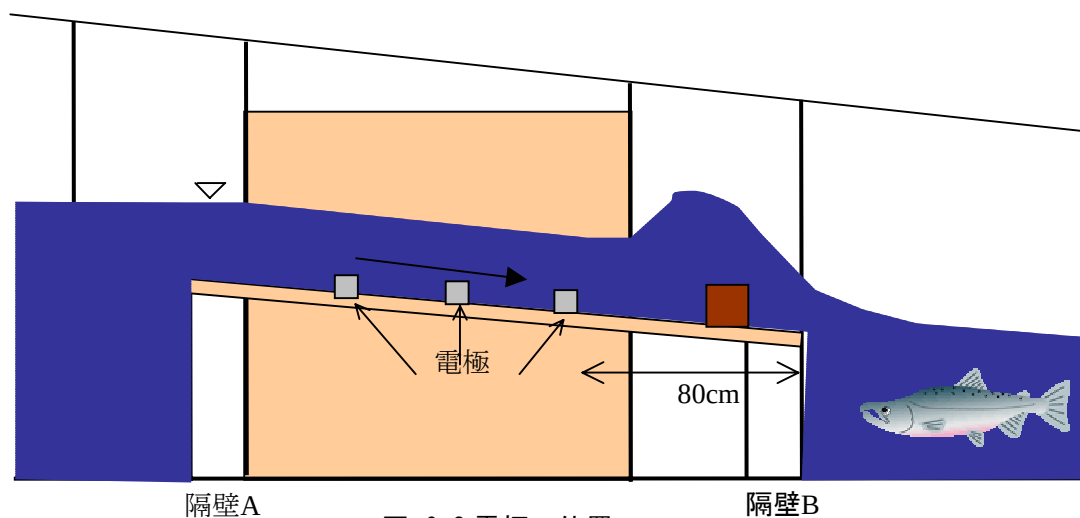


図. 6-3 電極の位置

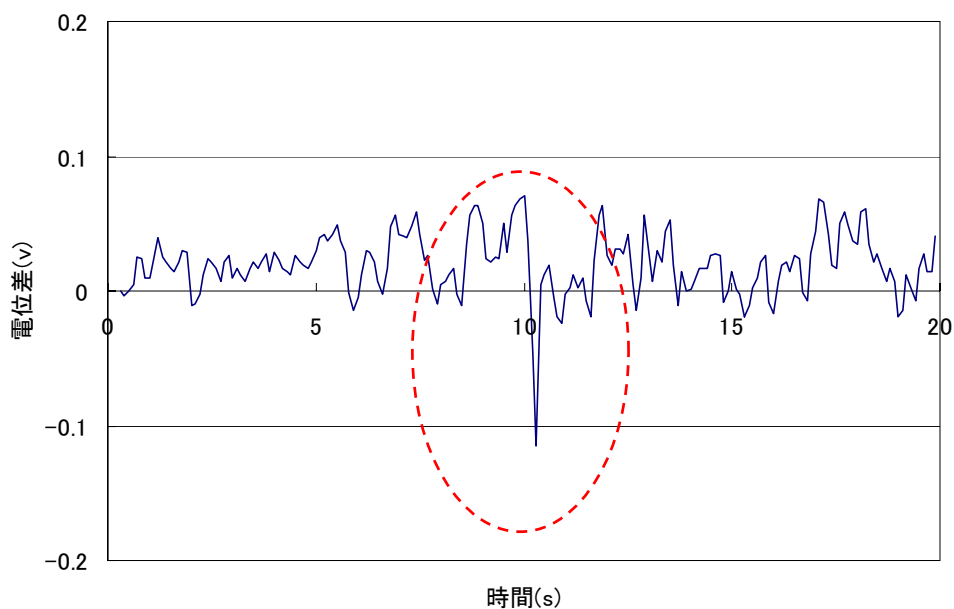


図. 6-6 下に凸のパルス波（平成 20 年度報告書 p46 抜粋）

6-3-2. 乱れた波形について

平成 19, 20, 21 年業務では、乱れた波形が確認された。発生頻度は例年 1 日あたり 0～4 回程度が多かった。今年度の調査では、カウンターの回路にノイズ対策を行ったためか、調査期間中に乱れた波形は確認されなかった。回路の改善により解決できたと考えられる。

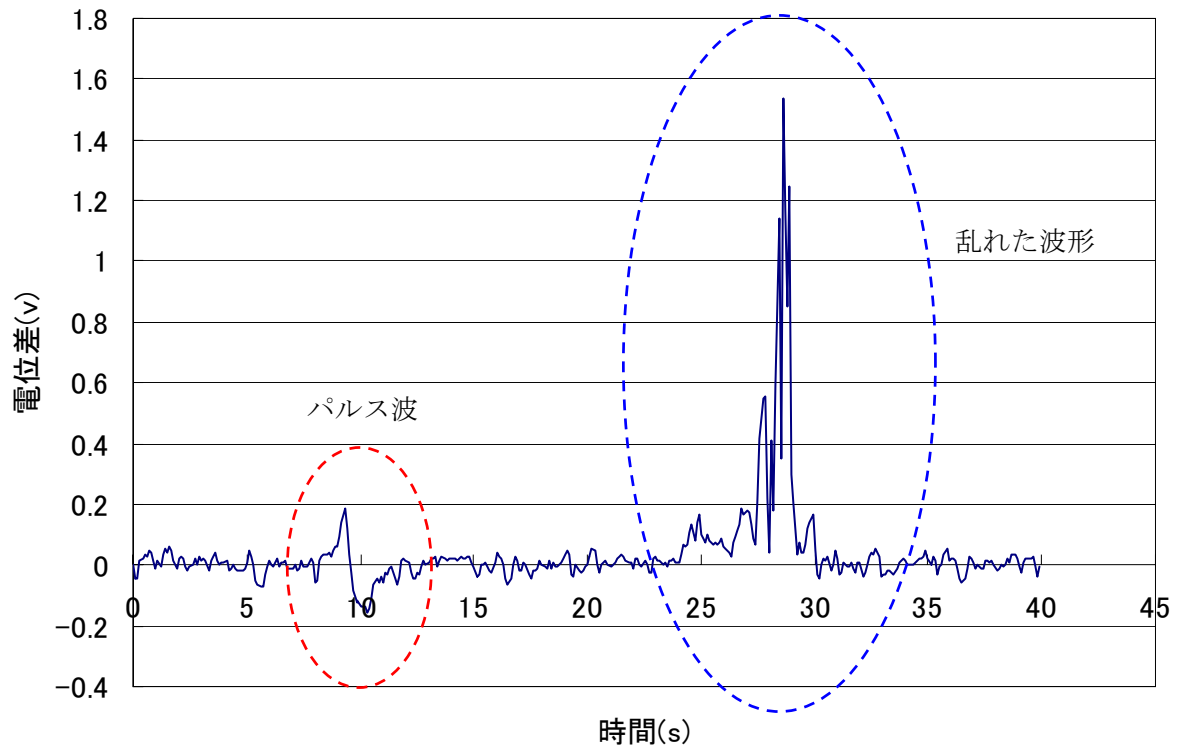


図 6-7. 乱れた波形（平成 20 年度報告書 p47 抜粋）

6-3-3. 波浪が原因と思われるノイズの発生について

平成 19, 20, 21 年度において波浪が原因と思われるノイズが発生した（図 5-12）。ノイズの振幅は大きなもので 600mv に達することから計測精度に影響を及ぼすと考えられた。平成 21 年度業務より、2・3 号魚道ではセンサー部を最上流の隔壁から 8 段目に下げて設置することにより波浪ノイズ発生頻度を軽減することが報告されている。そこで、本年度業務でも、2・3 号魚道については上流から 8 段目、1 号魚道については、観察窓の関係から上流から 5 段目にセンサー部を設置した。

その結果、平成 21 年度業務と同様、2・3 号魚道では波浪ノイズ発生頻度を大きく軽減することができた。しかし、1 号魚道においては、波浪の影響を強く受けノイズの振幅は大きな場合で 600mv に達する場合があった。波浪の多く発生する時期は遡上数が少なくなっている 12 月に入ってからが多いが、計測精度に影響するため、上流魚道出口に波浪対策を設けるなどの対策が必要と考えられる。

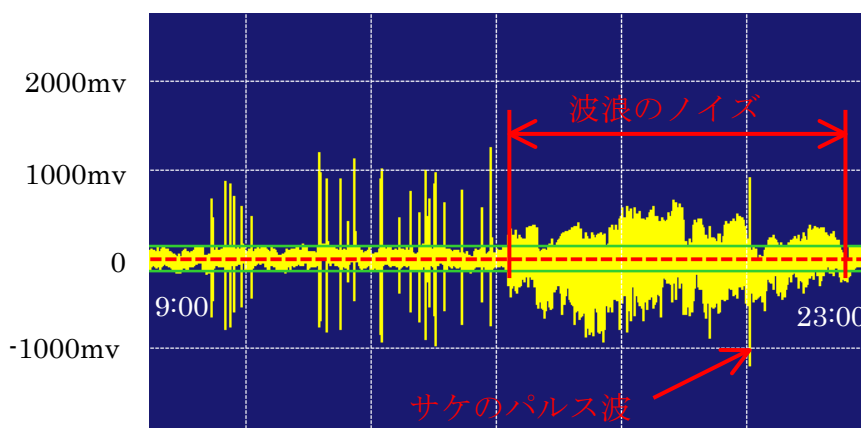


図 6-8. 1 号魚道左岸側 H22 年 12 月 3 日 9:00～23:00（波浪が原因と思われるノイズ）

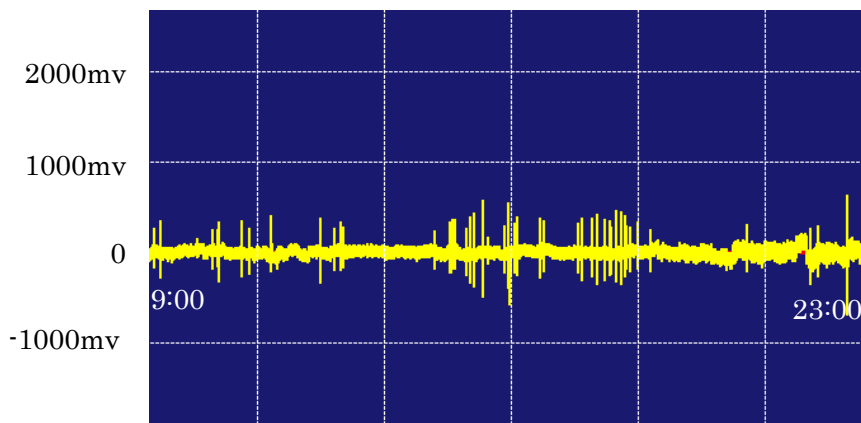


図 6-9. 2 号魚道左岸側 H22 年 12 月 3 日 9:00～23:00

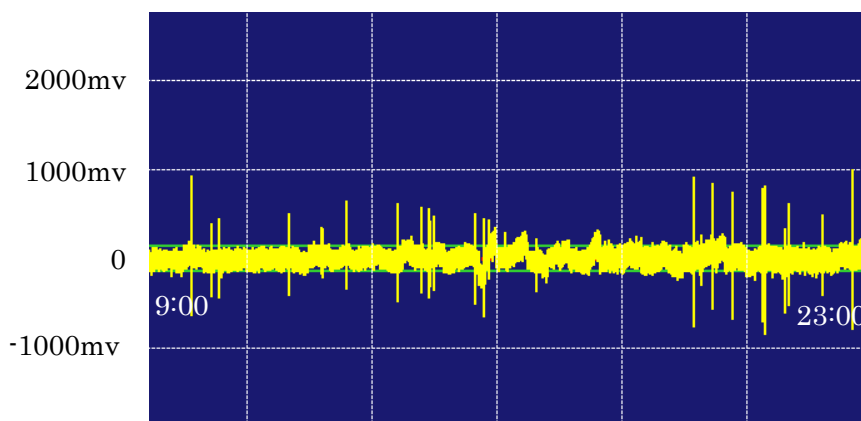


図 6-10. 3 号魚道左岸側 H22 年 12 月 3 日 9:00～23:00

6-4. 改善案と結果、今後の対策について

「2-7. 本年度業務においての問題点、改善案」において述べた問題点と改善案、結果について表. 6-1に示す。

ノイズ対策については、カウンター回路の見直し、本体の設置箇所を変更することで解決することが出来た。

また、2・3号魚道での波浪対策については概ね解決できたが、1号魚道での波浪対策については今後対策が必要である。

表. 6-1 改善案と結果、今後の対策について

問題点	箇所	内容	
波浪の影響	1号魚道	平成21年度業務と同様、上流から8段目に設置し、ノイズ対策を行ったカウンターを用い取得データをみながら検討することとした。	△
	2・3号魚道	上流から5段目に設置し、ノイズ対策を行ったカウンターを用い取得データをみながら検討することとした。	○
ノイズの発生	1・2・3号魚道共通	カウンター回路の見直し	○
		センサー部に設置した板の壁面にカウンター本体を設置し、センサー部でアナログデータを取得した直後にデジタルデータに変換することにより、ノイズの影響を最小限とするようにした。	

○:解決した △:課題が残る

§ 7 現場での問題点と対策について

7. 現場での問題点と対策について

7-1. 電極の付着物

平成 19、20、21 年度同様、計測期間中に電極に電気分解が原因と見られる付着物が見られた。業務期間中（10/1～12/25）に付着物の除去を行わなかったが、データに変化は見られなかったため、影響は少ないものと思われる。



写真 49. 電極の付着物

場所：センサー上の電極

概要：電極に付着した付着物。

撮影：20 年 12 月 22 日

7-2. 電極の断線対策について

平成 19 年度の調査では、計測開始から 76 日後の 12 月 15 日に電気分解による劣化が原因と見られる断線が発生し、3 日間の欠測となった。そのため、今期は平成 20 年度同様断線対策に熱圧縮チューブによる被膜を行った。その結果、業務期間中（10/1～12/25）に断線は発生しなかった。

	写真 50. 断線した電極 場所：センサー部の+極側電極 概要：平成 19 年度業務時に計測開始から 76 日後の 12 月 15 日に電気分解による劣化が原因と見られる断線が発生した。12 月 15, 16, 17 日の 3 日間欠測となった。 撮影：19 年 12 月 18 日
	写真 51. 電極皮膜前 場所：2 号魚道隔壁部 概要：配管と電極の接続部の被膜前。 撮影：20 年 10 月 3 日
	写真 52. 電極皮膜後 場所：3 号魚道隔壁部 概要：配管と電極の接合部に熱圧縮ゴムにより被膜した。 撮影：20 年 10 月 3 日

§ 8 まとめ

平成 22 年度業務利根大堰 1・2・3 号魚道における鮭遡上調査を以下にまとめる。

8-1.設置について

- ・設置箇所については 1 号魚道は上流から 5 段目、2・3 号魚道については 8 段目のプールに設置した。
- ・設置方法については魚道に併せた現場打ち施工とした。
- ・1 号魚道上段部の隔壁にセンサー部を、1 号堰柱の管理室に計測用パソコンを設置し、計測を行った。
平成 19, 20, 21 年業務では、カウンター本体を管理室内内に設置したが、その場合、電気配線が 50m 程度となり、センサー部で取得したデータが電気配線を通過する際にノイズが乗ることが懸念された。22 年業務ではセンサー部に設置した板の壁面にカウンター本体を設置し、センサー部でアナログデータを取得した直後にデジタルデータに変換することにより、ノイズの影響を最小限とするようにした。カウンター本体は防水仕様とした。

8-2.構造等について

- ・センサー構造については、3 本の電極で構成し、飛び越え遡上による欠測を防ぐためセンサー部下流から 80cm の位置に設置した（平成 19 年度業務は下流部より 60cm の位置）。
- ・計測用パソコンから、無線 LAN 経由でデータ回収を行った。
- ・魚カウンターの精度を検証するため、ビデオカメラにて撮影を行いカウンターでの遡上量とビデオカメラでの遡上量を比較し、精度を検証した。

8-3.遡上結果について

- ・1・2・3 号魚道の遡上数は月別、日別の遡上数と降下数をそれぞれ調査した。また、調査期間中の全遡上数も算出した。
- ・1・2・3 号魚道において、下流放流量、水温と鮭の遡上数の関係を調査した。

8-4.まとめ

本業務は利根大堰 1・2・3 号魚道における鮭の遡上調査を目的とし、魚カウンターによる計測を平成 22 年 10 月 1 日～平成 22 年 12 月 25 日まで行った。

調査を行うにあたり、平成 19,20,21 年度利根大堰 2・3 号魚道鮭遡上調査業務での条件等を延伸し、改善・対策等を立て、更に調査結果の精度を向上させた。

計測位置のセンサー部を下流から 80cm の位置に設定したことにより、鮭の飛び越え遡上が軽減された。また、波浪によるノイズが発生していたため、ノイズの軽減を図るために 2・3 号魚道のセンサー部の設置位置を平成 20 年度業務より 3 段下げた結果、波浪によるノイズ発生回数、規模は減少したことが推測された。

また、ノイズ対策として、センサー部に設置した板の壁面にカウンター本体を設置し、センサー部でアナログデータを取得した直後にデジタルデータに変換することによりデータの収集を行った。その結果、ノイズの大幅な減少が確認された。

魚カウンターの計測精度を測るためにビデオカメラで撮影した遡上量と、魚カウンターの遡上量を比較することで、高精度でサケの遡上を計測できていると考察された。

次に主な今年度の遡上結果について以下に記す。

- ・ 遡上総数：1 号魚道 4950 尾 + 2 号魚道 1920 尾 + 3 号魚道 2094 尾 = 8964 尾
- ・ 遡上ピーク時期：11 月上旬～12 月上旬

以上のことより、平成 22 年度鮭遡上調査では、遡上総数の結果が得られた。

§ 9 来期に向けての提案

9. 来期へ向けての提案

9-1. 電光表示板による遡上数の表示について

1号魚道観察室において、魚カウンターシステムと連動させた電光掲示板を設置することで、サケの遡上量をリアルタイムで広報することが可能となる。



図 9. 電光掲示板の設置

9-2. センサー部の作成方法とコストの縮減について

昨年度、今年度ともにセンサー部は木工により作成し、計測終了後には撤去を行った。木工でセンサー部を作ることによって多くの材料費と人工が必要となる上、撤去後の木工を次年度調査に使用するのはいく、センサー部を毎年新規に木工で作成するにはコストがかかる。

今後は長期間使用可能な強化プラスチック等による取り外し可能なプレキャストのセンサー部の作成を検討し、センサー部の作成・管理にかかるコストの縮減を検討する必要がある。