

河口堰魚類等調査

報 告 書

平成 19 年 3 月

株式会社 建設環境研究所

目 次

1. 業務概要	1-1
1.1 業務目的	1-1
1.2 業務概要	1-1
1.3 調査場所	1-1
1.4 業務項目	1-2
1.5 実施方針	1-3
1.5.1 業務フローチャート	1-3
1.5.2 実施方法	1-4
1.6 打合せ	1-9
1.7 業務工程	1-10
1.8 業務組織計画	1-11
1.8.1 担当技術者	1-11
1.8.2 業務場所	1-12
1.9 成果品	1-12
2. 魚道上下流調査	2-1
2.1 調査目的	2-1
2.2 調査日時	2-1
2.3 調査方法	2-2
2.3.1 定点上流	2-2
2.3.2 魚道上流	2-4
2.3.3 魚道下流	2-6
2.3.4 定点下流	2-7
2.3.5 環境要因測定	2-8
2.4 結果	2-10
2.4.1 採捕調査	2-10
2.4.2 目視調査	2-10
2.4.3 調査時の水位変動と堰操作状況	2-11
2.5 考察	2-12
2.5.1 魚類優占種の動向	2-12
2.5.2 魚類種類数の推移	2-13
2.5.3 魚類個体数の推移注 1	2-14
2.5.4 各月各調査位置間での魚類組成の類似性	2-15
2.5.5 魚類優占種の体長組成	2-18
2.5.6 モクズガニの遡上状況	2-20
3. 稚アユ遡上調査 I、II	3-1
3.1 調査目的	3-1
3.2 調査日時	3-1
3.3 調査方法	3-2
3.3.1 採捕調査	3-2
3.3.2 目視調査	3-3
3.3.3 環境要因測定	3-4
3.4 結果	3-5
3.4.1 採捕調査	3-5
3.4.2 目視調査	3-5
3.4.3 調査時の水位変動と堰操作状況	3-6

3.5 考察	3-7
3.5.1 稚アユの遡上動向と経年比較	3-7
3.5.2 目視個体数と採捕個体数の関係	3-10
3.5.3 平成 18 年 3 月 1 日から 5 月 31 日における推定遡上個体数	3-12
3.5.4 稚アユの遡上状況と堰上下の水位	3-13
3.5.5 他河川および他地点での遡上状況	3-17
3.5.6 稚アユの体長組成	3-23
3.5.7 平成 19 年の稚アユ遡上動向	3-25
4. サケ遡上調査	4-1
4.1 調査目的	4-1
4.2 調査日時	4-1
4.3 調査方法	4-1
4.3.1 目視調査	4-1
4.3.2 環境要因測定	4-2
4.4 結果	4-3
4.4.1 目視調査	4-3
4.4.2 調査時の水位変動と堰操作状況	4-3
4.5 考察	4-4
4.5.1 今年の遡上動向	4-4
4.5.2 利根大堰との遡上個体数の差異	4-6
4.5.3 遡上密度と堰上下の水位との関係	4-9
4.5.4 遡上密度と魚道最上流隔壁の越流流速との関係	4-13
4.5.5 サケの遡上降下位置の偏り	4-14
4.5.6 採捕調査がサケの遡上行動に与える影響	4-15
4.5.7 利根川におけるサケの遡上状況	4-16
5. シラスウナギ調査	5-1
5.1 調査目的	5-1
5.2 調査日時	5-1
5.3 調査方法	5-2
5.3.1 魚介類採捕	5-2
5.3.2 環境要因測定	5-3
5.4 調査結果	5-5
5.4.1 採捕調査	5-5
5.4.2 調査時の水位変動と堰操作状況	5-5
5.5 考察	5-6
5.5.1 シラスウナギの遡上動向と経年比較	5-6
5.5.2 魚道内の流況と採捕個体数の関係	5-9
5.5.3 水門の操作状況と採捕個体数の関係	5-11
6. 流下仔魚調査、流下仔魚調査(下流)	6-1
6.1 調査目的	6-1
6.2 調査日時	6-1
6.3 調査方法	6-1
6.3.1 ネット採集	6-1
6.3.2 環境要因測定	6-3
6.4 結果	6-5
6.5 考察	6-6
6.5.1 各調査回における仔アユの流下状況	6-6

6.5.2	アユの産卵と出水との関係.....	6-12
6.5.3	流下仔アユの発育状況.....	6-13
6.5.4	利根川河口堰における 24 時間流下個体数の経年比較	6-15
7.	総合考察.....	7-1
7.1	経年出現種.....	7-1
7.2	特定種.....	7-5
7.3	要約	7-8
7.3.1	魚道上下流調査.....	7-8
7.3.2	稚アユ遡上調査.....	7-8
7.3.3	サケ遡上調査	7-8
7.3.4	シラスウナギ調査	7-9
7.3.5	流下仔魚調査	7-9
7.4	課題	7-9
8.	付表・付図・付録.....	8-1
A.	資料編.....	A-1
A.1	第 1 回稚アユ遡上調査 II (4 月 7 日).....	A-1
A.2	第 2 回稚アユ遡上調査 II (4 月 14 日).....	A-12
A.3	第 1 回稚アユ遡上調査 I (4 月 21 日).....	A-23
A.4	第 1 回魚道上下流調査 (定点上流:4 月 27～28 日)	A-50
A.5	第 1 回魚道上下流調査 (魚道上流:4 月 28～29 日)	A-68
A.6	第 1 回魚道上下流調査 (魚道下流:4 月 30 日～5 月 1 日)	A-106
A.7	第 1 回魚道上下流調査 (定点下流:4 月 30 日～5 月 1 日)	A-136
A.8	第 3 回稚アユ遡上調査 II (5 月 12 日).....	A-163
A.9	第 2 回魚道上下流調査 (定点上流:5 月 15～16 日)	A-174
A.10	第 2 回魚道上下流調査 (魚道上流:5 月 16～17 日)	A-192
A.11	第 2 回魚道上下流調査 (魚道下流:5 月 18 日～19 日).....	A-230
A.12	第 2 回魚道上下流調査 (定点下流:5 月 18 日～19 日).....	A-255
A.13	第 4 回稚アユ遡上調査 II (5 月 29 日).....	A-275
A.14	第 2 回稚アユ遡上調査 I (6 月 2 日).....	A-286
A.15	第 5 回稚アユ遡上調査 II (6 月 9 日).....	A-319
A.16	第 3 回魚道上下流調査 (定点上流:6 月 12～13 日)	A-330
A.17	第 3 回魚道上下流調査 (魚道上流:6 月 13～14 日)	A-349
A.18	第 3 回魚道上下流調査 (魚道下流:6 月 15～16 日)	A-383
A.19	第 3 回魚道上下流調査 (定点下流:6 月 15～16 日)	A-406
A.20	第 1 回サケ遡上調査 (10 月 15 日).....	A-422
A.21	第 1 回流下仔魚調査 (10 月 18～19 日).....	A-431
A.22	第 1 回流下仔魚調査(下流) (10 月 26～27 日)	A-445
A.23	第 2 回流下仔魚調査 (11 月 1～2 日).....	A-451
A.24	第 4 回魚道上下流調査 (定点上流:11 月 6～7 日)	A-464
A.25	第 4 回魚道上下流調査 (魚道上流:11 月 7～8 日)	A-482
A.26	第 4 回魚道上下流調査 (魚道下流:11 月 9～10 日)	A-519
A.27	第 4 回魚道上下流調査 (定点下流:11 月 9～10 日)	A-543
A.28	第 2 回サケ遡上調査 (11 月 16 日).....	A-562
A.29	第 3 回サケ遡上調査 (11 月 24 日).....	A-571
A.30	第 4 回サケ遡上調査 (12 月 8 日).....	A-580
A.31	第 1 回シラスウナギ調査 (1 月 4～5 日).....	A-589
A.32	第 2 回シラスウナギ調査 (1 月 19～20 日).....	A-600

A.33	第3回シラスウナギ調査 (2月3～4日).....	A-611
A.34	第4回シラスウナギ調査 (2月18～19日).....	A-624
A.35	第5回魚道上下流調査 (定点上流:3月1～2日).....	A-637
A.36	第5回魚道上下流調査 (魚道上流:3月2～3日).....	A-654
A.37	第5回魚道上下流調査 (魚道下流:3月4～5日).....	A-685
A.38	第5回魚道上下流調査 (定点下流:3月4～5日).....	A-706
A.39	第5回シラスウナギ調査 (3月5～6日).....	A-726
A.40	第3回稚アユ遡上調査 I (3月19日).....	A-740

1. 業務概要

1. 業務概要

1.1 業務目的

本業務は、利根川河口堰の魚道等における魚介類の遡上状況等の実態を把握することを目的に実施したものである。

1.2 業務概要

1. 業 務 名：河口堰魚類等調査
2. 業務場所：千葉県香取郡東庄町新宿地先および茨城県神栖市太田地先の、利根川河口堰魚道および堰上下流部の利根川
3. 工 期：平成 18 年 4 月 4 日～平成 19 年 3 月 31 日
4. 発 注 者：独立行政法人水資源機構 利根川下流総合管理所

1.3 調査場所

本業務における調査位置を図 1.3.1 に、項目別の調査場所を表 1.3.1 に示す。

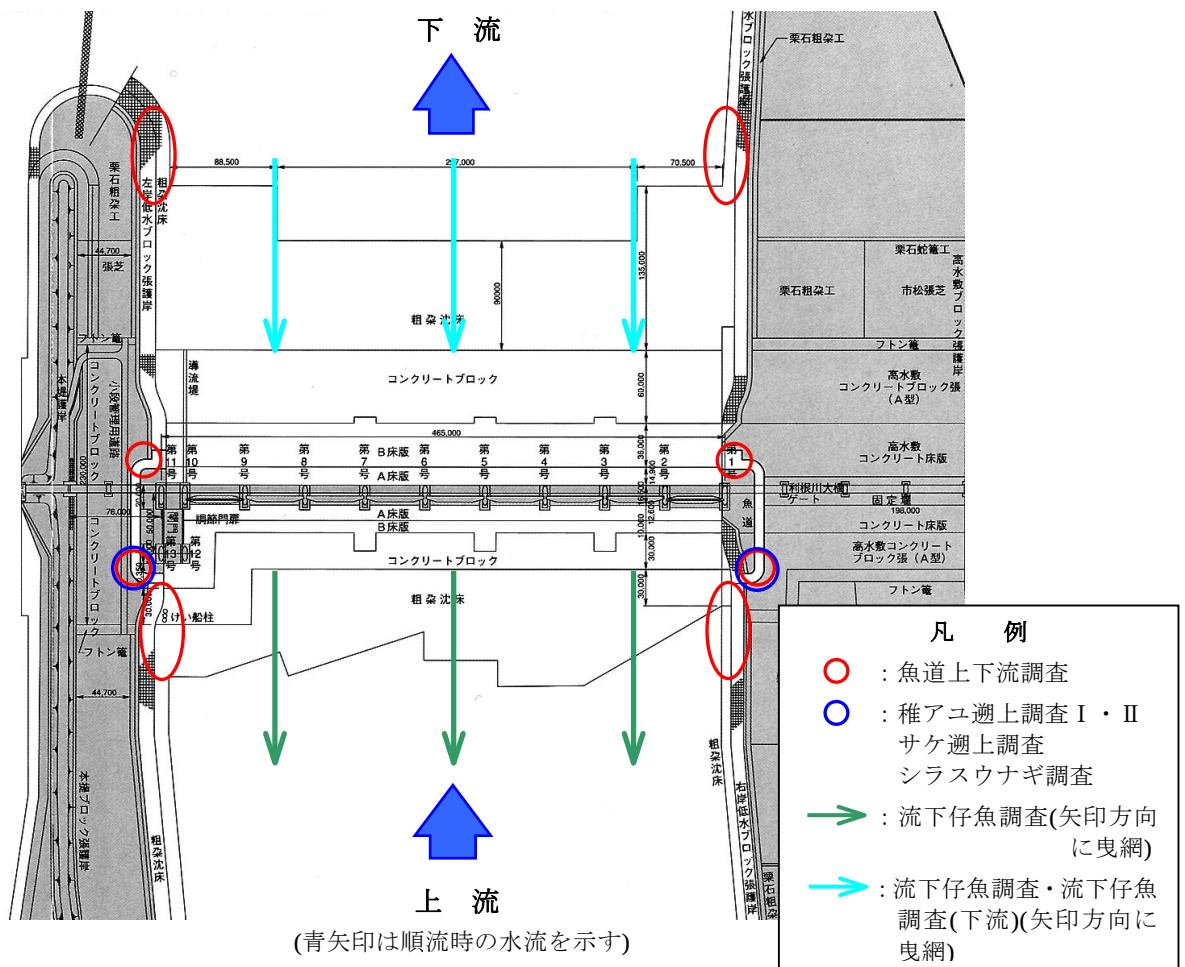


図 1.3.1 調査位置

表 1.3.1 調査場所一覧表

調査項目	調査場所
魚道上下流調査	・利根川河口堰から上流約 100m の利根川左右岸 ・利根川河口堰から下流約 250m の利根川左右岸 ・左右岸魚道上流部 ・左右岸魚道下流部
稚アユ遡上調査 I	・左右岸魚道上流部
稚アユ遡上調査 II	〃
サケ遡上調査	〃
シラスウナギ調査	〃
流下仔魚調査	・利根川河口堰から上下流各々約 100～250m 付近の利根川本川
流下仔魚調査(下流)	・利根川河口堰から下流約 100～250m 付近の利根川本川

1.4 業務項目

本業務の項目を表 1.4.1 に示す。

表 1.4.1 業務項目

種別等	細別	単位	数量	摘要
魚類等調査	魚道上下流調査	回	5	4、5、6、11、3 月実施
	稚アユ遡上調査 I	回	3	4～6 月実施
	稚アユ遡上調査 II	回	5	〃
	サケ遡上調査	回	4	10～12 月実施
	シラスウナギ調査	回	5	1～3 月実施
	流下仔魚調査	回	2	10、11 月実施
	流下仔魚調査(下流)	回	1	10 月実施
打合せ協議		式	1	4、9、1、3 月実施

1.5 実施方針

1.5.1 業務フローチャート

本業務の構成を図 1.5.1 に示す。

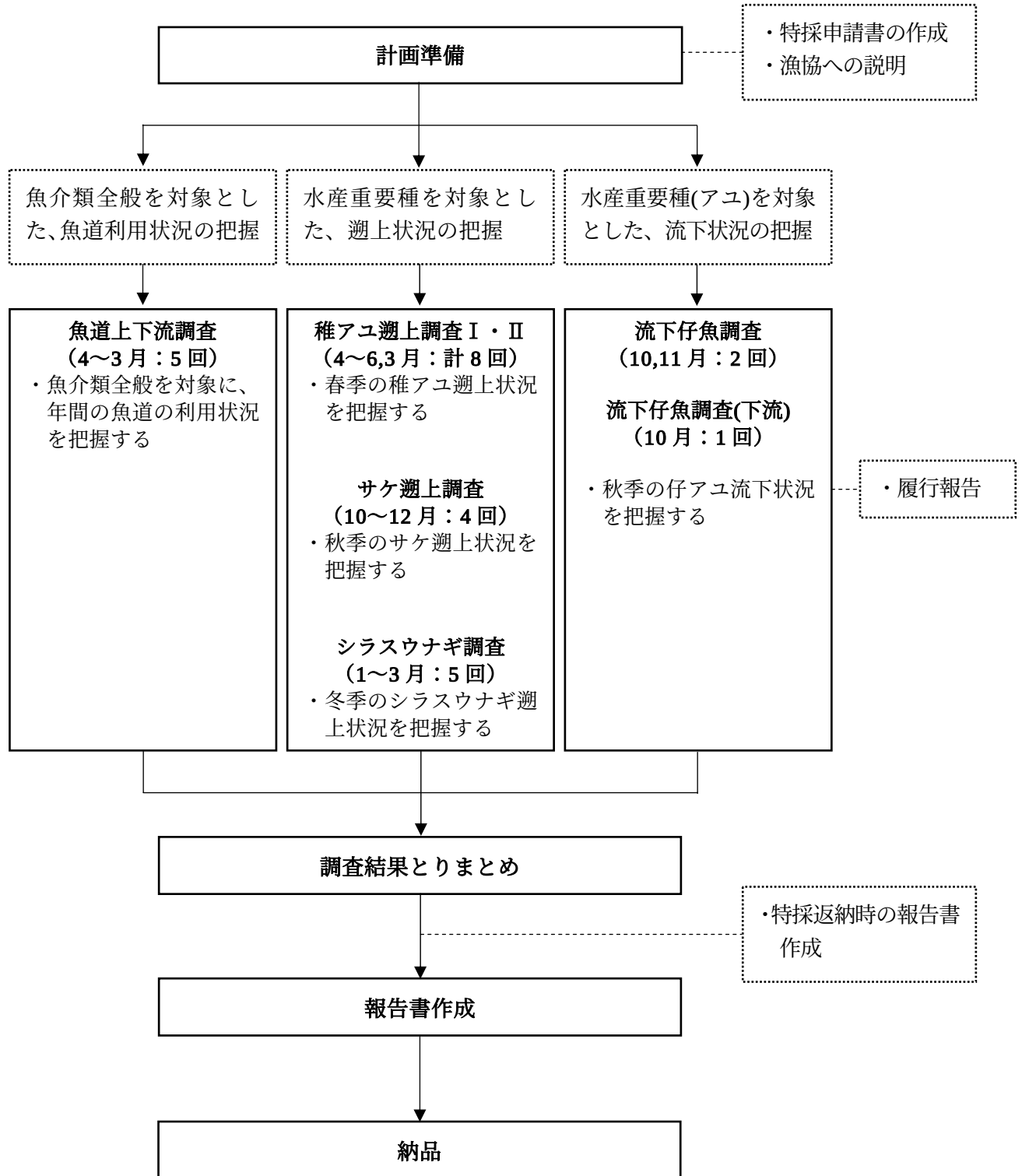


図 1.5.1 業務フローチャート

1.5.2 実施方法

(1)魚道上下流調査

本調査では、魚道がどのような魚類等に利用されているかを把握するために、利根河口堰の上下流の魚種・個体数を把握する「定点調査」と、魚道を通過する魚種・個体数を把握する「魚道調査」を実施した。「定点調査」では堰上流の「定点上流」と堰下流の「定点下流」で、「魚道調査」では隔壁上流側の「魚道上流」と隔壁下流側の「魚道下流」で、それぞれ調査を実施した。

各調査を同時に実施すると、魚道上流側で、遡上する魚類等が過小評価されてしまうため、上流から、定点上流、魚道上流、魚道下流・定点下流と調査日をずらして実施した。

本調査における結果は第2章にとりまとめた。ただし、アユについての結果は、稚アユ遡上調査 I、II と併せて第3章に、サケについての結果は、サケ遡上調査と併せて第4章にとりまとめた。

調査実施日、調査時間および調査対象を表 1.5.2 に示す。

1)定点上流

堰上流部における魚介類の遡上実態を把握するために、利根川河口堰から約 110m 上流の利根川左岸に、網目 6×6mm の定置網を設置し、14:00 から翌 14:00 までの 24 時間採捕を行った。採集した魚類については現場で同定した後、個体数、全長、体長、体重を、魚類以外については個体数、総重量を計数、計測した。

2)魚道上流

魚道上流側における魚介類の遡上実態を把握するために、利根川河口堰高水敷に設置されている左岸魚道上流部に網目 5×5mm のふくろ網を設置し、18:00 から翌 18:00 までの 24 時間採捕を行った。採集した魚類については現場で同定した後、個体数、全長、体長、体重を、魚類以外については個体数、総重量を計数、計測した。

また、採捕と並行して、左右岸魚道を遡上降下する魚類(8:00～17:00)およびカニ類(18:00～22:00)を目視し、種類別個体数を計数した。

3)魚道下流

魚道下流側における魚介類の遡上実態を把握するために、利根川河口堰高水敷に設置されている左右岸魚道下流部に網目 6×6mm のふくろ網を設置し、後述する下流定点調査と並行して、8:00 から翌 8:00 までの 24 時間採捕を行った。

採集した魚類については現場で同定した後、個体数、全長、体長、体重を、魚類以外については個体数、総重量を計数、計測した。

4) 定点下流

堰下流部における魚介類の遡上実態を把握するために、利根川河口堰から約250m 下流の利根川左右岸に網目 6×6mm の定置網を設置し、前述した魚道下流調査と並行して 8:00 から翌 8:00 までの 24 時間採捕を行った。採集した魚類については現場で同定した後、個体数、全長、体長、体重を、魚類以外については個体数、総重量を計数、計測した。

表 1.5.2 魚道上下流調査(定点上流)の調査日、調査時間および調査対象

調査回	調査日および時間帯	調査位置	月 齢	潮 汐	調査対象
第 1 回	4 月 27 日 14:00 ～4 月 28 日 14:00	定点上流	28.7	大 潮	魚介類
	4 月 28 日 18:00 ～4 月 29 日 18:00	魚道上流	0.3	大 潮	
	4 月 30 日 8:00 ～5 月 1 日 8:00	魚道下流 定点下流	2.3	中 潮	
第 2 回	5 月 15 日 14:00 ～5 月 16 日 14:00	定点上流	17.3	中 潮	
	5 月 16 日 18:00 ～5 月 17 日 18:00	魚道上流	18.3	中 潮	
	5 月 18 日 8:00 ～5 月 19 日 8:00	魚道下流 定点下流	20.3	中 潮	
第 3 回	6 月 12 日 14:00 ～6 月 13 日 14:00	定点上流	15.9	大 潮	
	6 月 13 日 18:00 ～6 月 14 日 18:00	魚道上流	16.9	中 潮	
	6 月 15 日 8:00 ～6 月 16 日 8:00	魚道下流 定点下流*	18.9	中 潮	
第 4 回	11 月 6 日 14:00 ～11 月 7 日 14:00	定点上流	14.9	大 潮	
	11 月 7 日 18:00 ～11 月 8 日 18:00	魚道上流	15.9	大 潮	
	11 月 9 日 8:00 ～11 月 10 日 8:00	魚道下流 定点下流	17.0	中 潮	
第 5 回	3 月 1 日 14:00 ～3 月 2 日 14:00	定点上流	11.4	中 潮	
	3 月 2 日 18:00 ～3 月 3 日 18:00	魚道上流	12.4	中 潮	
	3 月 4 日 8:00 ～3 月 5 日 8:00	魚道下流 定点下流	14.4	大 潮	

荒天のため、定点下流調査は 15 日 18:00 で中止した。

(2)稚アユ遡上調査Ⅰ

魚道上流側における魚介類、特に稚アユの遡上実態を把握するために、利根川河口堰高水敷に設置されている左右岸魚道上流部に網目5×5mmのふくろ網を設置し、6:00 から 18:00 までの 12 時間採捕を行った。採集した魚類については現場で同定した後、個体数、全長、体長、体重を、魚類以外については個体数、総重量を計数、計測した。

また、採捕と並行して、8:00 から 17:00 まで、左右岸魚道を遡上降下する魚類を目視し、種類別個体数を計数した。調査実施日、調査時間、月齢、潮汐および調査対象を表 1.5.3 に示す。

本調査における結果は、魚道上下流調査の一部および稚アユ遡上調査Ⅱと併せて第 4 章にとりまとめた。

表 1.5.3 稚アユ遡上調査Ⅰの調査日、調査時間および調査対象

調査回	調査日	調査時間	月 齢	潮 汐	調査対象
第 1 回	4 月 21 日	6:00～18:00	22.7	小 潮	魚介類
第 2 回	6 月 2 日	6:00～18:00	5.9	大 潮	
第 3 回	3 月 19 日	6:00～18:00	0.0	大 潮	

(3)稚アユ遡上調査Ⅱ

魚道上流側における魚介類、特に稚アユの遡上実態を把握するために、6:00 から 18:00 まで、左右岸魚道を遡上降下する魚類を目視し、種類別個体数を計数した。調査実施日、調査時間、月齢、潮汐および調査対象を表 1.5.4 に示す。

本調査における結果は、魚道上下流調査の一部および稚アユ遡上調査Ⅰと併せて第 4 章にとりまとめた。

表 1.5.4 稚アユ遡上調査Ⅱの調査日、調査時間および調査対象

調査回	調査日	調査時間	月 齢	潮 汐	調査対象
第 1 回	4 月 7 日	6:00～18:00	8.7	長 潮	魚介類
第 2 回	4 月 14 日	6:00～18:00	15.7	大 潮	
第 3 回	5 月 12 日	6:00～18:00	14.3	大 潮	
第 4 回	5 月 29 日	6:00～18:00	1.9	大 潮	
第 5 回	6 月 9 日	6:00～18:00	12.9	大 潮	

(4)サケ遡上調査

魚道上流側における魚介類、特にサケの遡上実態を把握するために、7:00 から 16:00 まで、左右岸魚道を遡上降下する魚類を目視し、種類別個体数を計数した。調査実施日、調査時間、月齢、潮汐および調査対象を表 1.5.5 に示す。

本調査における結果は、魚道上下流調査の一部と併せて第 4 章にとりまとめた。

表 1.5.5 サケ遡上調査の調査日、調査時間および調査対象

調査回	調査日	調査時間	月 齢	潮 汐	調査対象
第 1 回	10 月 15 日	7:00～16:00	22.6	小 潮	魚介類
第 2 回	11 月 16 日	7:00～16:00	24.9	若 潮	
第 3 回	11 月 24 日	7:00～16:00	3.2	中 潮	
第 4 回	12 月 8 日	7:00～16:00	17.2	中 潮	

(5)シラスウナギ調査

魚道上流側におけるシラスウナギの遡上実態を把握するために、利根川河口堰高水敷に設置されている左右岸魚道の上流部に、目合 55 節(約 1.4mm×1.4mm)のふくろ網を設置し、17:00 から翌 7:00 までの 14 時間採捕を行った。採集した魚類については現場で同定した後、個体数、全長、体長、体重を、魚類以外については個体数と総重量を計数、計測した。

調査実施日、調査時間および調査対象を表 1.5.6 に示す。

本調査における結果は第 5 章にとりまとめた。

表 1.5.6 シラスウナギ調査の調査日、調査時間および調査対象

調査回	調査日	調査時間	月 齢	潮 汐	調査対象
第 1 回	1 月 4～5 日	17:00～翌 7:00	15.0	大 潮	シラスウナギを含む魚介類
第 2 回	1 月 19 ～20 日	17:00～翌 7:00	0.5	大 潮	
第 3 回	2 月 3～4 日	17:00～翌 7:00	15.5	大 潮	
第 4 回	2 月 18 ～19 日	17:00～翌 7:00	0.9	大 潮	
第 5 回	3 月 5～6 日	17:00～翌 7:00	15.9	大 潮	

*:0:00 の値

(6)流下仔魚調査

利根川河口堰近傍の利根川本川における、アユ仔魚の流下実態を把握するために、利根川河口堰から、上下流各々約 100～250m 付近の利根川本川において、大型プランクトンネットを第 2、第 5、第 8 制水門の上下流で、下流から上流へ 2 時間間隔で 13 回、水平曳網することによって流下仔魚を採集した。曳網層は表層と底層の 2 層とした。プランクトンネットには濾水計を装着し、各曳網ごとに濾水量を測定した。

採集物は現場で固定し、実験室へ持ち帰った後に選別して、種類別個体数と体重を計数、計測した。

調査実施日、調査時間、月齢、潮汐および調査対象を表 1.5.7 に示す。

本調査における結果は流下仔魚調査(下流)の結果と併せて第 6 章にとりまとめた。

表 1.5.7 流下仔魚調査の調査日、調査時間および調査対象

調査回	調査日	調査時間	月 齢	潮 汐	調査対象
第 1 回	10 月 18～ 19 日	10:00～翌 10:00	25.6	中 潮	流下仔アユ
第 2 回	11 月 1～2 日	10:00～翌 10:00	9.9	若潮～中 潮	

(7)流下仔魚調査(下流)

利根川河口堰近傍の利根川本川における、アユ仔魚の流下実態を把握するために、利根川河口堰から、下流約 100～250m 付近の利根川本川において、大型プランクトンネットを第 2、第 5、第 8 制水門の下流で、下流から上流へ 2 時間間隔で 13 回、水平曳網することによって流下仔魚を採集した。曳網層は表層と底層の 2 層とした。プランクトンネットには濾水計を装着し、各曳網ごとに濾水量を測定した。

採集物は現場で固定し、実験室へ持ち帰った後に選別して、種類別個体数と体重を計数、計測した。

調査実施日、調査時間、月齢、潮汐および調査対象を表 1.5.8 に示す。

本調査における結果は流下仔魚調査の結果と併せて第 6 章にとりまとめた。

表 1.5.8 流下仔魚調査の調査日、調査時間および調査対象

調査回	調査日	調査時間	月 齢	潮 汐	調査対象
第 2 回	10 月 26～27 日	10:00～翌 10:00	3.9	中 潮	流下仔アユ

1.6 打合せ

本業務の協議打合せの内容を表 1.6.1 に示す。

表 1.6.1 協議打合せ内容

回	実施日	打合せ内容
第 1 回	4 月 6 日	業務目的および内容の確認 (業務着手時)
第 2 回	9 月 8 日	春季調査の結果報告 (中間報告)
第 3 回	1 月 31 日	秋季調査の結果報告 (中間報告)
第 4 回	3 月 28 日	最終報告、成果品納入 (業務完了時)

1.7 業務工程

本業務の工程を表 1.7.1 に示す。

表 1.7.1 業務工程

工期(自)平成 18 年 4 月 4 日
(至)平成 19 年 3 月 31 日

調査項目等	平成 18 年										平成 19 年		
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月		1 月	2 月	3 月
計画準備	■												
魚道上下流調査		■	■	■				■					■
稚アユ遡上調査Ⅰ		■		■									■
稚アユ遡上調査Ⅱ	■	■	■	■									
サケ遡上調査							■	■	■				
シラスウナギ調査										■	■	■	■
流下仔魚調査							■	■					
流下仔魚調査(下流)							■						
調査結果とりまとめ													
報告書作成													
打合せ協議	●					●					●		●

1.8 業務組織計画

1.8.1 担当技術者

本業務は以下の担当技術者で実施した。

氏 名	担当分野	調査経験等
	管理技術者、報告書査読	技術士(建設部門)、生物調査歴 28 年
	現場代理人、現地調査、とりまとめ、報告書作成	博士(農学)、魚類調査歴 23 年
	生物同定精度管理、報告書作成	生物分類技能検定 1 級(水圏生物魚類分野)、魚類調査歴 16 年
	データ整理	生物調査歴 13 年
	現地調査	技術士(建設部門)、魚類調査歴 13 年
	現地調査	魚類調査歴 12 年
	現地調査	魚類調査歴 11 年
	現地調査	生物調査歴 26 年
	現地調査	生物調査歴 18 年
	現地調査	生物調査歴 18 年
	現地調査	生物調査歴 11 年
	現地調査	生物調査歴 11 年
	現地調査	生物調査歴 11 年
	現地調査	生物分類技能検定(動物 2 級)、生物調査歴 10 年
	現地調査	生物調査歴 10 年、ビオトープ管理士(2 級)
	現地調査	生物調査歴 5 年
	現地調査	魚類調査歴 3 年
	現地調査	生物調査歴 3 年
	現地調査	生物調査歴 3 年
	現地調査	生物調査歴 2 年
	現地調査	生物調査歴 2 年
	現地調査	生物調査歴 1 年
	現地調査	生物調査歴 1 年
	現地調査	生物調査歴 1 年

1.8.2 業務場所

本業務は、以下の場所を実施した。

〒170-0013 東京都豊島区東池袋 2-23-2

株式会社 建設環境研究所 自然環境部

TEL 03-3988-4345 (直通)

FAX 03-3988-2053

1.9 成果品

本業務の調査成果をとりまとめ、以下の成果品として提出した。

- | | |
|-------------------|-----|
| ・ 報告書(電子媒体) | 2 部 |
| ・ 報告書(A4 版、文字箔押し) | 2 部 |
| ・ 調査状況写真、調査野帳 | 1 式 |

2. 魚道上下流調査

2. 魚道上下流調査

2.1 調査目的

本調査では、魚介類全般の魚道利用状況（種類・個体数）を把握するために、魚道上流、魚道下流、定点上流及び定点下流の各位置において 24 時間採捕を 5 回実施し、種組成等を検討した。

2.2 調査日時

各調査の実施日と時間帯を表 2.2.1 に示す。

表 2.2.1 魚道上下流調査の実施日時

調査回	調査日および時間帯	調査位置	月 齢	潮 汐	調査対象
第 1 回	4 月 27 日 14:00 ～4 月 28 日 14:00	定点上流	28.7	大 潮	魚介類
	4 月 28 日 18:00 ～4 月 29 日 18:00	魚道上流	0.3	大 潮	
	4 月 30 日 8:00 ～5 月 1 日 8:00	魚道下流 定点下流	2.3	中 潮	
第 2 回	5 月 15 日 14:00 ～5 月 16 日 14:00	定点上流	17.3	中 潮	
	5 月 16 日 18:00 ～5 月 17 日 18:00	魚道上流	18.3	中 潮	
	5 月 18 日 8:00 ～5 月 19 日 8:00	魚道下流 定点下流	20.3	中 潮	
第 3 回	6 月 12 日 14:00 ～6 月 13 日 14:00	定点上流	15.9	大 潮	
	6 月 13 日 18:00 ～6 月 14 日 18:00	魚道上流	16.9	中 潮	
	6 月 15 日 8:00 ～6 月 16 日 8:00	魚道下流 定点下流*	18.9	中 潮	
第 4 回	11 月 6 日 14:00 ～11 月 7 日 14:00	定点上流**	14.9	大 潮	
	11 月 7 日 18:00 ～11 月 8 日 18:00	魚道上流	15.9	大 潮	
	11 月 9 日 8:00 ～11 月 10 日 8:00	魚道下流 定点下流	17.0	中 潮	
第 5 回	3 月 1 日 14:00 ～3 月 2 日 14:00	定点上流	11.4	中 潮	
	3 月 2 日 18:00 ～3 月 3 日 18:00	魚道上流	12.4	中 潮	
	3 月 4 日 8:00 ～3 月 5 日 8:00	魚道下流 定点下流	14.4	大 潮	

* 荒天のため、15 日 18:00 で調査を中止した。

** 荒天のため、7 日 12:00 の網上げを中止した。

2.3 調査方法

2.3.1 定点上流

定点上流では、堰上流部における魚介類の遡上実態を把握するために、堰上流側の左右岸に、網目 $6\times 6\text{mm}$ (但し、魚採部は $3\times 3\text{mm}$)の定置網を設置し、24 時間採捕を行った。定置網は、河口堰から上流 110m の左右両岸に設置された禁漁区表示標識に片袖を固定し、下流側に開口部を向けて設置した。沖側の袖には長さ 20m、網目 $15\times 15\text{mm}$ の垣網を連結して延長し、本川を遡上する魚類を定置網内に誘導するようにした。設置にあたっては、閘門操作の繫船杭を利用する船舶の運航に支障をきたさない様に留意した。

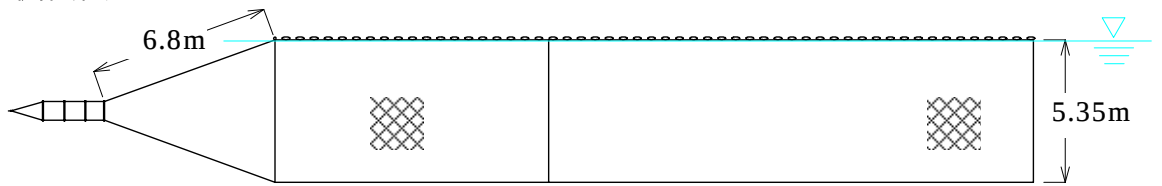
定置網は 14:00 に設置し、当日 16:00 までの毎偶数正時と、翌日 8:00 に網上げを行い、入網した魚類等の種及び種別の個体数と湿重量を計数・計測した。更に 20 個体を上限に全長・体長を計測した。

用いた定置網と設置要領を図 2.3.1 に示す。

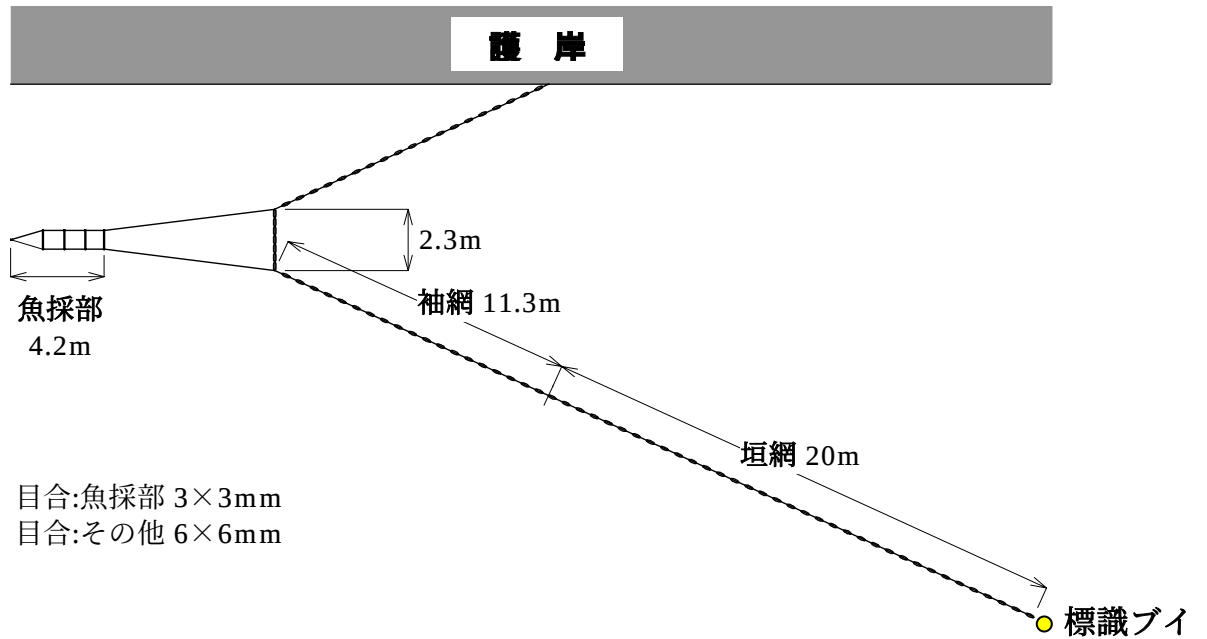


定置網設置作業

側面図



平面図



正面図

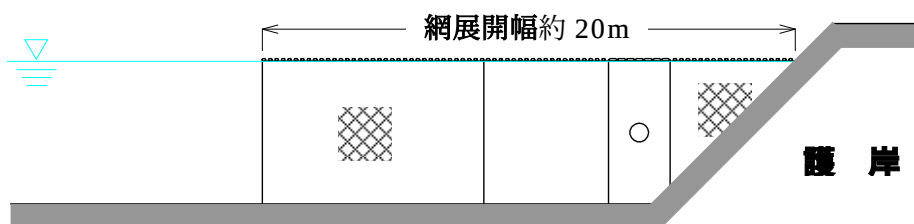


図 2.3.1 定点上流で使した定置網(ふくろ網の片袖に垣網を連結したもの)と設置要領

2.3.2 魚道上流

魚道上流では、魚道上流部における魚介類の遡上実態を把握するために、左右岸魚道の上流側に、網目 $5\times 5\text{mm}$ (但し誘導部は $9\times 9\text{mm}$)のふくろ網を設置して 24 時間採捕を行った。ふくろ網は魚道の「角落とし」の片方を利用して設置した。もう一方の「角落とし」は網目 $5\times 5\text{mm}$ のもじ網で仕切って、遡上魚をふくろ網に誘導した。ふくろ網の設置状況と、用いたふくろ網の平面図を、左岸魚道を例として図 4.3.1 に示す。

ふくろ網は 18:00 に設置し、翌日 6:00 および 7:00～17:00 までの毎奇数正時と 18:00 に網上げを行い、定点上流と同じ測定、計測を実施した。

用いたふくろ網と設置要領を図 2.3.2 に示す。

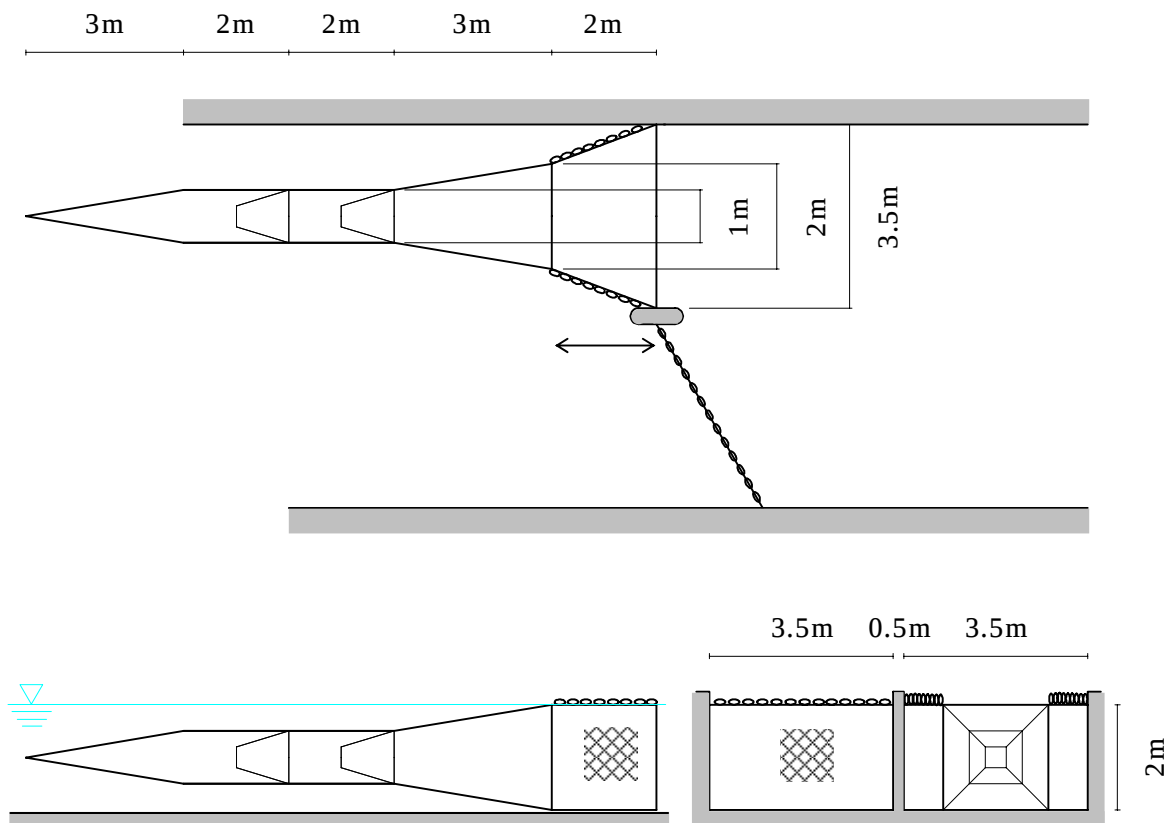


図 2.3.2 魚道上流で使したふくろ網と設置方法

ふくろ網による採捕と並行して、魚道を横断するように設置した観察用足場から、最上流部の隔壁上を通過する魚類の目視観察を実施した。観察は 8:00 から 16:00 の毎偶数正時・毎偶数正時 20 分・毎偶数正時 40 分からそれぞれ 10 分間実施し、種別個体数を遡上降下別に計数した。目視は魚道を左右に二分し

て、2 名で観察した。また、観察者の影響を排除するため、各々の配置は 10 分間の観察ごとに無作為に選択した。

更にカニ類の遡上実態を把握するため、18:00 から 22:00 の毎正時・毎正時 20 分・毎正時 40 分からそれぞれ 10 分間、魚道に設置されているカニ類遡上用網において、夜間遡上降下するカニ類を観察・計数した。

網設置時間と、目視観察時間帯との関係を図 2.3.3 に示す。

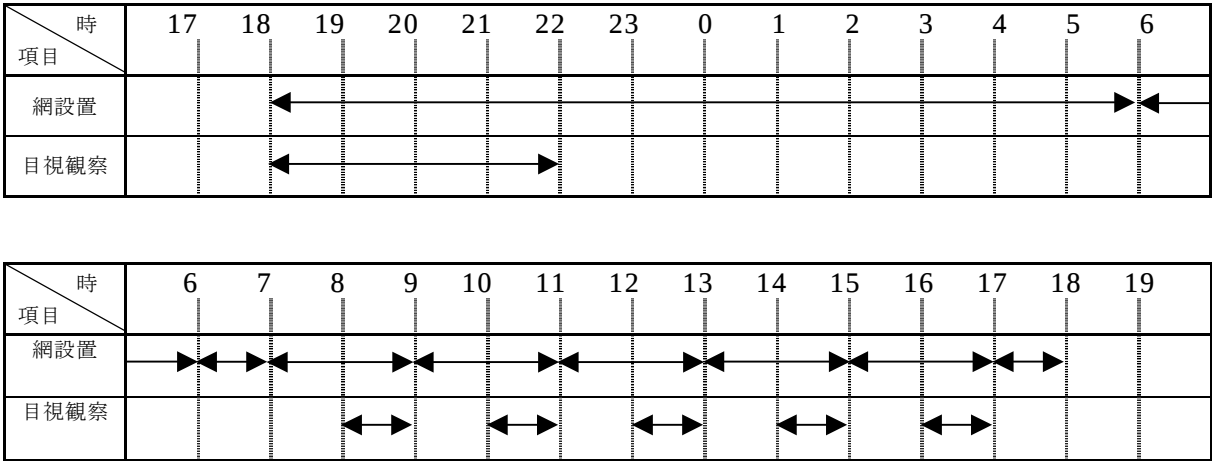


図 2.3.3 魚道上流における網設置時間と目視観察時間帯との関係



右岸魚道上流における採捕状況

2.3.3 魚道下流

魚道下流では、魚道下流部における魚介類の遡上実態を把握するために、左右岸に設置されている魚道の下流側に、網目 $6\times 6\text{mm}$ (但し、魚採部は $3\times 3\text{mm}$) のふくろ網を設置して 24 時間採捕を行った。ふくろ網は魚道を横断する作業用足場から垂下させた鋼管を利用して設置した。ふくろ網の設置状況と、用いたふくろ網の平面図を、左岸魚道を例として図 2.3.4 に示す。

ふくろ網は 24 時間設置し、調査 1 日目の 18:00 までの毎偶数正時と、調査 2 日目の 6:00 および 8:00 に網上げを行い、定点上流と同じ測定、計測を実施した。

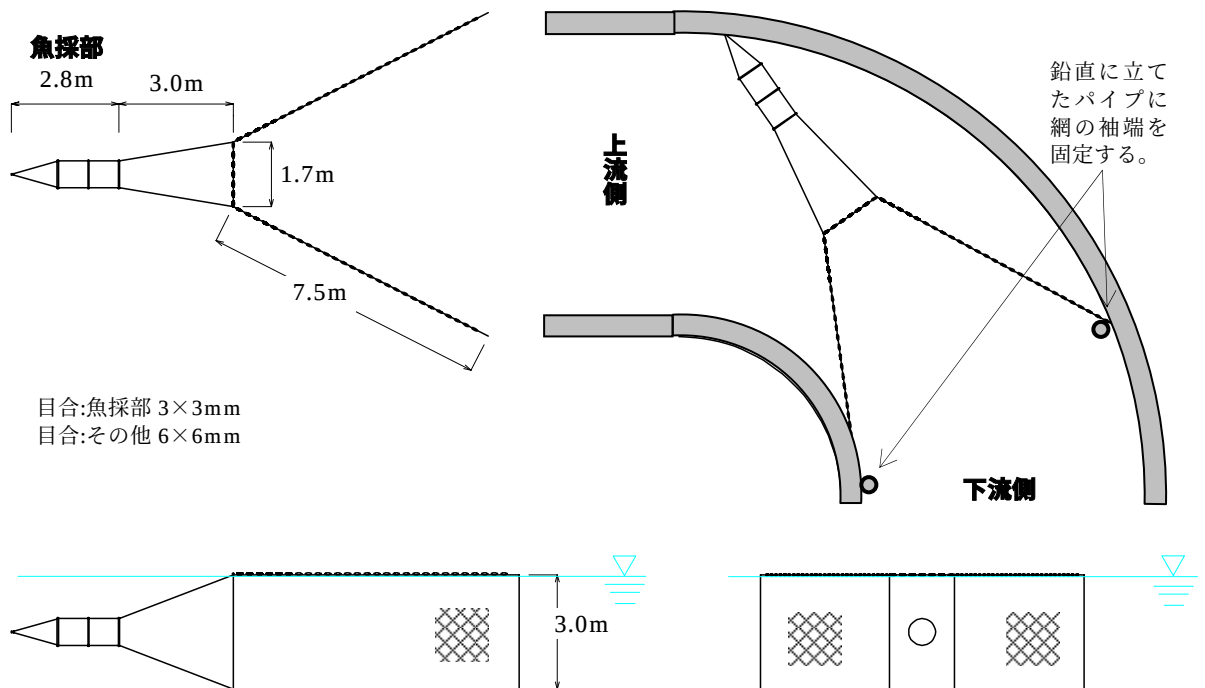


図 2.3.4 魚道下流で使したふくろ網と設置方法

2.3.4 定点下流

定点下流では、利根川河口堰下流部における魚類の遡上実態を把握するために、堰下流側の左右岸に、定点下流と同じ定置網を設置し、24 時間採捕を行った。定置網は、河口堰から下流 250m の左右両岸に設置された距離標に片袖を固定し、下流側に開口部を向けて設置した。沖側の袖には長さ 20m、網目 15×15mm の垣網を連結して延長し、本川を遡上する魚類を定置網内に誘導するようにした。定置網は 8:00 に設置し、当日 18:00 までの毎偶数正時と、翌日 6:00 から 8:00 までの毎偶数正時に網上げを行い、定点上流と同じ測定、計測を実施した。

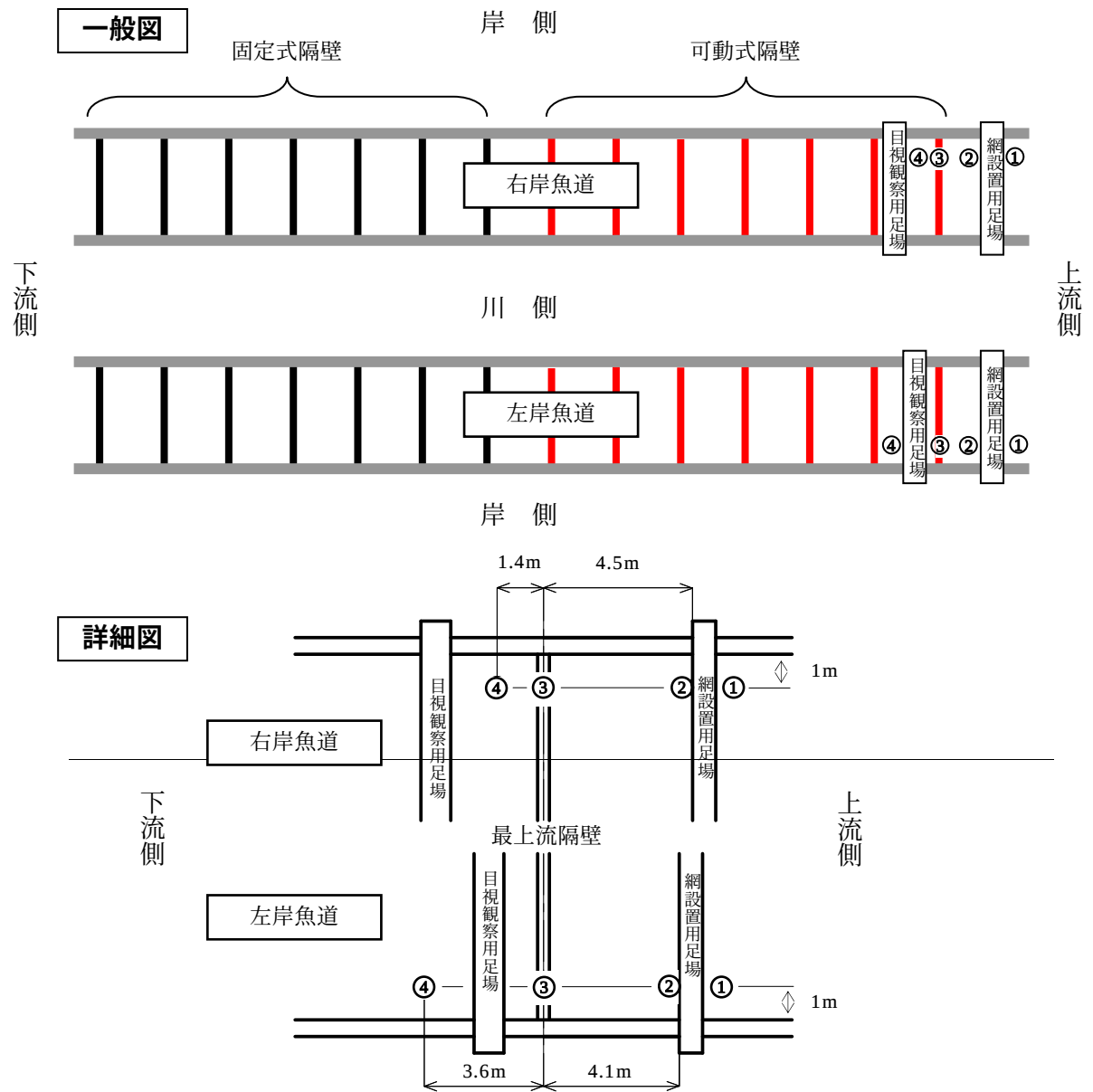


定置網内容物の回収

2.3.5 環境要因測定

魚類採捕と並行して、図 2.3.5 の位置で、下記の環境要因を毎正時に測定し、解析の参考に供した。

- 魚道外環境要因
 - ・ 天候、雲量、気温、気圧、照度
気圧は左岸でのみ測定し、その他は左右岸で測定した。
- 魚道内環境要因
 - ・ 水質(pH、電気伝導度、濁度、DO、水温、透視度)
いずれも網設置用足場と最上流隔壁の間(図 2.3.5)において、水質測定機器(堀場製作所 U-21)によって測定した。
 - ・ 魚道内の流向と出現隔壁数
魚道内において目視で測定し、出現隔壁数については固定式隔壁と可動式隔壁を分けて記録した。
 - ・ 最上流隔壁越流部と魚道内の流速
図 2.3.4 に示す位置(岸から約 1m)において、水深の中央(隔壁越流部)または 20cm 深(網設置地点および魚道内)における流速を、小型のプロペラ式流速計(三浦理化産業 CR-7)によって測定した。
 - ・ 網設置地点の流向流速
定点上流と定点下流での網設置地点の流向流速は、垣網の先端(標識ブイ付近)において、1m 深における流向流速を、電磁流向流速計(アレック電子 COMPACT-EM)によって測定した。
定点上流と定点下流での網設置地点の流速は、最上流隔壁越流部と魚道内の流速と同様、小型のプロペラ式流速計(三浦理化産業 CR-7)によって測定した。流向は魚道内の流向とした。
 - ・ 最上流隔壁越流部の水深
図 2.3.5 に示す位置において、スタッフによって測定した。
- その他の要因
以上に加えて、以下の項目を利根川河口堰の堰操作記録と管理日報、および常陸川水門操作月報から取得した。
 - ・ ー1km、18km および 19km 地点の水位
 - ・ 利根川河口堰および常陸川水門の操作状況



- ① : 網設置地点流速
- ② : 水質
- ③ : 隔壁越流部流速および水深
- ④ : 魚道内流速

図 2.3.5 両岸魚道における環境測定位置

2.4 結果

2.4.1 採捕調査

5 回の魚道上下流調査において、魚類 416,757 個体とエビ・カニ類 1,008 個体が採集され、魚類は 8 目 20 科 51 種が、エビ・カニ類は 1 目 3 科 4 種が確認された。各回における確認状況の概要を表 2.4.1 に、各月各調査位置での種類別確認個体数を付表 1～4 に示す。

表 2.4.1 採捕調査における確認状況の概要

月	項 目	定点上流	魚道上流	魚道下流	定点下流
4 月	魚 類	4 目 9 科 21 種 6,375 個体	6 目 12 科 24 種 78,652 個体	8 目 15 科 25 種 19,076 個体	8 目 13 科 27 種 17,921 個体
	エビ・カニ類	1 目 1 科 2 種 54 個体	1 目 1 科 2 種 8 個体	1 目 2 科 3 種 33 個体	1 目 3 科 4 種 181 個体
5 月	魚 類	5 目 10 科 22 種 4,073 個体	6 目 13 科 30 種 28,801 個体	6 目 11 科 21 種 7,235 個体	5 目 9 科 15 種 776 個体
	エビ・カニ類	1 目 2 科 3 種 38 個体	1 目 1 科 2 種 78 個体	1 目 2 科 2 種 13 個体	1 目 2 科 3 種 22 個体
6 月	魚 類	6 目 10 科 24 種 2,413 個体	5 目 10 科 24 種 2,224 個体	5 目 10 科 21 種 17,640 個体	4 目 9 科 18 種* 4,880 個体*
	エビ・カニ類	1 目 2 科 2 種 41 個体	1 目 1 科 2 種 15 個体	1 目 1 科 2 種 16 個体	1 目 2 科 2 種* 8 個体*
11 月	魚 類	5 目 11 科 25 種 163 個体	6 目 13 科 24 種 1,103 個体	8 目 11 科 29 種 986 個体	3 目 8 科 20 種 476 個体
	エビ・カニ類	1 目 1 科 2 種 64 個体	1 目 1 科 2 種 23 個体	1 目 1 科 2 種 10 個体	1 目 2 科 2 種 36 個体
3 月	魚 類	3 目 7 科 13 種 6,673 個体	4 目 8 科 19 種 87,067 個体	4 目 8 科 13 種 123,872 個体	4 目 7 科 15 種 6,396 個体
	エビ・カニ類	1 目 2 科 3 種 202 個体	1 目 2 科 2 種 17 個体	1 目 2 科 2 種 28 個体	1 目 2 科 2 種 44 個体

6 月の定点下流調査は荒天のため、8:00～18:00 の採捕とした。

2.4.2 目視調査

5 回の魚道上下流調査(魚道上流)において、昼間(6:00～18:00)に魚類 41,323 個体の遡上と 17,970 個体の降下が目視され、遡上魚では 5 目 9 科 18 種が、降下魚では 5 目 8 科 16 種が確認された。各回における魚類の確認種類数と個体数の推移を表 2.4.2 に示す。

昼間(6:00～18:00)におけるエビ・カニ類の遡上降下は、それぞれ 3 個体が目視されたのみであった。確認されたのはいずれもモクズガニであった。魚類と

エビ・カニ類の種類別確認個体数を、その他の目視調査結果と併せて付表 5 に示す。

表 2.4.2 目視調査(昼間)における魚類の確認種類数と個体数

月	遡上	降下
4 月	4 目 6 科 10 種 35,329 個体	4 目 6 科 10 種 13,062 個体
5 月	3 目 3 科 6 種 1,691 個体	3 目 3 科 6 種 767 個体
6 月	4 目 4 科 9 種 444 個体	4 目 4 科 7 種 104 個体
11 月	4 目 5 科 9 種 3,835 個体	3 目 4 科 8 種 3,884 個体
3 月	3 目 3 科 6 種 24 個体	3 目 3 科 6 種 153 個体

夜間(18:00～22:00)には、エビ・カニ類 337 個体の遡上と 45 個体の降下が目視され、遡上では 1 目 3 科 4 種が、降下では 1 目 2 科 2 種が確認された。各回におけるエビ・カニ類の確認種類数と個体数の推移を表 2.4.3 に示す。

表 2.4.3 目視調査(夜間)におけるエビ・カニ類の確認種類数と個体数

月	遡上	降下
4 月	1 目 1 科 1 種 42 個体	1 目 1 科 1 種 9 個体
5 月	1 目 2 科 2 種 129 個体	1 目 1 科 1 種 19 個体
6 月	1 目 4 科 4 種 70 個体	1 目 1 科 1 種 9 個体
11 月	1 目 2 科 2 種 7 個体	1 目 1 科 1 種 3 個体
3 月	1 目 1 科 1 種 89 個体	1 目 1 科 1 種 5 個体

2.4.3 調査時の水位変動と堰操作状況

調査時間内における利根川の－1km(河口)、18km(堰下流)、19km(堰上流)での水位、堰の通過流量と開閉状況および各点での流速を付図 1～5 にとりまとめた。

調査中の堰操作タイプは、第 2 回調査の定点上流で操作 1 であったことを除くと、全て操作 3 であった。操作 3 での使用水門数は、第 1～4 回調査では 3 門(まれに 2 門)、第 5 回調査では 4 門であった。水位や各点での流向流速において、特に例年と変わった事象は認められなかった。

2.5 考察

平成 18 年 3 月の調査は、平成 18 年 4～6 月の調査と連続しているが、平成 19 年 3 月の調査は、それ以外の調査とは連続していない。そこで、考察にあたっては、3 月の結果として、平成 18 年 3 月の結果を用い、平成 18 年における遡上動向を考察した。

2.5.1 魚類優占種の動向

河口堰周辺での魚類相の特徴を明らかにするために、各月各調査位置での魚類の優占種^{注 1}を検討した(表 2.5.1)。

表 2.5.1 各月各調査位置での優占種

月	定点上流		魚道上流		魚道下流		定点下流	
	種名	割合	種名	割合	種名	割合	種名	割合
3 月	ボラ科(稚魚)	0.94	ボラ科(稚魚)	0.93	ワカサギ	0.83	ボラ科(稚魚)	0.86
4 月	ヌマチチブ	0.82	ボラ科(稚魚)	0.93	ボラ科(稚魚) アユ	0.73 0.11	ヌマチチブ	0.84
5 月	ヌマチチブ	0.89	ボラ科(稚魚)	0.87	ボラ科(稚魚) ウキゴリ属	0.71 0.11	ヌマチチブ ウキゴリ属 アシシロハゼ	0.53 0.16 0.12
6 月	ウキゴリ属	0.90	ボラ科(稚魚) アユ オイカワ	0.47 0.18 0.15	ウキゴリ属	0.97	ウキゴリ属	0.95
11 月	ギンブナ ブルーギル スゴモロコ属 ボウズハゼ ニゴイ ゲンゴロウブナ オイカワ モツゴ	0.36 0.15 0.10 0.07 0.06 0.03 0.03 0.03	ボラ科(稚魚) ワカサギ オイカワ サケ シラウオ ウグイ属 ハス ブルーギル	0.25 0.15 0.15 0.06 0.06 0.05 0.05 0.04	ボラ科(稚魚) シラウオ オイカワ ワカサギ	0.41 0.24 0.10 0.09	ニゴイ オイカワ ブルーギル スゴモロコ属	0.63 0.07 0.06 0.05

各月各調査位置において第 1 優占種となったのは、ボラ科稚魚(20 例中 10 例)、ヌマチチブ(4 例)、ウキゴリ属(3 例)、ギンブナ・ニゴイ・ワカサギ(各 1 例)の 6 種類であった。優占種となった種類数は、3～6 月では 1～3 種類であったのに対し、11 月には 4～8 種類となり、秋季に優占種が増加して魚類相が複雑化する傾向があり、その傾向は堰上流側で著しいことが示された。

注 1:優占種は、採捕個体数が多い順に、確認個体数の 80%を越えるまでの種類とした。

2.5.2 魚類種類数の推移

利根川河口堰が魚類の遡上に障壁になっているかどうかを検討するために、各調査位置における魚類の生活型別の確認種類数^注を検討した(図 2.5.2)。

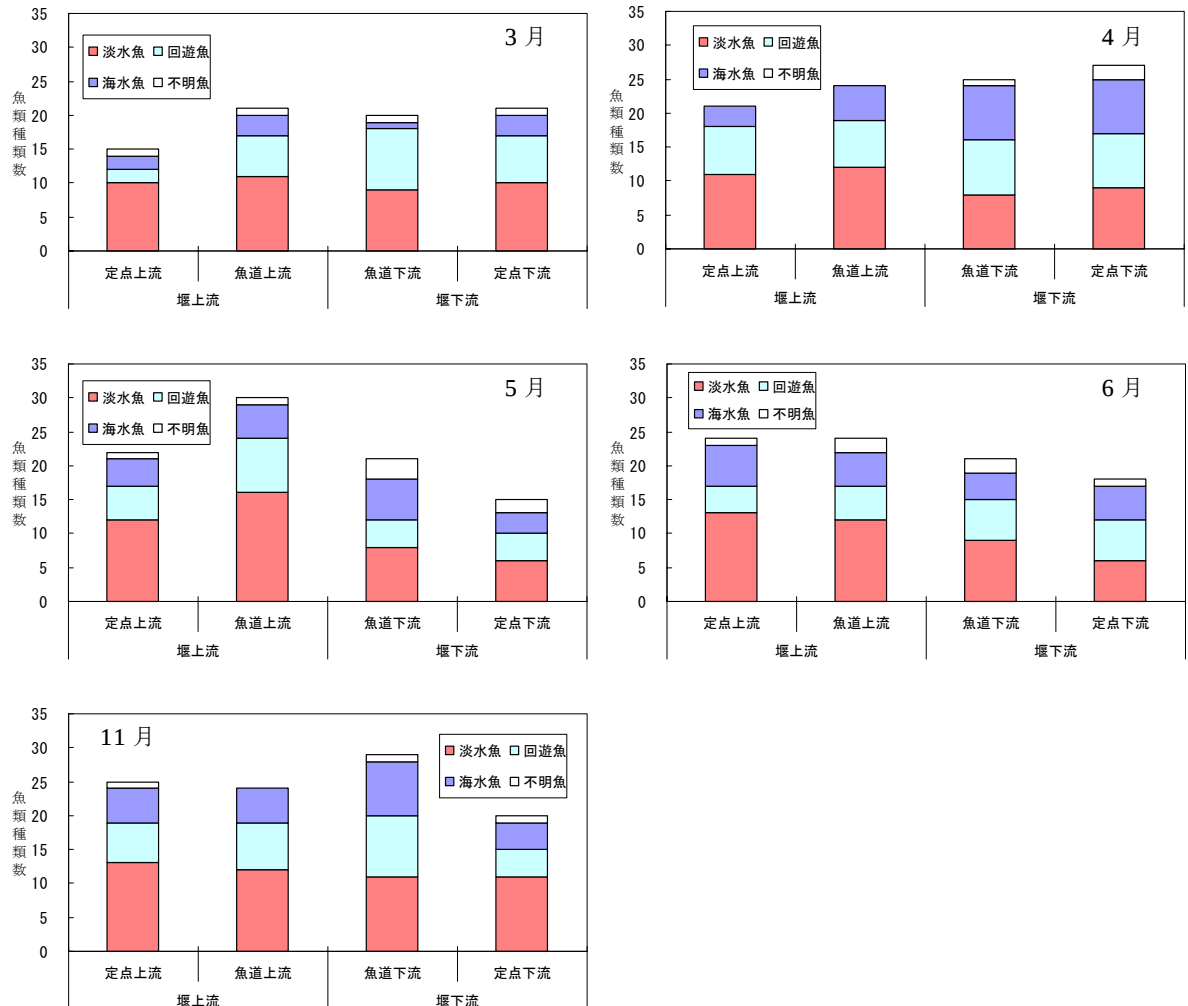


図 2.5.2 生活型別魚類確認種類数の月別推移

確認種類数は平均 22.4 種で、採集位置や採集時期による一貫した傾向は認められなかった。生活型別には淡水魚が最も多く、平均して 10.5 種が確認された。淡水魚は堰上流側(定点上流、魚道上流)では平均 12.2 種が確認され、堰下流側(平均 8.7 種)と比較すると多かった(ANOVA: $p < 0.01$)。回遊魚や海水魚では、採集位置や採集時期による確認種類数の差異は小さかった($p > 0.05$)。

注: 平成 18 年 6 月の定点下流調査は、18:00~8:00 の採集が欠けているが、確認種類数への影響は小さいと考えられるので、そのまま解析を行った。

堰が遡上を阻害しているのであれば、淡水魚は堰の上下で差がなく、回遊魚と海水魚は堰下流での種類数が多くなるものと考えられるが、結果はその予想と異なり、淡水魚では堰上流側が多く、回遊魚と海水魚では堰上下で差が認められなかった。よって、利根川河口堰は、確認種類数からみる限り、魚類の遡上には大きな障壁にはなっていないものと判断される。

2.5.3 魚類個体数の推移^{注1}

利根川河口堰が魚類の遡上に障壁になっているかどうかを検討するために、各調査位置における魚類の生活型別の確認個体数^{注2}を検討した(図 2.5.3)。

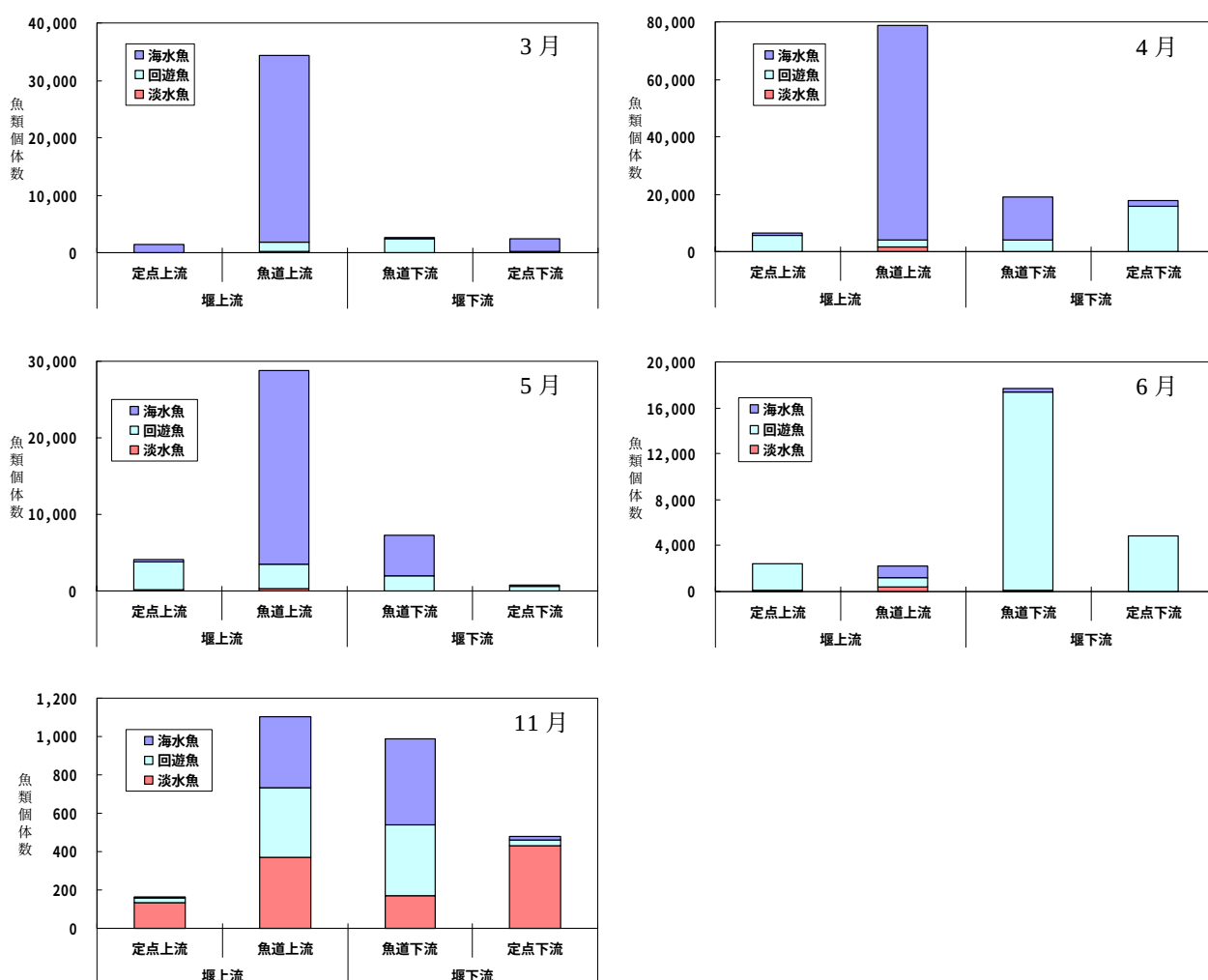


図 2.5.3 生活型別魚類確認個体数の月別推移

注 1:平成 18 年 6 月の定点下流調査は、18:00～8:00 の採集が欠けているので、欠測として分散分析を行った。ただし、図 3.2.1 については、欠測を含むデータをそのまま図化した。

注 2:2 つ以上の生活型が含まれる分類群については、本調査で優占するものの生活型を優先することとして、ウグイ属、ウキゴリ属、ヨシノボリ属は回遊魚として扱った

確認個体数は、本川に定置網を設置した定点上下流では平均 4,000 個体、魚道全断面にふくろ網を設置した魚道上下流では平均 19,267 個体であったが、堰上下の違いや採集時期による一貫した傾向は認められなかった(ANOVA: $p > 0.05$)。

生活型別には、定点上下流では回遊魚が(平均 3,090 個体、)、魚道上下流では海水魚(平均 15,505 個体)が最も多かった。しかし、いずれの生活型においても、堰上下の違いや採集時期による確認個体数の差異は認められなかった($p > 0.05$)。

堰が遡上を阻害しているのであれば、淡水魚は堰上流側で、回遊魚と海水魚は堰下流で個体数が多くなるものと考えられるが、結果はその予想と異なり、いずれの生活型においても差が認められなかった。よって、利根川河口堰は、確認個体数からみる限り、魚類の遡上には大きな障壁にはなっていないものと判断される。

2.5.4 各月各調査位置間での魚類組成の類似性

利根川河口堰が魚類の遡上に障壁になっているかどうかを検討するために、各月各調査位置間の類似性を検討した。類似度として共通係数^{注1}を用いたデンドログラム^{注2}を図 2.5.4 に示す。

確認されたかどうかにのみ着目したこのデンドログラムでは、5 月の定点下流が他のいずれとも離れた種組成であることと、その他は採集位置にかかわらず、3 月(A)、4～5 月(B)、6 月(C)、11 月(D)の 4 つに纏まることが明らかとなった。

堰が遡上を阻害しているのであれば、調査時期での組成の差よりも、調査位置間での組成の差の方が大きくなると考えられるが、全体的にみると、調査位置間での組成の差よりも、調査時期での組成の差の方が大きいと結論される。よって、或る種類が出現する否かによって評価する限り、魚類にとって利根川河口堰は大きな障壁ではないものと判断される。

注 1: A 群での確認種類数を a、B 群での確認種類数を b、A・B 両群の共通種類数を c とした場合、共通係数は $c/(a+b-c)$ で計算される。尚、平成 18 年 6 月の定点下流調査は、18:00～8:00 の採集が欠けているが、確認種類数への影響は小さいと考えられるので、そのまま解析を行った。

注 2: デンドログラム作成(クラスター分析)の際の分析法には、群平均法を用いた。

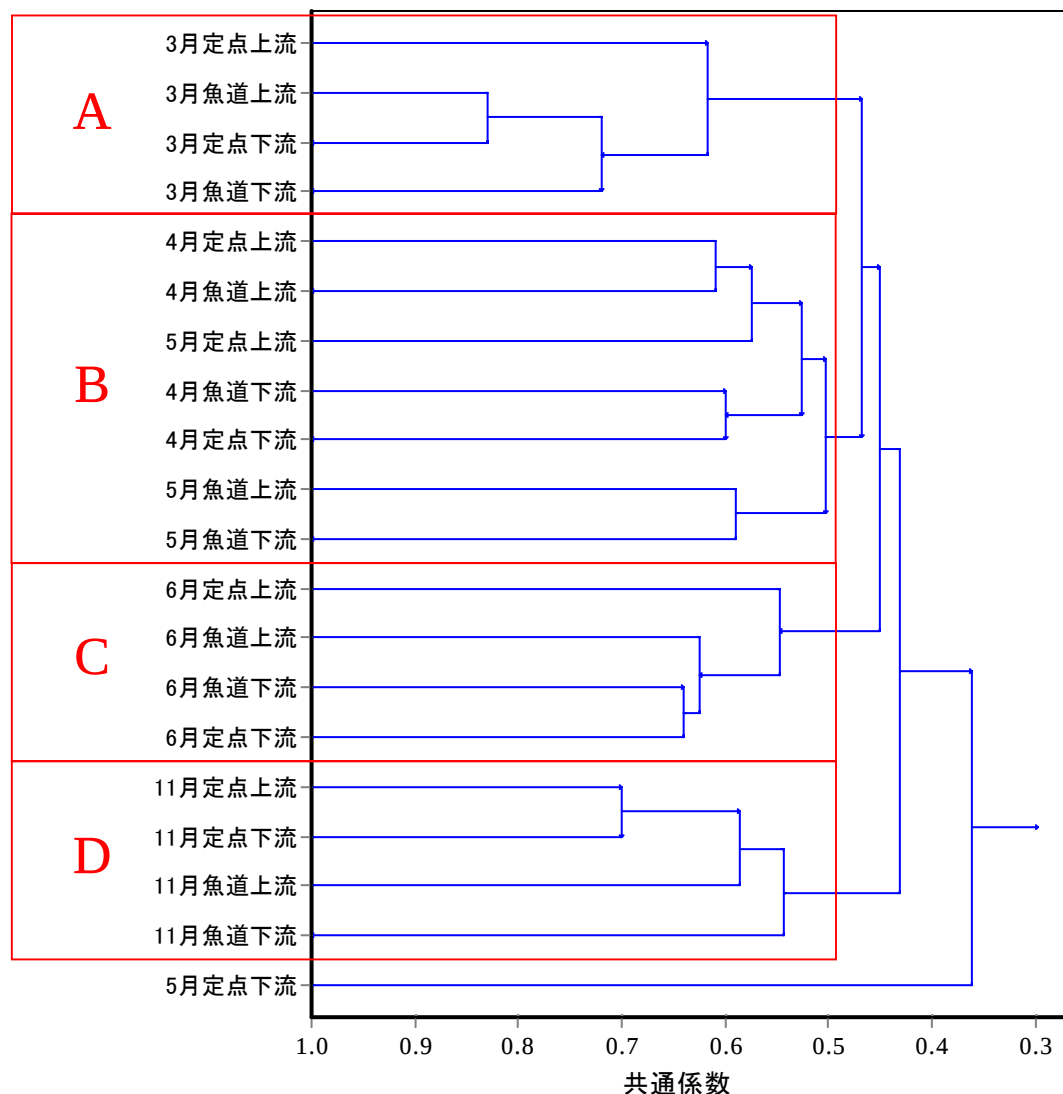


図 2.5.4 各月各調査位置間の類似性(1)

更に、類似度として Morisita の重複度指数($C\lambda$)^{注1}を用いたデンドログラム^{注2}を図 2.5.5 に示す。

確認されたかどうかに加えて、種構成割合にも着目したこのデンドログラムでは、大半が含まれる A、4・5 月の定点上下流で構成される B、6 月で構成される C の 3 つに纏まり、その他にいずれと類似していない 3 採集区分があることが明らかとなった。

注 1: A 群および B 群の標本総数を N_a, N_b 、A 群および B 群における種 i の個体数を n_{ai}, n_{bi} とした場合、Morisita の重複度指数は $[2 \sum (n_{ai} + n_{bi})] / [(\lambda a + \lambda b) \cdot N_a \cdot N_b]$ で計算される(ただし、 $\lambda a = \sum n_{ai}(n_{ai}-1) / [N_a(N_a-1)]$ 、 $\lambda b = \sum n_{bi}(n_{bi}-1) / [N_b(N_b-1)]$)。尚、平成 18 年 6 月の定点下流調査は、18:00~8:00 の採集が欠けており、種構成割合への影響は大きいと考えられるので、除外して解析を行った。

注 2: デンドログラム作成(クラスター分析)の際の分析法には、先と同様、群平均法を用いた。

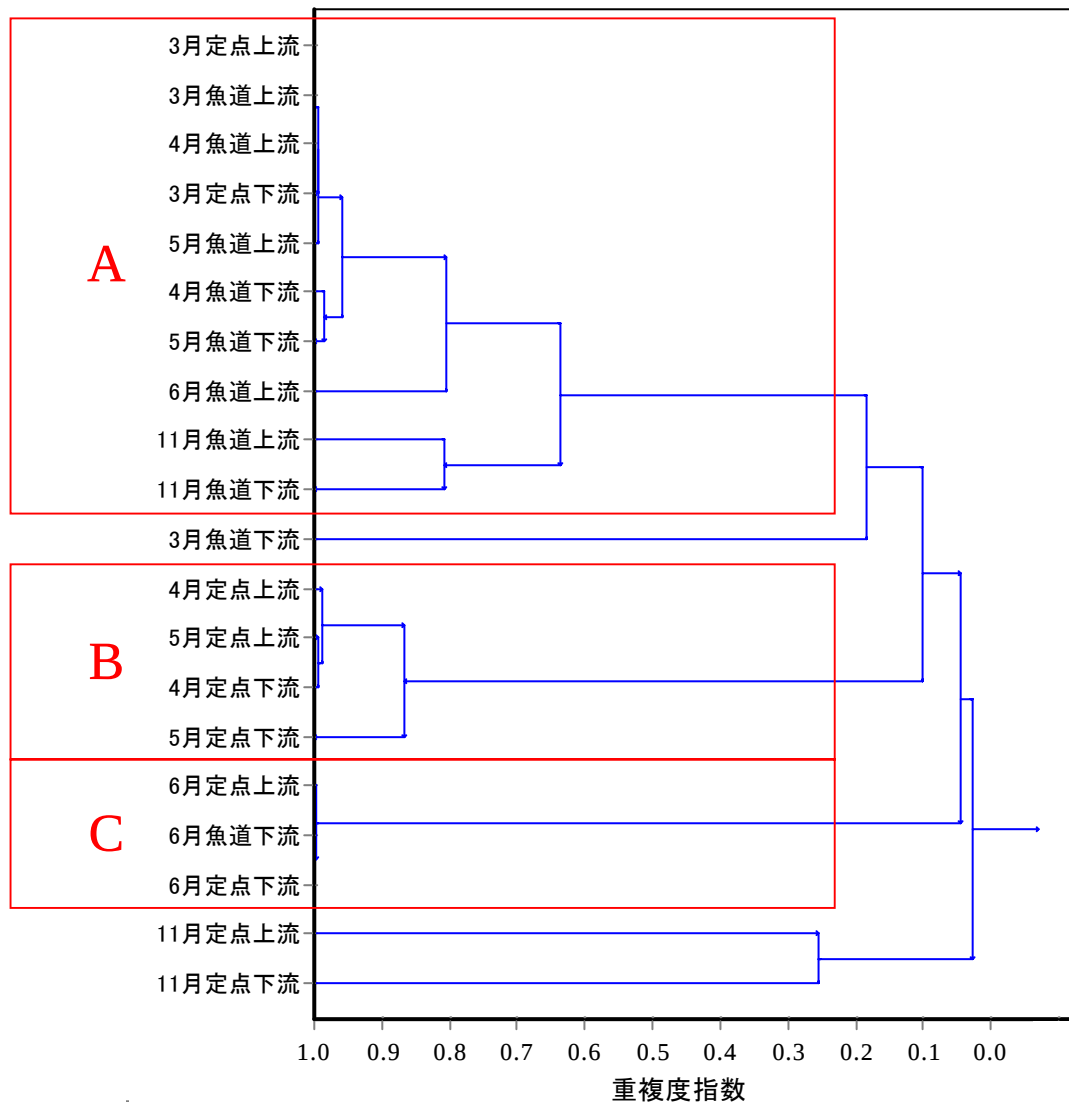


図 2.5.5 各月各調査位置間の類似性(2)

既述した通り、堰が遡上を阻害しているのであれば、調査時期での組成の差よりも、調査位置間での組成の差の方が大きくなると考えられるが、種構成割合を加味しても、調査位置間での組成の差よりも、調査時期での組成の差の方が大きいと結論される。よって、魚類にとって利根川河口堰は大きな障壁ではなく、魚道は有効に作用しているものと判断される。

2.5.5 魚類優占種の体長組成

魚類の遡上に、河口堰の魚道が障害となっているかどうかを検討するために、優占3種について、体長分布を検討した。

(1) ボラ科稚魚

平成18年3～5月におけるボラ科稚魚の、魚道上下での体長組成を図2.5.5に示す。平成18年6月の体長組成は34mmを超える部分が、11月のそれは25mm以下の部分がそれぞれ卓越し、3～5月と比較して差異が認められたので、除外して解析を行った。

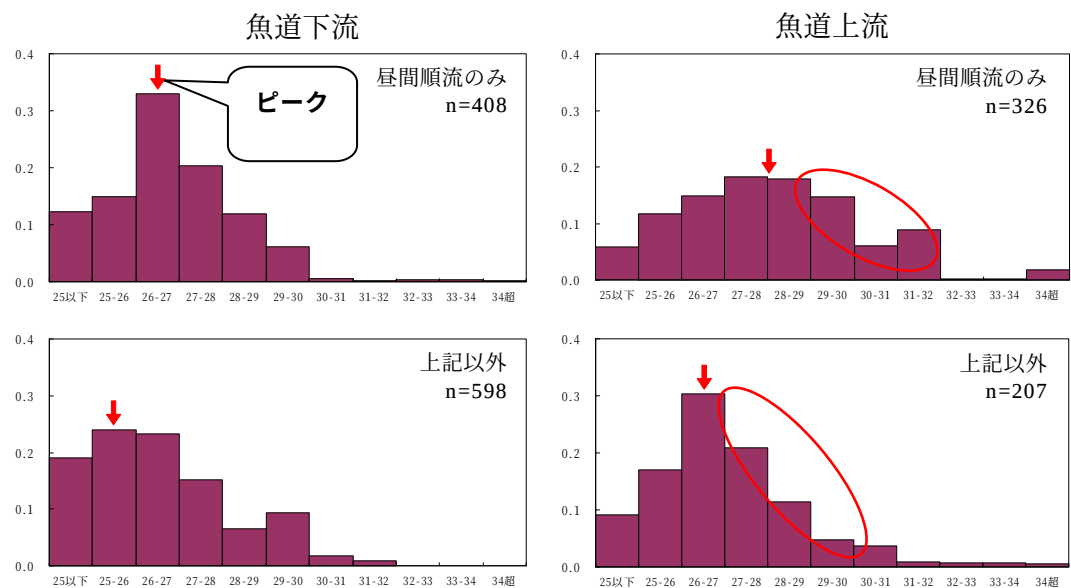


図 2.5.5 魚道上下におけるボラ科稚魚の体長分布(平成18年3～5月)

魚道上流部における昼間順流時の採捕個体を除くと、体長分布は25～27mmにピークがあったが、魚道上流部の昼間順流時には27～29mmと、やや大きいところにピークがあった。また、魚道上流部の昼間順流時には、体長のピークよりも大きい個体の割合が、その他の場合に比べて、やや多くなっていた。このことは、ボラ科稚魚は、魚道上流部の昼間順流時には、やや大型のものが魚道を選択的に遡上し、小型のものが遡上し難いことを意味している。

(2)ウキゴリ属

ウキゴリ属魚類が確認された 5、6 月における、魚道上下での体長組成を図 2.5.6 に示す。

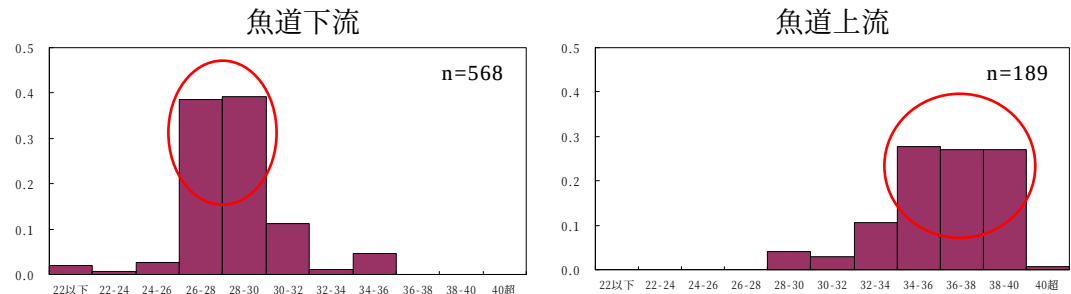


図 2.5.6 魚道上下におけるウキゴリ属魚類の体長分布(平成 18 年 5、6 月)

魚道下流部での体長分布は 26～30mm に集中していたが、魚道上流部でのそれは 34～40mm と、約 10mm 大きいところに集中していた。このことは、このことは、小型のウキゴリ属魚類は、大型のものに比べて魚道を遡上し難いことを意味している。

(3)ヌマチチブ

平成 18 年 4～6 月におけるヌマチチブの、魚道上下での体長組成を図 2.5.7 に示す。平成 18 年 3 月の採集個体数は、魚道上下流を合計して 4 個体、11 月のそれは 7 個体と少数であったので、除外して解析を行った。

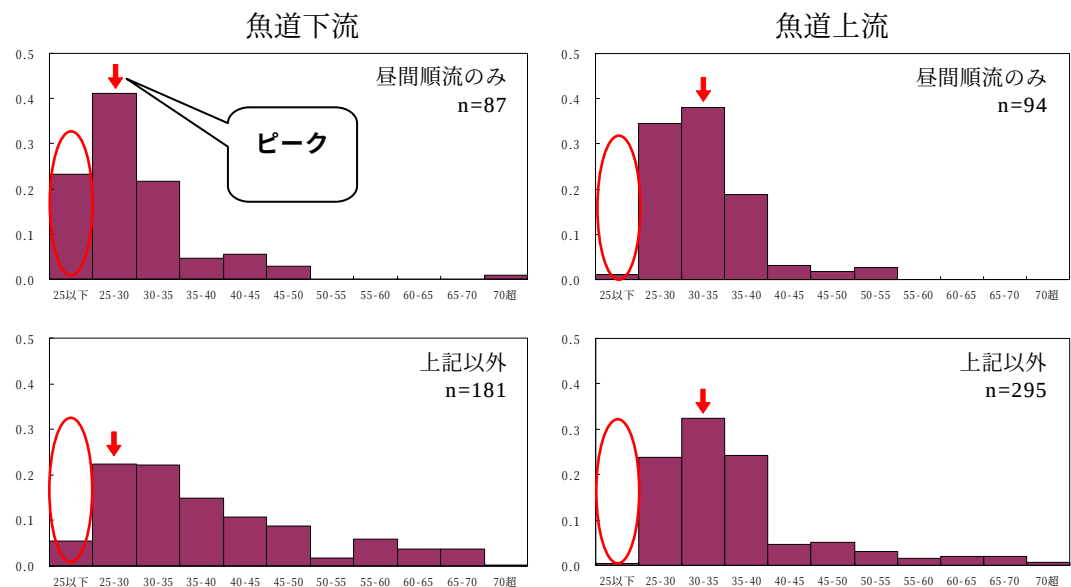


図 2.5.7 魚道上下におけるヌマチチブの体長分布(平成 18 年 4～6 月)

魚道下流部での体長分布は、魚道内の流向に関わらず 25～30mm にピークがあったが、魚道上流部では 30～35mm と、約 5mm 大きいところにピークがあった。また、魚道上流部での体長 15mm 以下の小型個体の割合は、魚道下流部に比べると少なかった。また、この傾向は、昼間の順流時に顕著であった。これらのことは、ヌマチチブの小型個体は、大型のものに比べて魚道を遡上し難いことを意味している。

2.5.6 モクズガニの遡上状況

(1)平成 18 年の状況

5 回の調査で、329 個体の遡上と 45 個体の降下が確認された。4、5、6、11 月に実施した 4 回の調査では、既往調査と同様に、遡上降下とも、9 割以上が右岸で確認された(それぞれ 231 個体および 35 個体)。これは、左岸魚道の深さが深いため、網と魚道壁面の間を遡上するモクズガニが確認できなかったことによるものと考えられる。平成 17 年(昨年)と 18 年(今年)の、右岸魚道でのモクズガニの遡上および降下個体数の推移を図 2.5.8 に示す。

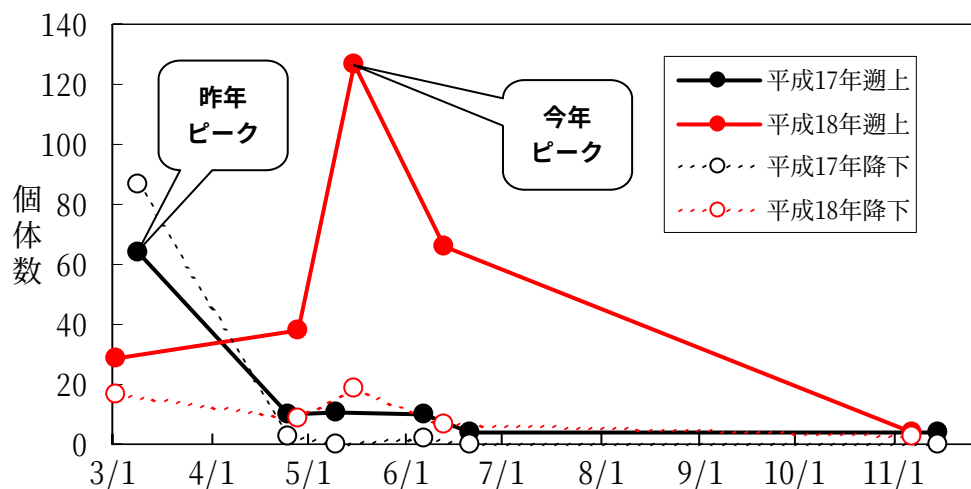


図 2.5.8 平成 18 年夜間(18:00～22:00)におけるモクズガニ遡上降下個体数の推移

平成 17 年の遡上ピークは 3 月であったが、平成 18 年はそれより遅れて 5 月に遡上ピークがあったと考えられる。また、平成 17 年 3 月を除くすべての調査で、遡上個体数が降下個体数を上回っており、この時期のモクズガニは、主に魚道を遡上しているものと判断される。

(2)平成 19 年 3 月の状況

平成 19 年 3 月の調査ではこれまでと異なり、89 個体中 87 個体のモクズガニが左岸で目視された。左岸で確認されたモクズガニの殆んどは、水面上の魚道

壁面を歩行して目視されたものであった。調査前日に実施された定点上流調査における採捕個体数には、右岸 5 個体、左岸 141 個体(付表 1 参照)と著しい偏りが認められた。これらから、3 月調査時には、モクズガニは左岸を多数遡上しており、通常は利用しない水面上の魚道壁面をも利用して遡上したため、左岸で多数目視されるという、既往調査と異なった結果が得られたものと考えられる。



第 5 回調査の定点上流左岸で入網したモクズガニ

3. 稚アユ遡上調査 I、II

3. 稚アユ遡上調査Ⅰ、Ⅱ

3.1 調査目的

本調査では、稚アユの遡上実態を把握するために、採捕+目視調査(稚アユ遡上調査Ⅰ)を3回、目視調査(稚アユ遡上調査Ⅱ)を5回実施し、遡上個体数の変動や目視調査での目視率を検討した。

3.2 調査日時

稚アユ遡上調査ⅠとⅡの調査日および調査時間をそれぞれ、表3.2.1と表3.2.2に示す。

表 3.2.1 稚アユ遡上調査Ⅰの実施日時

調査回	調査日	調査時間	月 齢	潮 汐	調査対象
第1回	4月21日	6:00～18:00	22.7	小 潮	魚介類
第2回	6月2日	6:00～18:00	5.9	大 潮	
第3回	3月19日	6:00～18:00	0.0	大 潮	

表 3.2.2 稚アユ遡上調査Ⅱの実施日時

調査回	調査日	調査時間	月 齢	潮 汐	調査対象
第1回	4月7日	6:00～18:00	8.7	長 潮	魚介類
第2回	4月14日	6:00～18:00	15.7	大 潮	
第3回	5月12日	6:00～18:00	14.3	大 潮	
第4回	5月29日	6:00～18:00	1.9	大 潮	
第5回	6月9日	6:00～18:00	12.9	大 潮	

3.3 調査方法

3.3.1 採捕調査

採捕調査は、稚アユ遡上調査Ⅰでのみ実施した。

採捕は、左右岸魚道の上流側に、魚道上下流調査において魚道上流で用いた、網目 $5 \times 5\text{mm}$ (但し誘導部は $9 \times 9\text{mm}$) のふくろ網を設置して行った。ふくろ網は魚道の「角落とし」の片方を利用して設置した。もう一方の「角落とし」は網目 $5 \times 5\text{mm}$ のもじ網で仕切って、遡上魚をふくろ網に誘導した。ふくろ網の設置状況と、用いたふくろ網の平面図を、左岸魚道を例として図 3.3.1 に示す。

ふくろ網は、6:00 に設置し、7:00～17:00 までの毎奇数正時および 18:00 に網上げを行い、魚道を遡上する魚類等の種及び種別の個体数と湿重量を計数、計測し、更に 20 個体を上限に全長、体長を計測した。

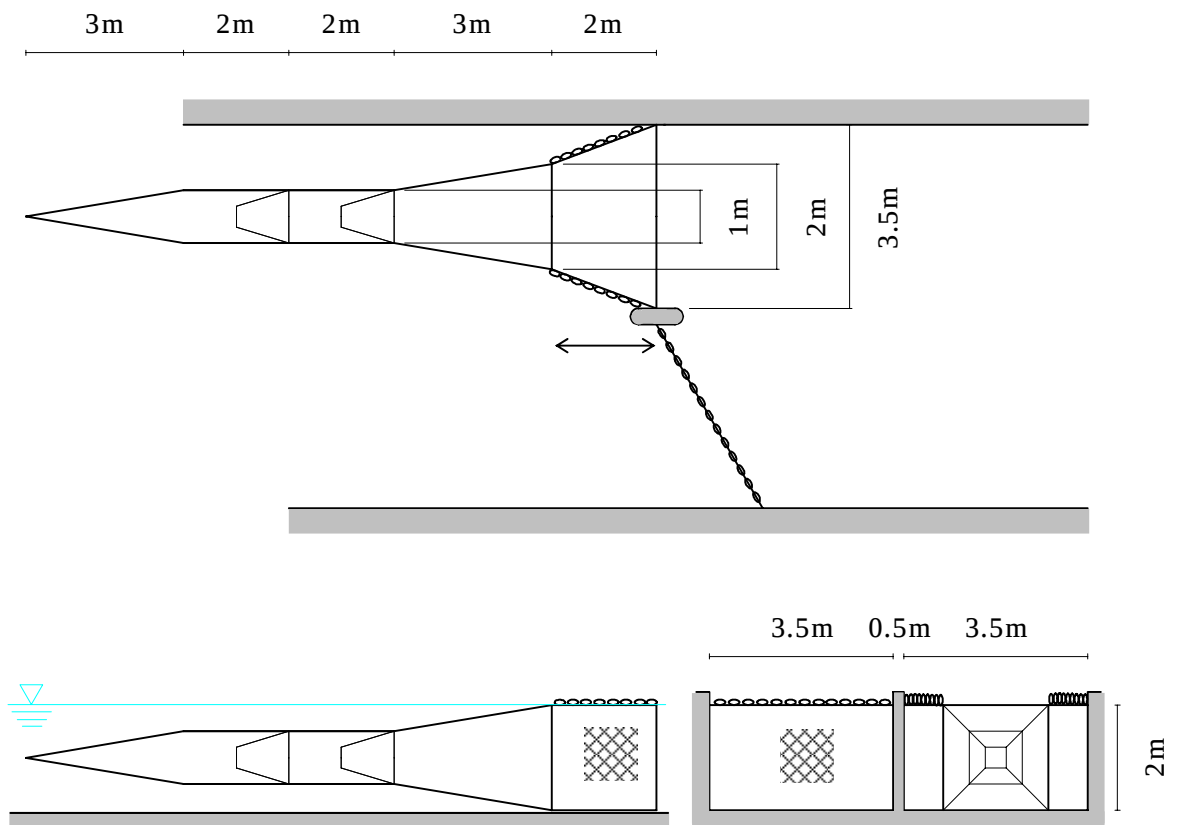


図 3.3.1 稚アユ遡上調査Ⅰで使したふくろ網と設置方法

3.3.2 目視調査

目視調査は、稚アユ遡上調査ⅠとⅡの双方で実施した。

魚道を横断するように設置した観察用足場から、最上流部の隔壁上を通過する魚類を目視で観察した。稚アユ遡上調査Ⅰでは、6:00 から 16:00 までの毎偶数正時・毎偶数正時 20 分・毎偶数正時 40 分からそれぞれ 10 分間の観察を実施した。稚アユ遡上調査Ⅱでは、6:00 から 17:00 までの毎正時・毎正時 20 分・毎偶数正時 40 分からそれぞれ 10 分間の観察を実施した。観察は魚道を左右に二分して、各々を 1 名で目視して、種別個体数を遡上降下別に計数した。また、観察者の影響を排除するため、各々の配置は 10 分間の観察ごとに無作為に選択した。

稚アユ遡上調査ⅠとⅡにおける、網設置時間と目視観察時間帯の関係を図 3.3.2～3 に示す。

時 項目	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
網設置	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→	
目視観察	←→		←→		←→		←→		←→		←→			

図 3.3.2 稚アユ遡上調査Ⅰにおける調査時間帯

時 項目	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
目視観察	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→	

図 3.3.3 稚アユ遡上調査Ⅱにおける調査時間帯

3.3.3 環境要因測定

採捕調査、目視調査と並行して、下記の環境要因を毎正時に測定し、解析の参考に供した。

- 魚道外環境要因
 - ・ 天候、雲量、気温、気圧、照度
- 魚道内環境要因
 - ・ 水質(pH、電気伝導度、濁度、DO、水温、透視度)
 - ・ 魚道内の流向と出現隔壁数
 - ・ 隔壁越流部と魚道内の流速
 - ・ 隔壁越流部の水深
 - ・ 網設置地点の流向流速

全て第 2 章に示した魚道上下流調査での魚道上流と同一位置において、同一方法で測定した(図 2.3.5)。

- その他の要因

以上に加えて、以下の項目を利根川河口堰の堰操作記録と管理日報、および常陸川水門操作月報から取得した。

- ・ ー1km、18km および 19km 地点の水位
- ・ 利根川河口堰および常陸川水門の操作状況



目視調査状況

3.4 結果

3.4.1 採捕調査

3 回の稚アユ遡上調査 I における採捕調査で、41,409 個体の魚類と 4 個体のエビ・カニ類が採捕され、魚類は 9 目 15 科 30 種、エビ・カニ類は 1 目 2 科 3 種が確認された。各回の確認種類数と個体数の推移を表 3.4.1 に、種類別確認個体数を付表 8 に示す。

第 1、2 回調査(平成 18 年実施)で採捕された魚類の 16.3%(2,092 個体)は、本調査で対象としたアユ稚魚であった。順位では 2 位を占め、1 位のボラ科稚魚(8,853 個体)と合わせると、全体の 85.2%を占めた。第 3 回調査(平成 19 年実施)では、アユ稚魚の占める割合は 6.0%(1,709 個体)に低下したが、順位では 2 位を占めていた。既往調査と同様、ボラ科稚魚は魚類の 92.7%(26,487 個体)を占めて最優占種となった。

表 3.4.1 採捕調査における確認種類数と個体数

調査日	魚類		エビ・カニ類	
平成 18 年 4 月 21 日	6 目 11 科 21 種	5,666 個体	1 目 1 科 1 種	1 個体
6 月 2 日	7 目 12 科 24 種	7,180 個体	1 目 1 科 2 種	2 個体
平成 19 年 3 月 19 日	4 目 7 科 11 種	28,563 個体	1 目 1 科 1 種	1 個体

3.4.2 目視調査

3 回の稚アユ遡上調査 I および 5 回の稚アユ遡上調査 II において、昼間(6:00～18:00)に魚類 127,405 個体の遡上と 17,156 個体の降下が目視され、遡上魚では 5 目 9 科 17 種が、降下魚では 4 目 7 科 12 種が確認された。各回における魚類の確認種類数と個体数の推移を表 3.4.2 に示す。

エビ・カニ類は、1 個体の遡上が目視されたのみであった。確認されたのはモクズガニであった。魚類とエビ・カニ類の種類別確認個体数を、その他の目視調査結果と併せて付表 5 に示す。

表 3.4.2 目視調査における確認種類数と個体数

調査日	遡上	降下
平成 18 年 4 月 7 日	3 目 3 科 8 種 107,198 個体	2 目 2 科 3 種 871 個体
4 月 14 日	3 目 3 科 7 種 1,360 個体	3 目 3 科 5 種 57 個体
4 月 21 日	4 目 6 科 10 種 1,063 個体	4 目 5 科 7 種 1,424 個体
5 月 12 日	4 目 5 科 9 種 2,295 個体	2 目 3 科 4 種 49 個体
5 月 29 日	3 目 4 科 7 種 4,906 個体	4 目 4 科 4 種 738 個体
6 月 2 日	4 目 5 科 7 種 6,543 個体	4 目 5 科 7 種 6,326 個体
6 月 9 日	5 目 7 科 10 種 3,705 個体	2 目 2 科 4 種 7,549 個体
平成 19 年 3 月 19 日	4 目 5 科 7 種 326 個体	3 目 4 科 7 種 142 個体

3.4.3 調査時の水位変動と堰操作状況

調査時間内における利根川の－1km(河口)、18km(堰下流)、19km(堰上流)での水位、堰の通過流量と開閉状況および各点での流速を付図 6～13 にとりまとめた。

調査中の堰操作タイプは、第 3 回稚アユ遡上調査 II で操作 1、第 4 回稚アユ遡上調査 II で操作 4 であった他は操作 3 であった。操作 3 での使用水門数は、第 1～2 回稚アユ遡上調査 II で 2 つ、第 3 回稚アユ遡上調査 I で 4 つであった他は 3 つであった。水位や各点での流向流速において、特に例年と変わった事象は認められなかったが、操作 4 の場合、魚道内の水位が低下して隔壁上端が完全に水面上に露出し、魚道内の流れが停止する現象が観察された。



全開状態の 2 号制水門と、水位が低下して流れがなくなった右岸魚道

3.5 考察

平成 18 年 3 月の調査は、平成 18 年 4～6 月の調査と連続しているが、平成 19 年 3 月の調査は、それ以外の調査とは連続していない。そこで、考察にあたっては、3 月の結果として、平成 18 年 3 月の結果を用い、魚道上下流調査の一部と併せて、平成 18 年遡上期(以下、今期と記述)における稚アユの遡上動向を考察した。

3.5.1 稚アユの遡上動向と経年比較

平成 14 年から 18 年(今季)にかけての、昼間(7:00～17:00)における稚アユの遡上個体数の推移を図 3.5.1 に示す^注。

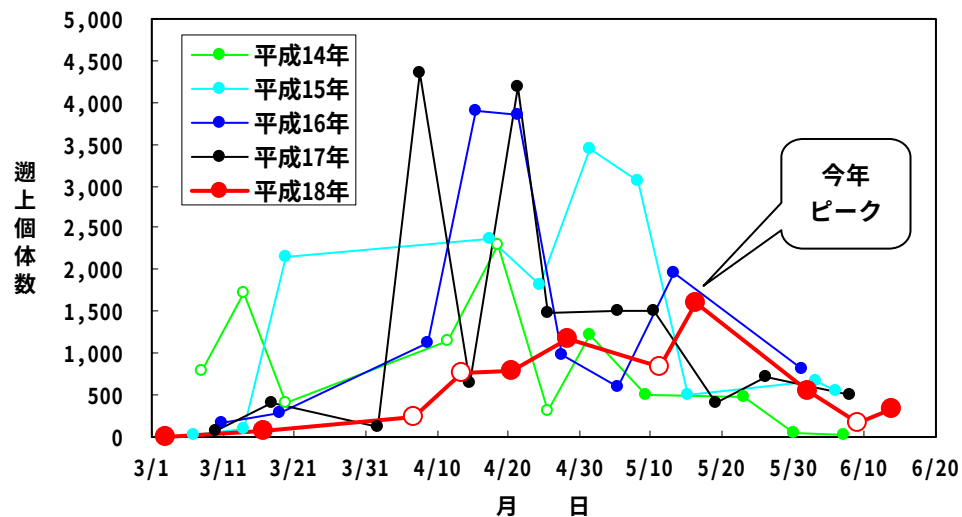


図 3.5.1 昼間(7:00～17:00)における稚アユ遡上個体数の推移
(白丸は目視調査からの推定結果を示す)

今季の遡上ピークは例年より遅れて 5 月中旬となり、遡上個体数も少数で推移した。

稚アユの遡上動向と河川水温の関係を検討するために、平成 14 年から 18 年にかけての、河口 18km 地点上層における水温をプロットした。結果を図 3.5.2 に示す。

注:平成 15 年 4 月 18 日および平成 17 年は、右岸側で採捕調査が行えなかったため、左岸側での採捕個体数を、平成 14～18 年の調査における岸間での比率(右岸:左岸=0.88:1.00)を用いて、両岸での採捕個体数に補正した。

目視個体数(x)からの採捕個体数(y)の推定には、平成 18 年の左岸では式 1 を、それ以外では式 2 を用いた。式についての詳細は、第 2 章に示した。

$$y=1.2969(x/2) \dots\dots\dots (1)$$

$$y= 513.41 \times \log(x/2+27.63) - 1555.22 \dots\dots\dots (2)$$

今年の水温は、3月中は高めに推移したが、4月中は低めとなり、5月以降は平年並みに推移した。特に4月上～中旬は、過去5年間に於いて最低であった。この低水温が、今季の稚アユの遡上ピークが遅れた原因であると考えられる。

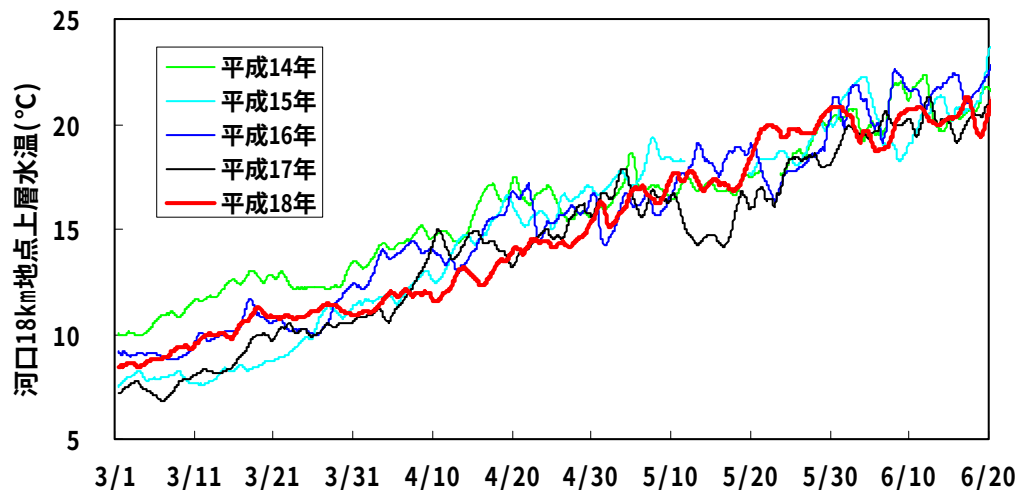


図 3.5.2 過去5年間の春季における河口18km地点上層の水温(25h移動平均)

孵化したアユの仔魚は秋に海に下り、翌春まで仔稚魚期を海で送る¹⁾。よって、冬季の海水温度が、翌春の稚アユの遡上動向に影響していると考えられる。そこで、平成17年10月から平成18年3月までの水温分布を検討した。今年の海面水温の、平年値(昭和45年から平成12年までの平均)からの偏差を図3.5.3に示す。銚子東方の海面水温は、10、11月は平年並みに推移したが、12月以降は低温となり、特に1～2月は、平年より2～3℃低かった。

冬～春季の生育場における低水温により、仔アユの生残率が低下したことが、遡上個体数が少数で推移した原因のひとつと考えられる。また、低水温による成長の鈍化も、今年の遡上ピークの遅れに関係している可能性がある。

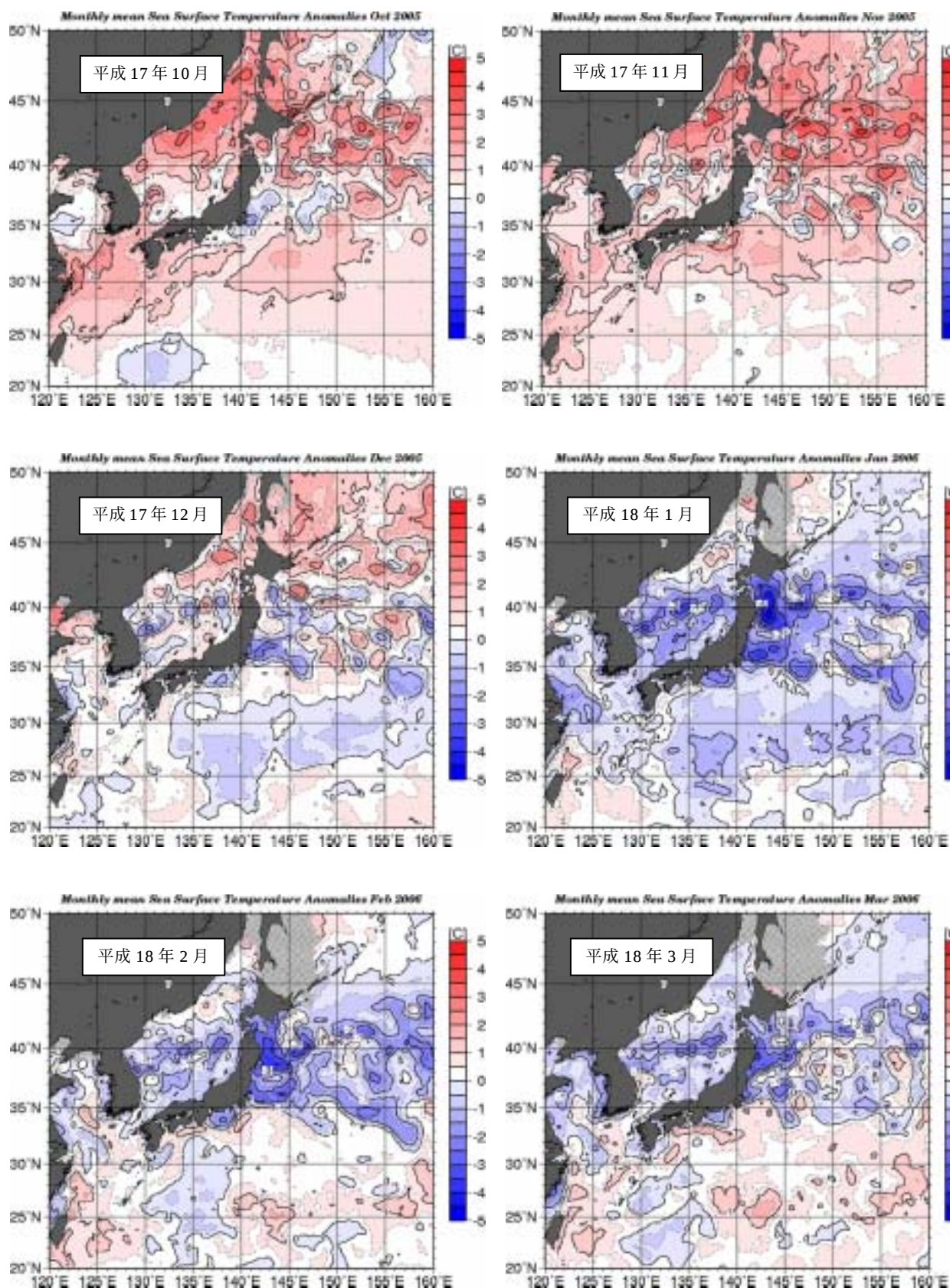


図 3.5.3 平成 17 年 10 月から平成 18 年 3 月の月平均海面水温の推移
(昭和 45 年から平成 12 年までの平均値からの偏差を示す:気象庁 HP より引用)

3.5.2 目視個体数と採捕個体数の関係

目視調査によって稚アユの遡上個体数を効果的に把握する方法を開発するために、目視個体数と採捕個体数の関係を検討した。左岸側魚道は右岸側と比べて、足場位置を下げて上流側へ移動させ、観察者から最上流隔壁上端までの距離を短縮しているため、左右別々に検討を行った。

(1) 右岸魚道での関係

平成 15、16 年の左右岸魚道での結果^注に、今年の右岸魚道での結果を重ねてプロットしたグラフを図 3.5.4 に示す。

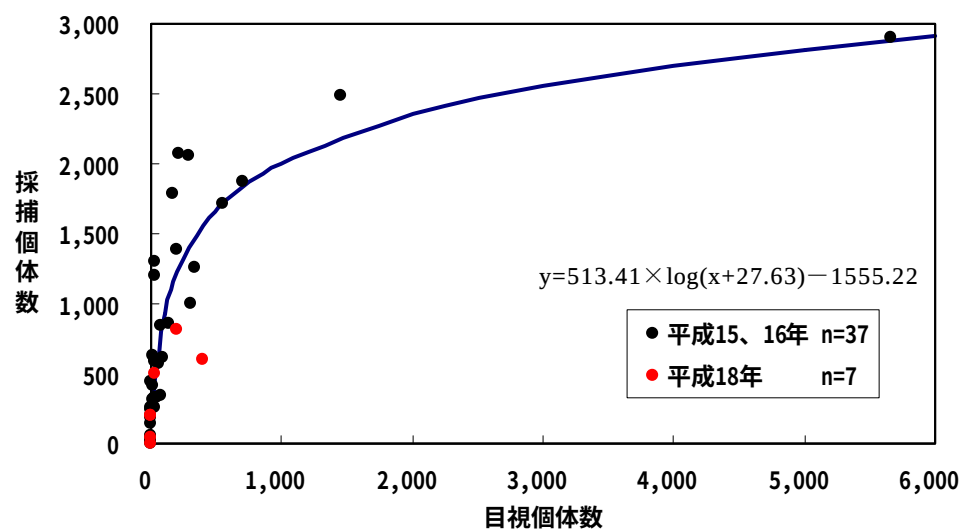


図 3.5.4 右岸魚道における目視個体数と採捕個体数の関係(7:00～17:00)

今年の結果は、既往の結果とほぼ同様の傾向を示した。そこで、3 年間の結果をプールして、目視個体数と採捕個体数の関係式を求めた。

なお、昨年までの結果と今年の結果を別々に扱った場合や、右岸魚道と左岸魚道での結果を別々に扱った場合についても検討したが、いずれも上図の式と比較して適合度が低いと判定された。

注：平成 16 年までは、左右岸ともほぼ同様式の足場から目視観察を行ったが、平成 17 年からは、左岸側魚道のみ、足場位置を下げて上流側へ移動させ、観察者から最上流隔壁上端までの距離を短縮した。

(2)左岸魚道での関係

昨年(平成 17 年)の結果に、今年(平成 18 年)の結果を重ねてプロットしたグラフを図 3.5.5 に示す。

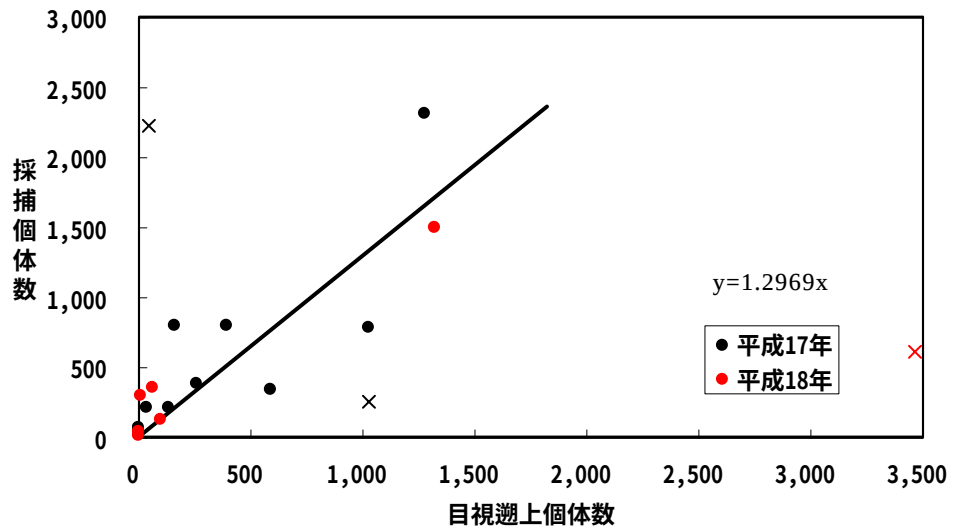


図 3.5.5 左岸魚道における目視個体数と採捕個体数の関係(7:00～17:00)
計算から除外した異常値は×で示す

3 つの異常値を除いて両者の関係を検討すると、昨年と今年の結果は、ほぼ同様の傾向を示した。そこで、2 年間の結果をプールして、目視個体数と採捕個体数の関係式を求めた。

尚、指数関数や二次関数等を用いた場合や、目視遡上個体数とともに目視降下個体数を用いた場合等も検討したが、いずれも上図の式と比較して適合度が低いと判定された。

3.5.3 平成 18 年 3 月 1 日から 5 月 31 日における推定遡上個体数

両岸の魚道における各調査日の遡上個体数から、3 月 1 日～5 月 31 日までの遡上個体数を推定した(推定方法は付録に示す)。期間内において、約 8 万個体の稚アユが魚道を遡上したと推定される。

平成 14 年からの遡上個体数^注の経年比較を表 3.5.1 および図 3.5.6 に示す。今年の遡上個体数は、過去 5 年間で最も少なく、最も多かった平成 15 年の半分以下であった。

春季における稚アユの遡上個体数は、平成 14 年には約 10 万個体であったが、平成 15 年には約 20 万個体となった後に漸減し、今年(平成 18 年)は平成 14 年とほぼ同レベルとなった。

漸減の原因は不明だが、利根川におけるアユ資源量の長期的動向を反映している可能性が考えられる。

表 3.5.1 3 月 1 日から 5 月 31 日の期間内における推定遡上個体数

調査年	推定遡上個体数(3/1～5/31)	推定方法
平成 14 年	100,551	目視(3、4 月)及び採捕(5 月)調査から推定
平成 15 年	199,128	採捕調査から推定
平成 16 年	155,420	採捕調査から推定
平成 17 年	142,705	左岸での採捕調査から両岸の遡上個体数を推定
平成 18 年	83,794	採捕(7 回)及び目視(4 回)調査から推定

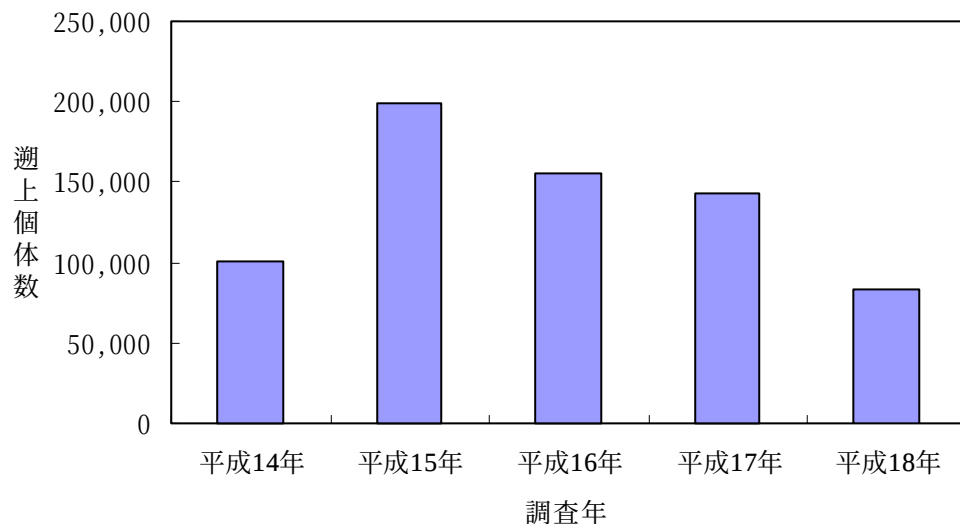


図 3.5.6 遡上個体数の経年比較

注: 目視個体数と採捕個体数の関係式と各換算パラメータを、今年のものとして再計算した

3.5.4 稚アユの遡上状況と堰上下の水位

平成 18 年 3 月から 6 月にかけての、昼間の稚アユ遡上密度の変化^{注1}と、堰上下の水位^{注2}を併せて、図 3.5.7 に示す。

ヒストグラムを描画するのに十分な個体数^{注3}が得られなかった 4 例(3/3、4/7、5/29、6/9)を除いた 8 例を検討すると、稚アユは堰上下の水位差が小さい場合に多く遡上する傾向にあった(3/17、5/12、5/17)。また、その傾向は、早朝に水位差が小さくなる場合に著しかった(4/14、4/21、6/2)。これらの傾向は、既往結果と類似していた。しかし、4 月 29 日や 6 月 15 日の様に、その傾向に合致しない場合も存在した。

注 1: 1 時間あたりの遡上個体数を求め、それぞれの全体に対する割合で示した

注 2: 利根川の 18km 地点の水位を堰下流の、19km 地点の水位を堰上流の水位とした

注 3: 一般的に、N 個の区間に区分したヒストグラムを描画するには、N² 個のデータが必要とされている。

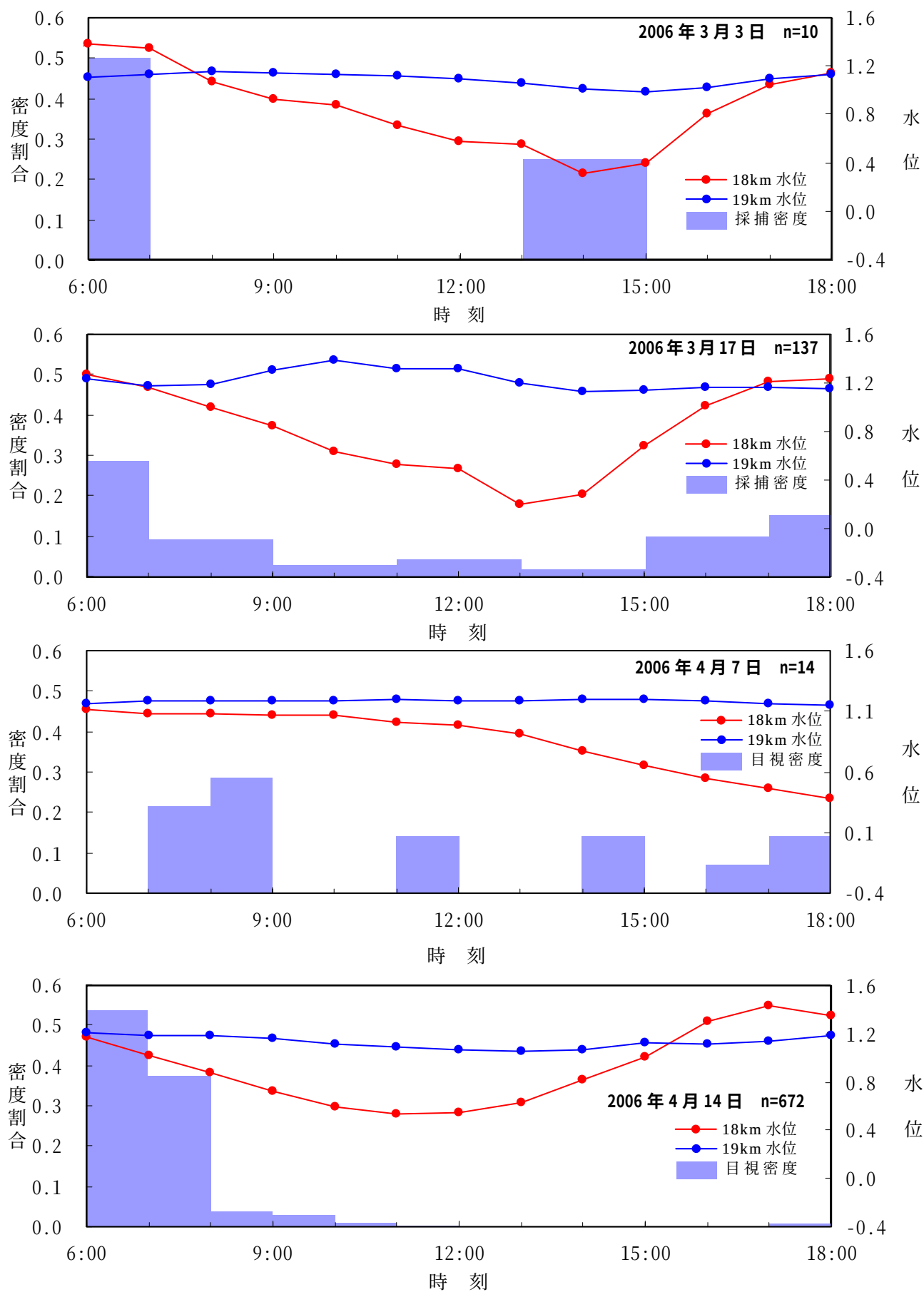


図 3.5.7(1) 昼間の稚アユ遡上密度の変化と堰上下の水位との関係(1)

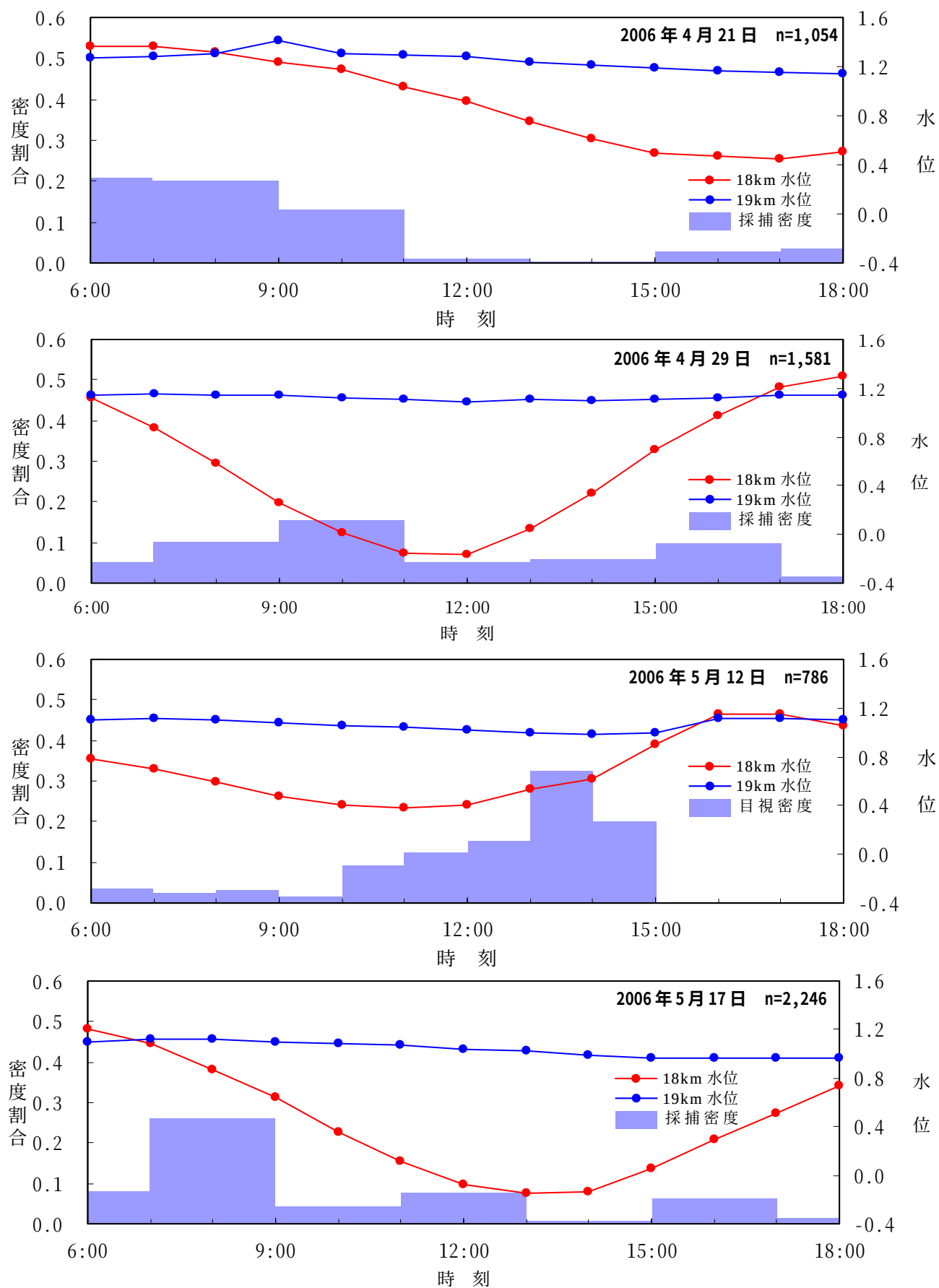


図 3.5.7(2) 昼間の稚アユ遡上密度の変化と堰上下の水位との関係(2)

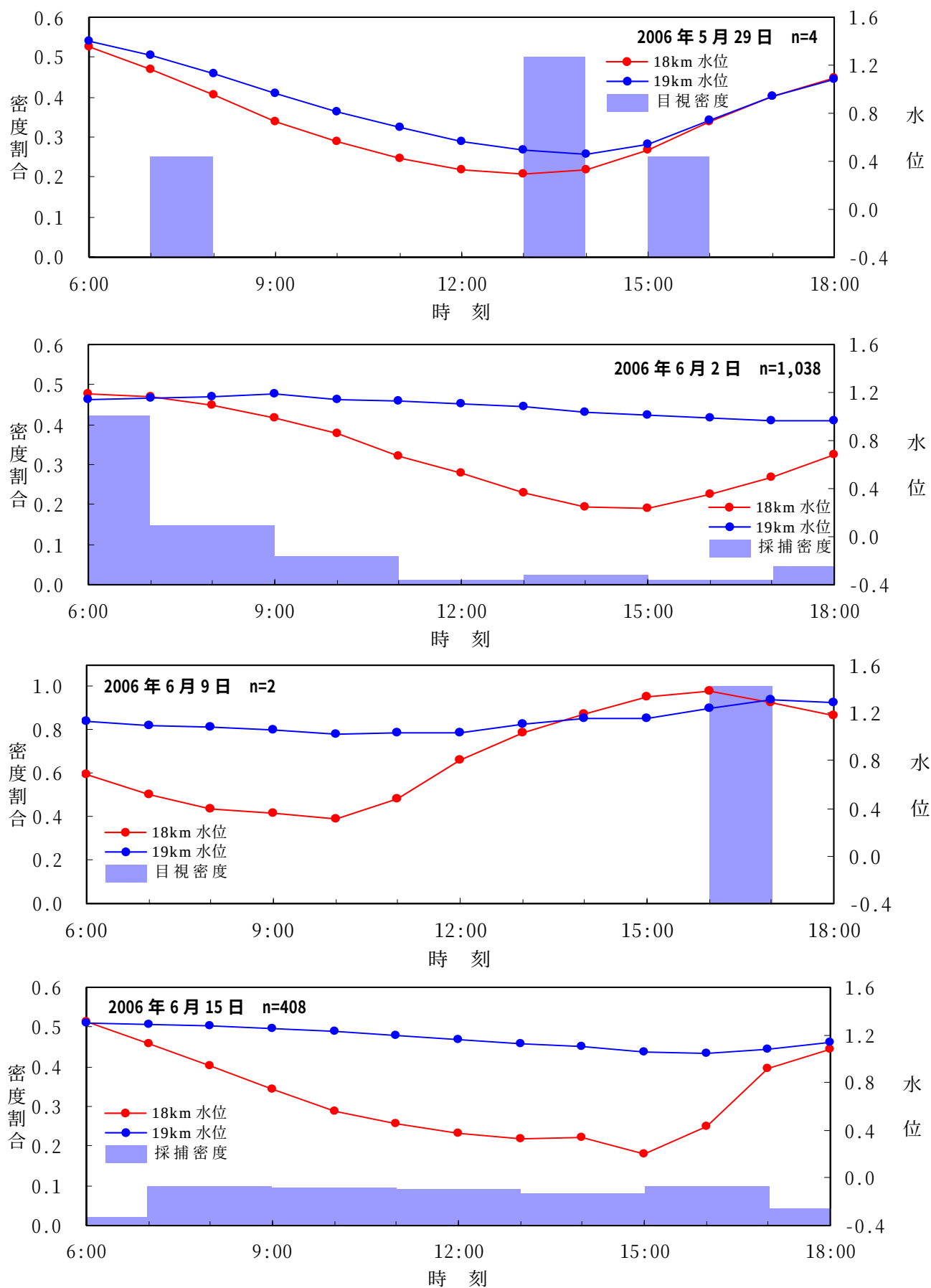


図 3.5.7(3) 昼間の稚アユ遡上密度の変化と堰上下の水位との関係(3)

3.5.5 他河川および他地点での遡上状況

(1) 秋ヶ瀬取水堰(荒川)

東京湾に注ぐ荒川にある、秋ヶ瀬取水堰での過去 5 年間の稚アユ遡上状況を図 3.5.8 と図 3.5.9 に示す。

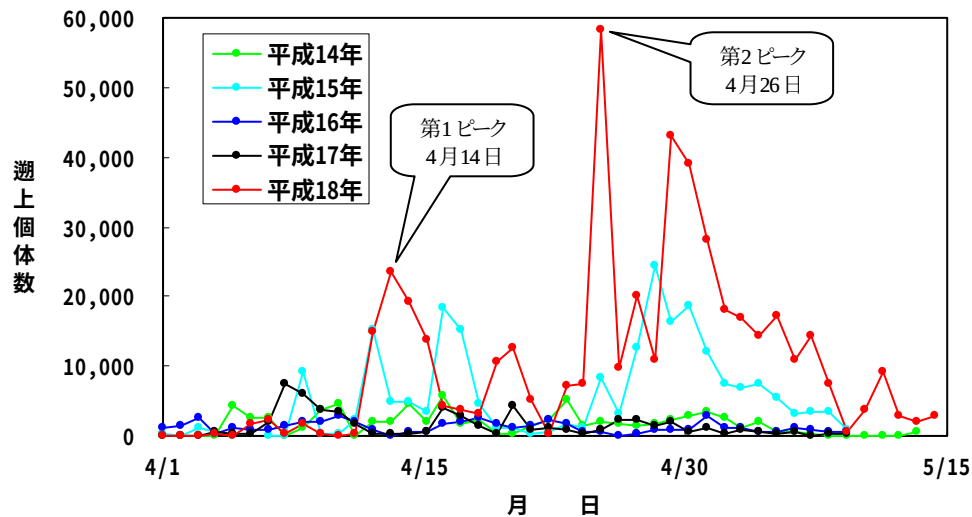


図 3.5.8 秋ヶ瀬取水堰における稚アユ遡上個体数^{注1}の推移
(資料は水資源機構利根導水総合管理所の HP より引用)

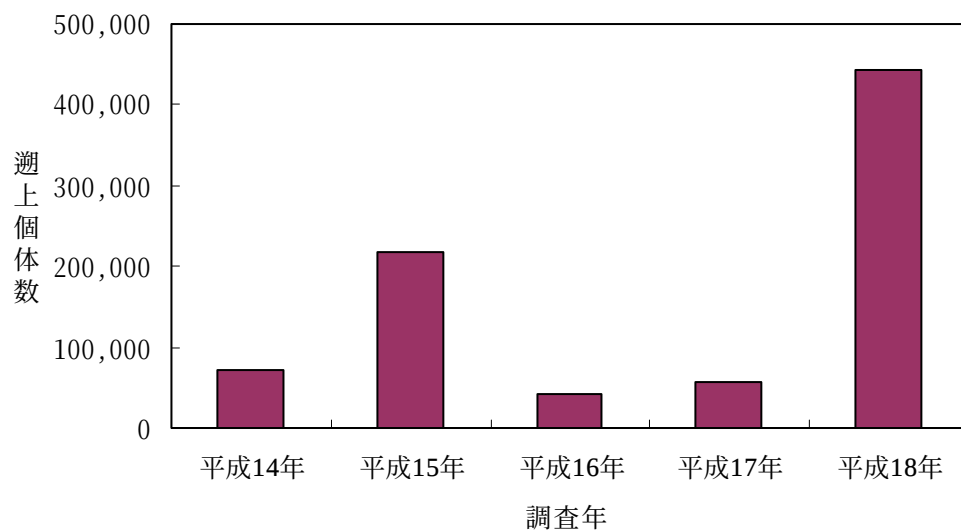


図 3.5.9 秋ヶ瀬取水堰における 4/5 から 5/10 における遡上個体数^{注2}の経年比較
(資料は水資源機構利根導水総合管理所の HP より引用)

遡上ピークは 4 月 14 日と 26 日にあり、昨年と比較して大きな変化は認められなかった。遡上個体数は昨年の約 8 倍に増加し、過去 5 年中で最高となった。このことは、銚子付近の太平洋岸と異なり、東京湾における稚アユの生残が良好であったことや、去年に多くの仔アユが流下したことを示唆している。

注 1: 調査方法は不明

注 2: 毎日の遡上個体数を合計した

(2)利根大堰(利根川)

利根川の中流にある利根大堰での平成 17、18 年の稚アユ遡上状況を図 3.5.10 に、利根川河口堰と利根大堰の位置と河川との関係を図 3.5.11 に示す。

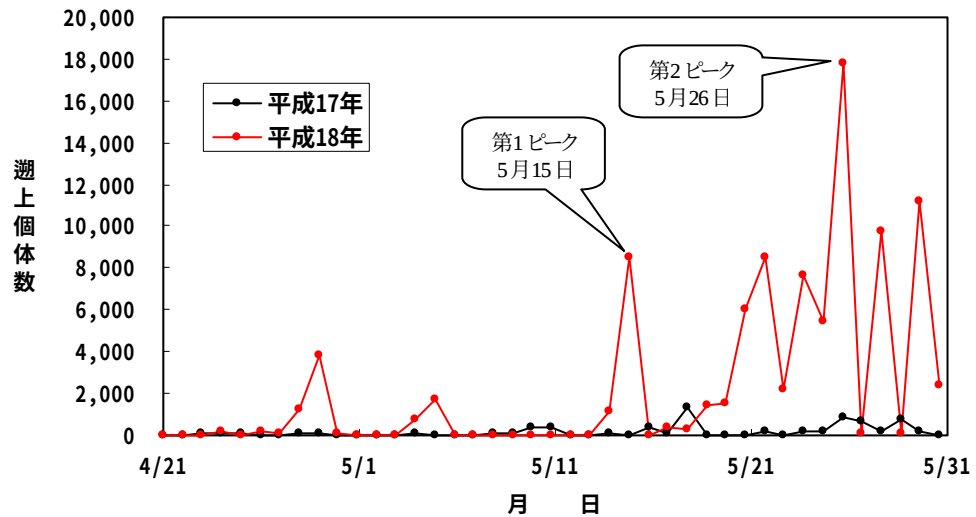


図 3.5.10 利根大堰における稚アユ遡上個体数^{注1}の推移
(資料は水資源機構利根導水総合管理所の HP より引用)

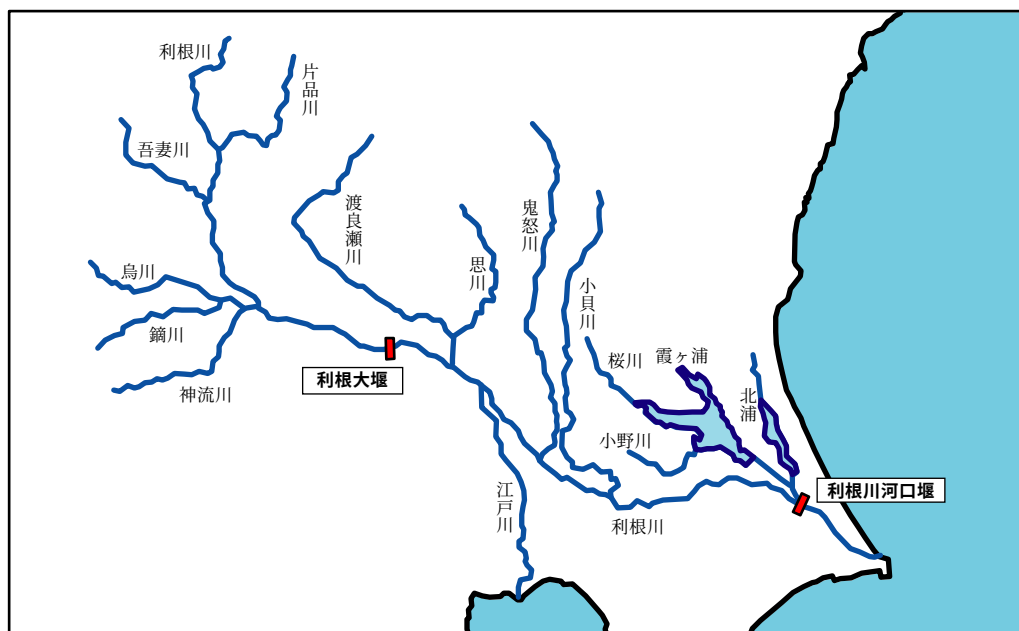


図 3.5.11 利根川河口堰と利根大堰の位置と河川との関係

遡上ピークは 5 月 15 日と 26 日にあり、利根川河口堰とほぼ同様であった。
また、2 つの遡上ピークは、秋ヶ瀬取水堰より、どちらも約 30 日遅れであった。

平成 18 年 4 月 21 日から 5 月 31 日までの遡上個体数^{注 2}は、昨年(平成 17 年)同期間の 20,253 個体と比べて、約 14 倍の 278,385 個体に増加した。

去年に比べて、利根川河口堰の遡上個体数は増加していないのに、秋ヶ瀬取水堰や利根大堰での遡上個体数が大きく増加したことから、利根大堰を遡上する稚アユの中には、東京湾から江戸川を經由して遡上しているものが含まれると想像される。江戸川河口には、行徳可動堰と江戸川水閘門という障壁が、また利根川との合流点直下には関宿水閘門という障壁が存在しているため、実際には江戸川を遡上できる稚アユの数は多くないものと思われるが、平成 3 年から 7 年の 4、5 月には、各年 114～286 万個体の稚アユが、江戸川を遡上していたものと推定されている²⁾。この不一致の要因としては、河口堰と大堰での稚アユ調査方法の差異が考えられるので、今後、両堰の結果を直接比較する場合には、調査方法を含めて検討する必要があると考えられる。

注 1: 魚道 3 ヶ所中の 1 ヶ所(1 号)での、8:00～18:00 の採捕個体数

注 2: 1 号魚道における毎日の採捕個体数を 3 倍して合計した

(3)長良川河口堰(長良川)

伊勢湾に注ぐ長良川にある、長良川河口堰での平成 17、18 年の稚アユ遡上状況を図 3.5.12 に示す。

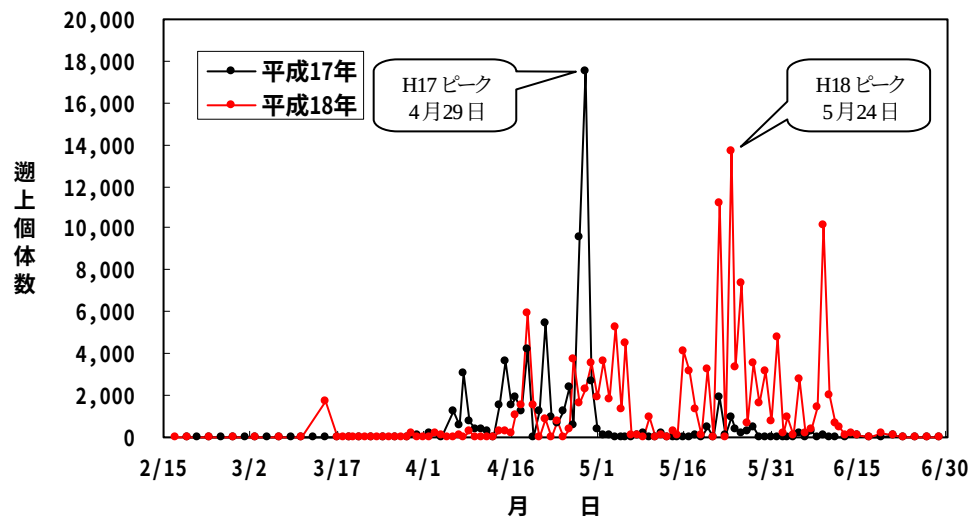


図 3.5.12 長良川河口堰における稚アユ遡上個体数^{注1}の推移
(資料は水資源機構長良川河口堰管理所の HP より引用)

昨年(平成 17 年)の遡上ピークは 4 月 29 日にあったが、今年(平成 18 年)は約 1 ヶ月遅れの 5 月 24 日となり、利根川河口堰とほぼ同様であった。

平成 18 年 3 月 1 日から 5 月 31 日までの遡上個体数^{注2}は、昨年(平成 17 年)同期間の 560,744 個体と比べて、ほぼ同等の 861,052 個体であった。利根川河口堰の魚道と比較すると、平成 17 年は約 4 倍、平成 18 年は約 10 倍の稚アユが遡上したものと推定される。

注 1: 2 ヶ所の呼び水式魚道のうちの 1 ヶ所(左岸側)で、陸側魚道の半分を日出から日没までビデオ観察して計数した個体数

注 2: 計測実数は左岸呼び水式魚道(陸側)の総遡上数のほぼ 1/2 と推定される(HP より引用)ので、計数個体数を 8 倍した後、利根川河口堰と同一の方法で集計

(4)利根川河口堰との遡上個体数の比較

秋ヶ瀬取水堰(荒川)、利根大堰(利根川)、長良川河口堰(長良川)と利根川河口堰の稚アユ遡上個体数を、期間を揃えて比較した。結果を表 3.5.2 に示す。

表 3.5.2 利根川河口堰と他地点での稚アユ遡上個体数(平成 17、18 年)

地点名	調査期間(日数)	遡上個体数	利根川河口堰での遡上個体数
秋ヶ瀬取水堰(荒川)	平成 17 年 4 月 5 日～5 月 10 日 (35 日間)	56,776	103,971
	18 年 //	442,091	41,558
利根大堰(利根川)	平成 17 年 4 月 21 日～5 月 31 日 (40 日間)	20,253	69,929
	18 年 //	278,385	61,224
長良川河口堰(長良川)	平成 17 年 3 月 1 日～5 月 31 日 (91 日間)	560,744	141,574
	18 年 //	861,052	82,570

他地点では、利根川河口堰と比べて、平成 18 年には 5～10 倍のアユ稚魚が、平成 17 年には 0.3～4 倍のアユ稚魚が遡上しているものと推定された。

更に、平成 14 年から 18 年にかけての、4 月 5 日から 5 月 10 日における利根川河口堰と秋ヶ瀬取水堰での稚アユ遡上数を図 3.5.13 に示す。

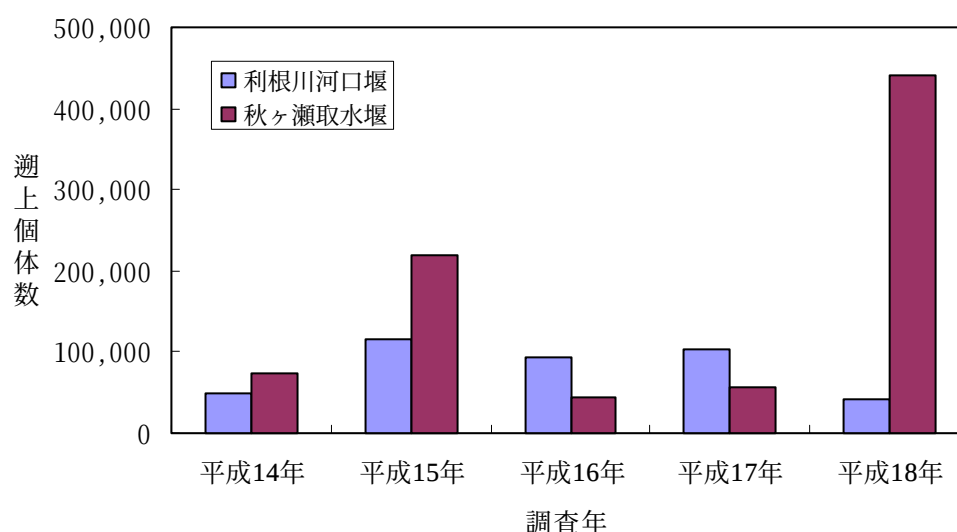


図 3.5.13 利根川河口堰と秋ヶ瀬取水堰における 4/5～5/10 での遡上個体数^{※2}の経年比較 (秋ヶ瀬取水堰の資料は水資源機構利根導水総合管理所の HP より引用)

平成 14 年から 17 年には、秋ヶ瀬取水堰での遡上個体数は、利根川河口堰の 0.5～1.9 倍の範囲であったが、今年は 10.6 倍と急増していた。

秋ヶ瀬取水堰には東京湾から荒川を經由して、また、長良川河口堰には伊勢湾から長良川を經由して稚アユが遡上している。また、利根大堰には、利根川を經由したものとは別に、東京湾から江戸川を經由して遡上しているものと考えられる。

一般的に、東京湾や伊勢湾といった内湾は、銚子東方の太平洋のような外洋

と比較して、栄養塩が豊富で一次生産力が高く、仔稚魚の成長や生残に有利な環境と考えられている。また、利根川の河口は太平洋に突出しているので、そこから海中へ流出したアユ仔魚は広く分散し、東京湾や伊勢湾のような内湾と比べて、河川に遡上する割合は小さくなるものと想像される。

よって、今年、利根川河口堰を遡上する稚アユが他地点と比べて少なかったことには、これらの立地的な条件が影響していたものと考えられる。また、平成 18 年の遡上個体数は、秋ヶ瀬取水堰で平成 17 年の 7.8 倍、利根大堰で 13.7 倍になっていたのに対し、長良川河口堰では 1.5 倍に過ぎなかった。このことは、両湾とも仔アユの生残率は去年と比べて良くなっていたが、その程度は東京湾の方が著しかったことを示唆している。

3.5.6 稚アユの体長組成

(1) 魚道上下での体長分布の差異

稚アユの遡上に、河口堰の魚道が障害となっているかどうかを検討するために、魚道上下での体長分布の差異を、月別に検討した(図 3.5.14)。

採捕個体数が魚道下流側で少なかった 3 月を除くと、いずれの月においても、魚道上流側では体長のピークよりも小さい個体の割合が、魚道下流側に比べて、やや少なくなっていた。このことは、小型の稚アユは、大型のものに比べて魚道を遡上し難いことを意味している。

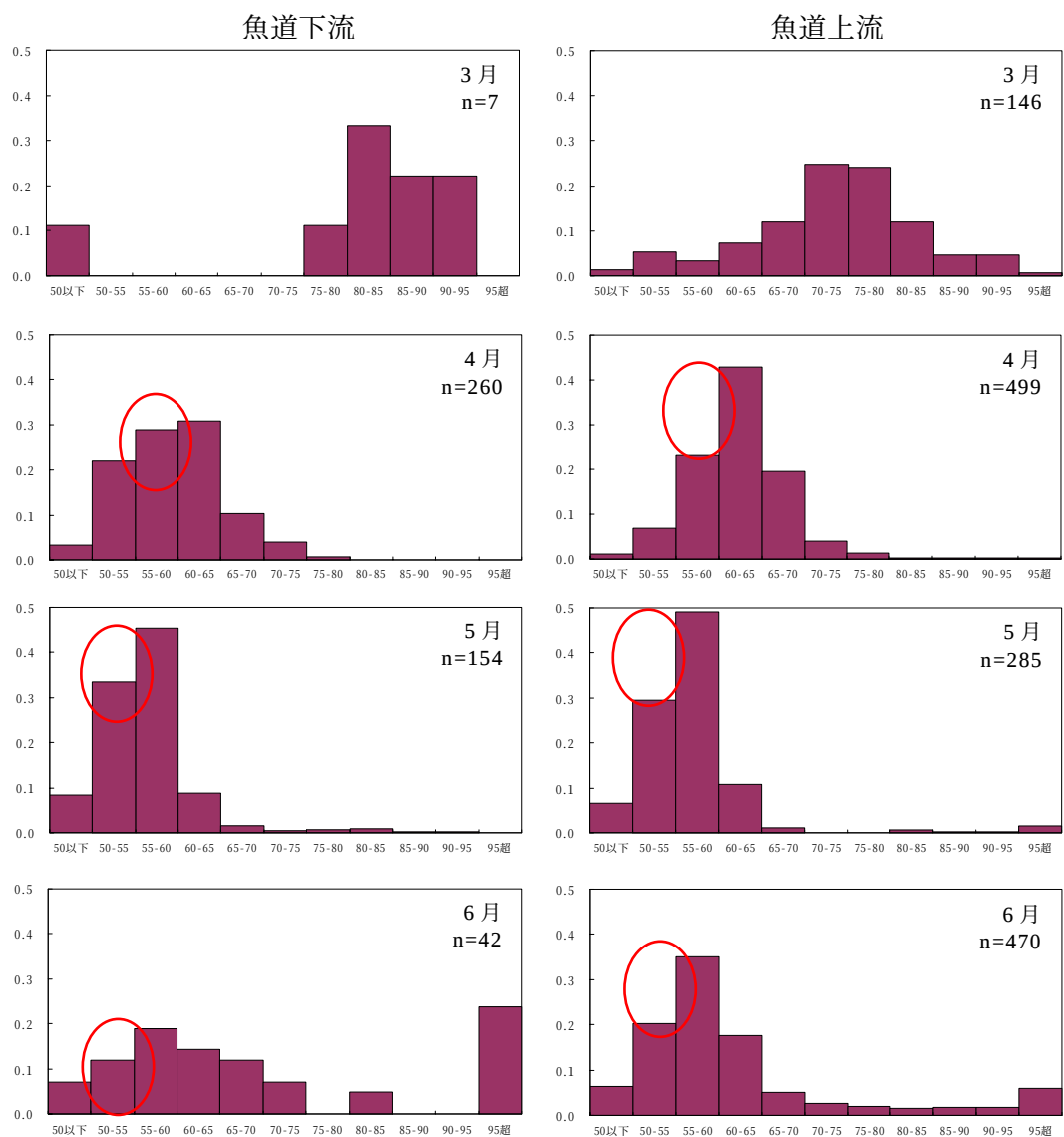


図 3.5.14 魚道上下におけるアユの体長分布(平成 18 年)

(2)体長分布の年度間差異

去年と今年における稚アユの成長の差異を検討するために、魚道上流部における体長分布の年度間差異を、月別に検討した(図 3.5.15)。

遡上の前期から中期(3～5 月)には、時期が進行するにつれて、ピーク体長が徐々に小型化する傾向が、両年に共通して認められた。遡上後期(5～6 月)には、ピーク体長の小型化は停止したが、一方で、体長 140mm を超える大型の個体が遡上する傾向が、両年に共通して認められた。

また、平成 18 年の遡上稚アユの体長ピークは、平成 17 年と比較して、いずれの月においても 1 階級(5mm)小型であった。このことは、冬～春季の生育場における低水温により、今年のアユの海域での成長が悪かったことを意味していると考えられる。

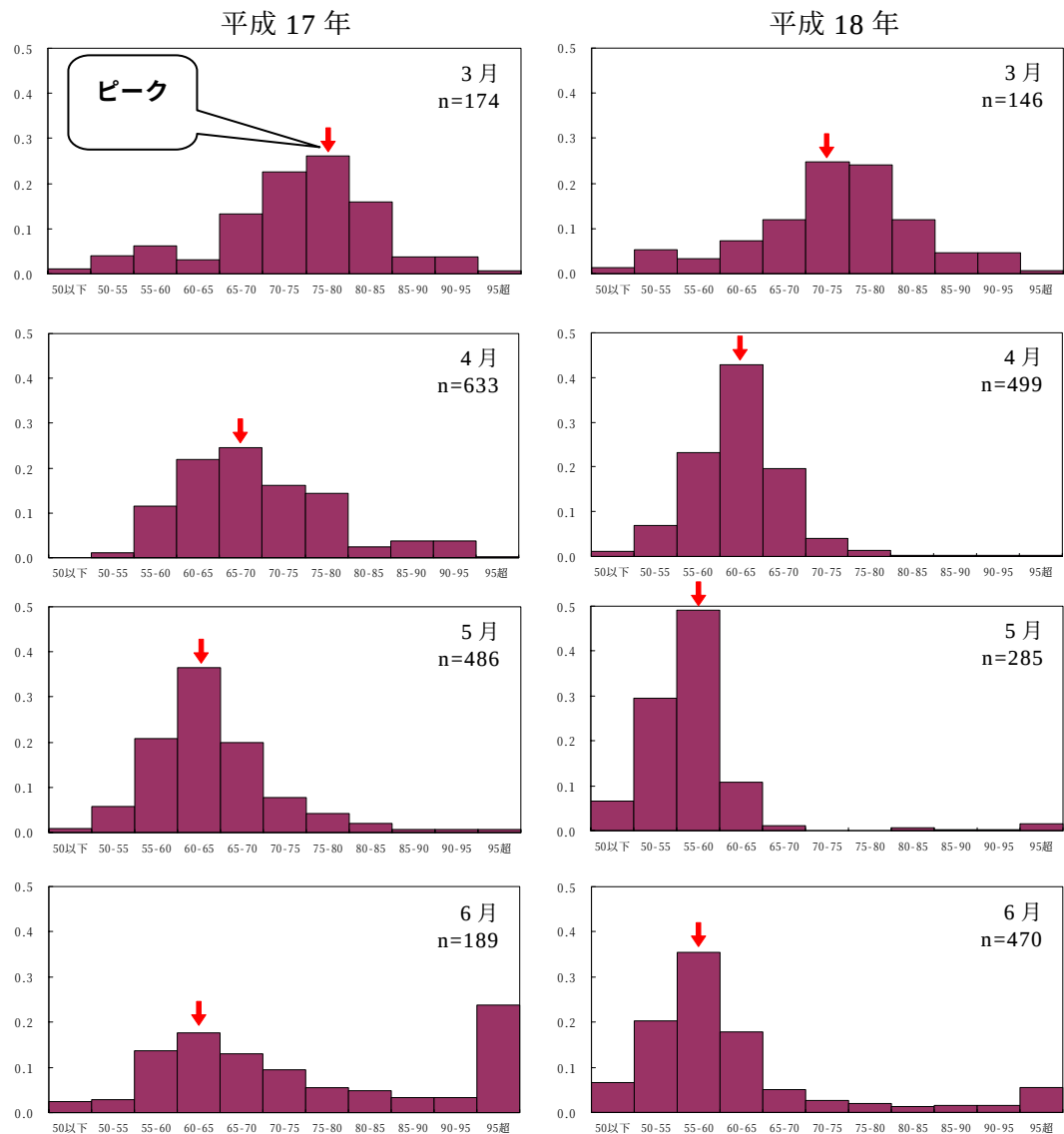


図 3.5.15 魚道上流部におけるアユの体長分布(平成 17 年および 18 年)

3.5.7 平成 19 年の稚アユ遡上動向

平成 19 年 3 月の、昼間(7:00～17:00)における稚アユの遡上個体数の推移を
図 3.5.1 と同様に示す(図 3.5.16)。

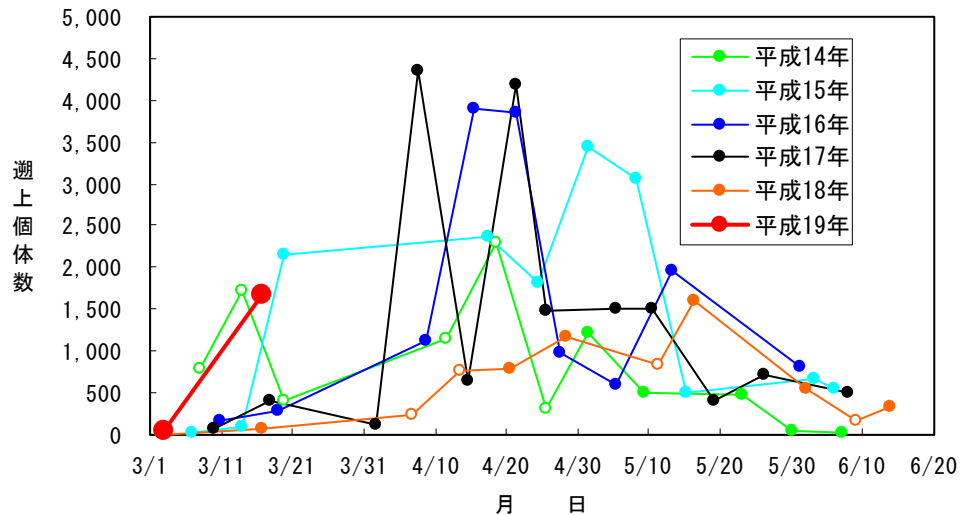


図 3.5.16 昼間(7:00～17:00)における稚アユ遡上個体数の推移
(白丸は目視調査からの推定結果を示す)

平成 19 年の遡上開始からの立ち上がりは鋭く、3 月中旬の時点で、平成 18 年のピークとほぼ同等の個体数が遡上していた。

平成 19 年 3 月の、河口 18km 地点上層における水温は、ほぼ平年並みに推移していた(図 3.5.17)。

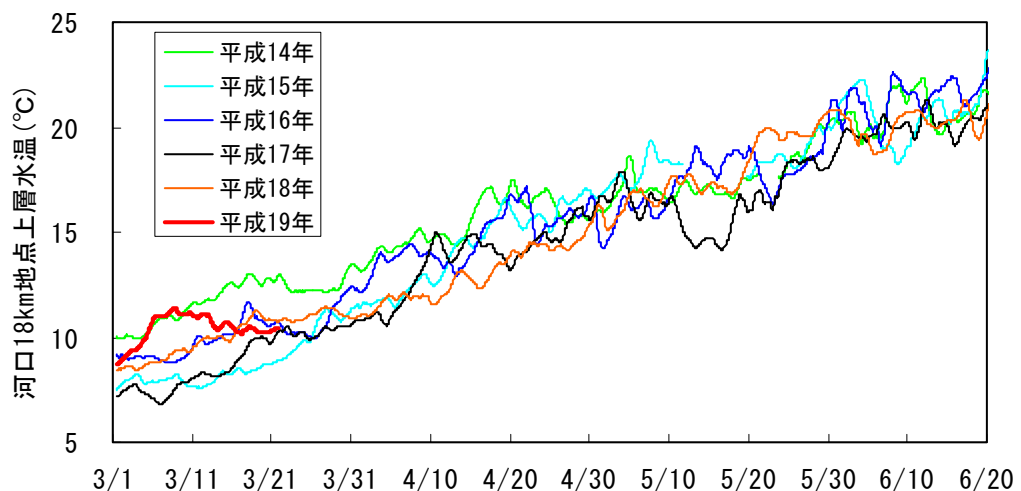


図 3.5.17 過去 6 年間の春季における河口 18km 地点上層の水温(25h 移動平均)

引用文献

- 1) 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海(編). 2001. 改定版 日本の淡水魚. 山と溪谷社.
- 2) 小泉正行. 1996. 1995 年度水産海洋夏季シンポジウム 東京湾の水産と環境－東京湾の漁業の現状と将来展望－ 6. アユの生態. 水産海洋研究, 60(3) 277-282.

.

4. サケ遡上調査

4. サケ遡上調査

4.1 調査目的

本調査では、サケの遡上実態を把握するために、目視調査を4回実施し、遡上個体数の変動等を検討した。

4.2 調査日時

サケ遡上調査の調査日および調査時間を表4.2.1に示す。

表 4.2.1 サケ遡上調査の実施日時

調査回	調査日	調査時間	月 齢	潮 汐	調査対象
第1回	10月15日	7:00～16:00	22.6	小 潮	魚介類
第2回	11月16日	7:00～16:00	24.9	若 潮	
第3回	11月24日	7:00～16:00	3.2	中 潮	
第4回	12月8日	7:00～16:00	17.2	中 潮	

4.3 調査方法

4.3.1 目視調査

魚道を横断するように設置した観察用足場から、最上流部の隔壁上を通過する魚類を目視で観察した。観察は、7:00 から 15:00 までの毎正時・毎正時 20 分・毎偶数正時 40 分からそれぞれ 10 分間実施した。観察は魚道を左右に二分して、各々を1名で目視して、種別個体数を遡上降下別に計数した。また、観察者の影響を排除するため、各々の配置は10分間の観察ごとに無作為に選択した。



隔壁上の状況 左:順流時 右:逆流時

4.3.2 環境要因測定

採捕調査、目視調査と並行して、下記の環境要因を毎正時に測定し、解析の参考に供した。

- 魚道外環境要因
 - ・ 天候、雲量、気温、気圧、照度
- 魚道内環境要因
 - ・ 水質(pH、電気伝導度、濁度、DO、水温、透視度)
 - ・ 魚道内の流向と出現隔壁数
 - ・ 隔壁越流部と魚道内の流速
 - ・ 隔壁越流部の水深
 - ・ 網設置地点の流向流速

全て第 2 章に示した魚道上下流調査での魚道上流と同一位置において、同一方法で測定した(図 2.3.5)。

- その他の要因

以上に加えて、以下の項目を利根川河口堰の堰操作記録と管理日報、および常陸川水門操作月報から取得した。

- ・ ー1km、18km および 19km 地点の水位
- ・ 利根川河口堰および常陸川水門の操作状況



水質測定状況

4.4 結果

4.4.1 目視調査

4 回のサケ遡上調査において、昼間(7:00～16:00)に魚類 2,036 個体の遡上と 678 個体の降下が目視され、遡上魚では 3 目 6 科 10 種が、降下魚では 2 目 4 科 6 種が確認された。各回における魚類の確認種類数と個体数の推移を表 4.4.1 に示す。

エビ・カニ類の遡上降下は目視されなかった。魚類とエビ・カニ類の種類別確認個体数を、その他の目視調査結果と併せて付表 5 に示す。

表 4.4.1 サケ遡上調査における確認種類数と個体数

調査日	遡上	降下
平成 18 年 10 月 15 日	2 目 3 科 3 種 438 個体	1 目 1 科 1 種 306 個体
11 月 16 日	3 目 5 科 8 種 986 個体	3 目 4 科 5 種 63 個体
11 月 24 日	3 目 3 科 5 種 601 個体	3 目 4 科 4 種 306 個体
12 月 8 日	3 目 3 科 6 種 11 個体	2 目 2 科 2 種 3 個体

4.4.2 調査時の水位変動と堰操作状況

調査時間内における利根川の 1km(河口)、18km(堰下流)、19km(堰上流)での水位、堰の通過流量と開閉状況および各点での流速を付図 14～17 にとりまとめた。

調査中の堰操作タイプは、全て操作 3 であった。使用水門数は、第 1、2 回調査では 3 つ、第 3、4 回調査では 4 つであった。水位や各点での流向流速において、特に春季と変わった事象は認められなかった。



魚道を遡上したサケ(魚道上下流調査で採捕)

4.5 考察

4.5.1 今年の遡上動向

平成 18 年(今年)における、利根川河口堰魚道でのサケ遡上個体数^{注1}の推移を、利根大堰における日毎の遡上個体数^{注2}とともに図 4.5.1 に示す。

5 回中 4 回の調査で、魚道におけるサケの遡上が確認され、遡上個体数は 1 日あたり 5～66 個体と推定された。前半 2 回の調査で確認された遡上サケの個体数は、利根大堰における遡上個体数と良く合っていたが、後半 3 回の調査で確認された遡上個体数は、利根大堰のそれと比較すると少数であった。全体的な変動傾向は利根大堰での変動と類似していた。

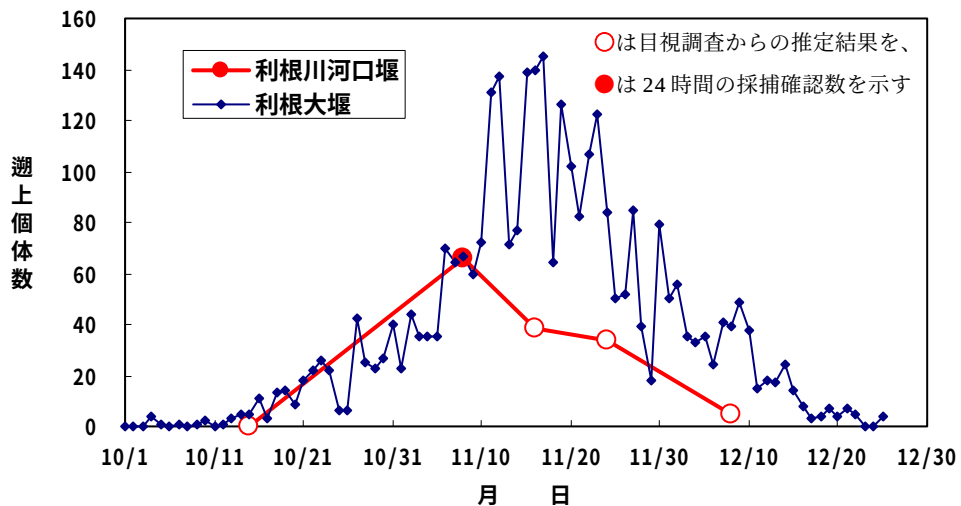


図 4.5.1 平成 18 年におけるサケ遡上個体数の推移

サケの遡上動向と河川水温の関係を検討するために、河口 18km 地点上層における水温をプロットした。結果を図 4.5.2 に示す。

今年の利根大堰での遡上動向をみると、10 月中旬から遡上が活発となり、11 月 10 日以降に急増してピークに達していた。しかし、10 月 15～25 日の 18km 地点の水温には大きな変動はなく、水温が急降下したのは 11 月 20～26 日で、遡上個体数急増の後であった。

注 1: 利根大堰での採捕個体数は、24 時間調査による確認数であるので、河口堰での目視調査 (7:00～16:00 での 10 分観察・10 分休憩の繰り返し) では、目視個体数を 2 倍した後、採捕調査での 24 時間採捕数と、7:00～16:00 の採捕個体数の比(6:5)で補正して、河口堰での 24 時間遡上数とした。

注 2: 24 時間の採捕個体数。

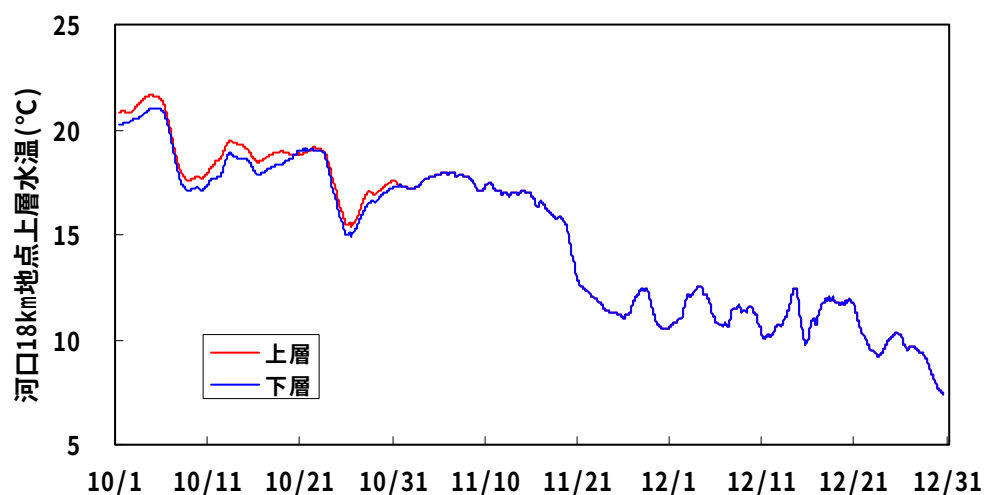


図 4.5.2 秋季における河口 18km 地点の水温(25h 移動平均)

また、11 月 2 日以降、18km 地点の上下層で水温の差がなくなっていた。一般的に河口付近の上層水は主に河川由来の淡水で、下層水は主に海域由来の塩水で構成されているので、このことは、川と海の水温がほぼ一致したことを示唆している。この直後に利根大堰での遡上個体数が急増していることから、川と海の水温に差がないことが、サケの遡上を促進させたことが示唆される。



目視調査状況

4.5.2 利根大堰との遡上個体数の差異

利根川河口堰は利根大堰より下流にあり、途中で鬼怒川、渡良瀬川といった支川が合流し、江戸川が分流している(図 4.5.3)。江戸川を経由して利根川に遡上するサケは量的に無視できる程度と考えられるので、利根大堰を遡上するサケのほぼ全ては、利根川河口堰を遡上しているものと考えられる。しかし、サケの回帰親魚は放流場所に正確に戻るという習性があるため¹⁾、鬼怒川や渡良瀬川に放流されたサケは、利根大堰を遡上することはない。従って、大堰における遡上個体数は、河口堰のそれよりも少ないと考えられる。その割合を見積もるために、平成 13 年から 16 年にかけての利根川水系におけるサケ放流個体数を、独立行政法人水産総合研究センターさけますセンターのホームページ^{注 1}から取得して整理した。結果を表 4.5.1 に示す。



図 4.5.3 利根川河口堰および利根大堰の位置と河川との関係

注 1: <http://www.salmon.affrc.go.jp/zousyoku/river/river.htm>

表 4.5.1 利根川水系におけるサケ放流個体数

単位:千個体

県 名	河川名	平成 13 年	14 年	15 年	16 年
茨 城	利根川	497	512	594	515
群 馬	利根川	74	82	12	18
	鳥川			4	
	粕川			3	
栃 木	鬼怒川	110	100	100	100
	思川	110	80	80	80
	渡良瀬川	45	20	20	20

着色部は、利根大堰より上流での放流を示す

サケは、早いものは海で 1 冬を過ごして 2 歳魚で回帰するが、最も多いのは三冬を過ごした 4 歳魚であるので、平成 18 年に回帰してきたサケの多くは、平成 14 年に放流されたものと考えられる。平成 14 年の放流魚のうち、利根大堰より上流で放流されたものは、全体の 1 割に過ぎず、その他の年では 2～9% であるので、利根川河口堰を遡上するサケは、少なくとも利根大堰のその 10 倍以上であろうと考えられる。

今回の調査で確認された河口堰魚道での遡上個体数が、利根大堰における遡上個体数を上回らなかったことから、河口堰では、サケが魚道以外の場所を通過して遡上していることが考えられる。5 回の調査のうち、魚道でサケの遡上を確認された 4 調査における堰操作タイプは 3 であったので、魚道以外の遡上経路としては、制水門の下端のみが考えられる。そこで、これら 4 調査の昼間における水門開度と堰通過流量から、制水門下端の平均流速を計算した。平均流速は、管理所から提供された 10 分間隔の水門別通過流量と水門別開度から、以下の式で計算した。

$$\text{平均流速} = \left(\sum \frac{\text{水門別通過流量}}{\text{水門別開度} \times \text{水門幅}(45\text{m})} \right) / \text{開放水門数}$$

得られた平均流速の頻度分布を図 4.5.4 に示す。

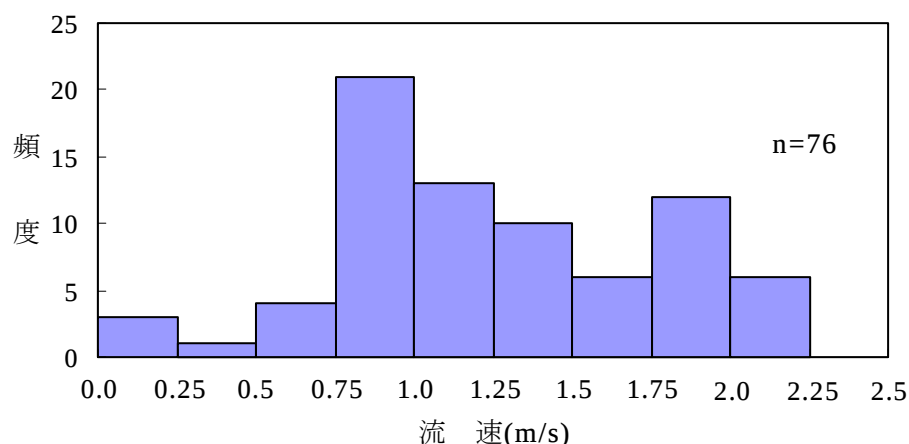


図 4.5.4 利根川河口堰の制水門下端における平均流速の頻度分布

平均流速は 0～2.19m/s の範囲にあり、平均すると 1.25m/s であった。

11 月の魚道上下流調査において、魚道内から採捕されたサケ 81 個体から、正規分布を仮定して区間推定を行うと、体長 432～714mm の遡上サケが全体の 95%を占めていると推定された。魚類の巡航速度(長時間泳ぎ続けられる速度)は 2～4 体長/秒²⁾で、サケ科魚類では 3～4 体長/秒³⁾に達するとされているので、河口堰を遡上するサケの巡航速度は 1.3m/s を下回ることはないと考えられる。更に突進速度(短時間しか維持できない速度)は 10 体長/秒²⁾とされているので、河口堰を遡上するサケの突進速度は 4.3m/s を下回ることはないと考えられる。

制水門下端における平均流速の中央値は 1.19m/s であるので、堰開放時間帯の半分以上において、制水門下端の流速はサケの巡航速度を下回っていることになり、最大の場合でも、突進速度の 5 割以下と想定される。また、体長 0.35m のサケは、水温 10℃で 2.2m/s の流速を遡って、10m 上流に到達できることが知られている³⁾。サケの遡上が確認された調査時の水温は 10～17℃なので、長さ 7m の制水門を潜って遡上することは充分可能と判断される。

以上を総合すると、利根川を遡上するサケは、制水門が開放されている場合には、その下を潜って遡上することが可能であり、これらの、魚道を経由しないで遡上するサケの存在が、河口堰魚道での遡上個体数が、利根大堰における遡上個体数を上回らなかった要因になっているものと考えられる。

4.5.3 遡上密度と堰上下の水位との関係

サケの遡上生態と堰上下の水位変動との関係を明らかにするために、平成 13 年から 18 年にかけて実施した 26 回の調査のうち、遡上サケが確認^{注1}された 10 回について、昼間のサケ遡上密度^{注2}と、堰上下の水位^{注3}との関係を検討した。両者の変化を併せて、図 4.5.5 に示す。

サケは堰上流側の水位が高く、魚道が順流の場合に遡上する傾向が強かった。除外した平成 16 年 11 月 24～25 日にも、サケの遡上は順流時に目視されていた。このことは、サケの、強い遊泳力と向流性の反映と考えられる。

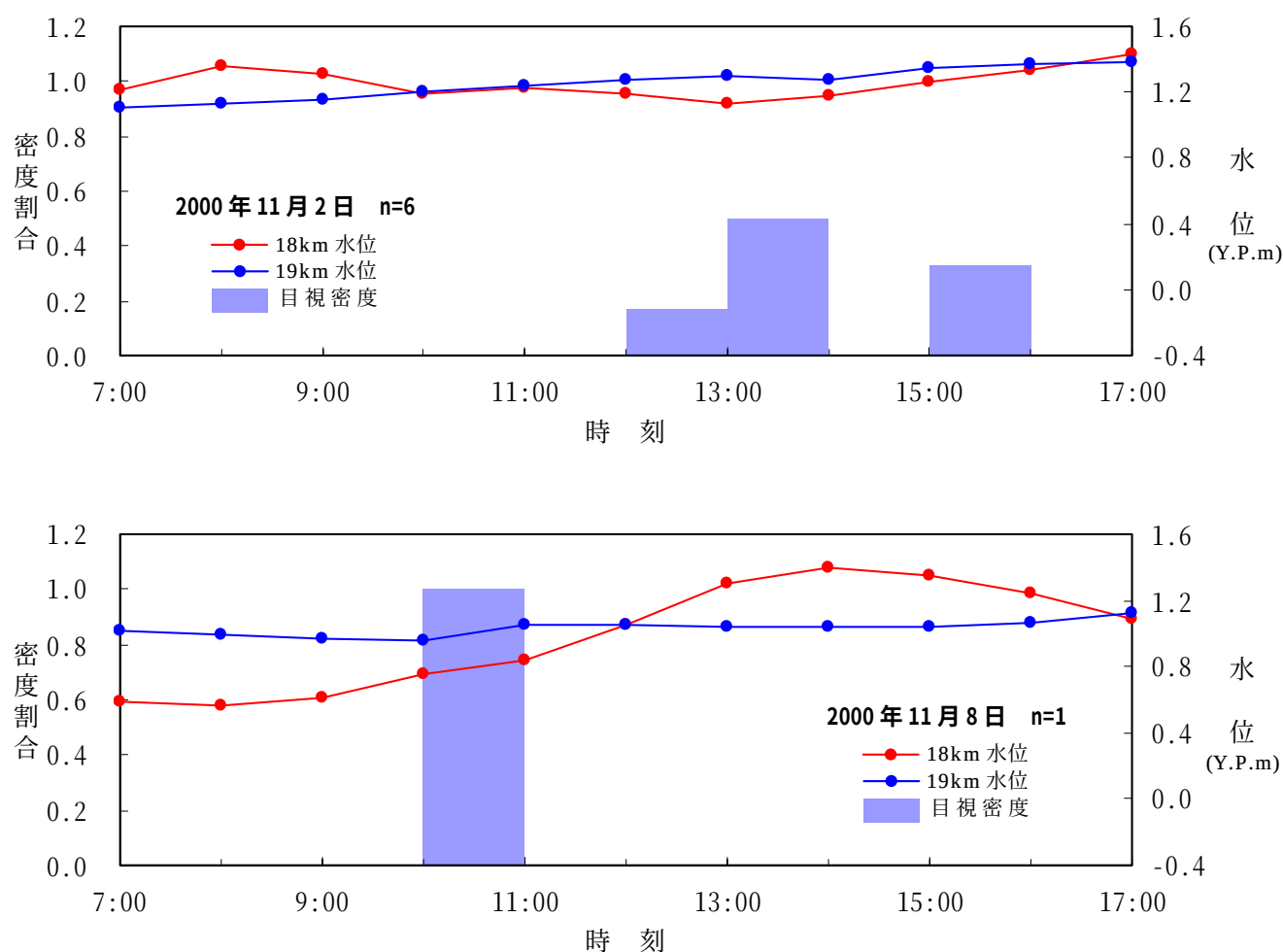


図 4.5.5(1) 昼間のサケ遡上密度の変化と堰上下の水位との関係(1)

注 1:目視調査と採捕調査が並行実施された場合には、採捕調査の結果を用いた。

注 2:1 時間あたりの遡上個体数を求め、それぞれの全体に対する割合で示した

注 3:利根川の 18km 地点の水位を堰下流の、19km 地点の水位を堰上流の水位とした

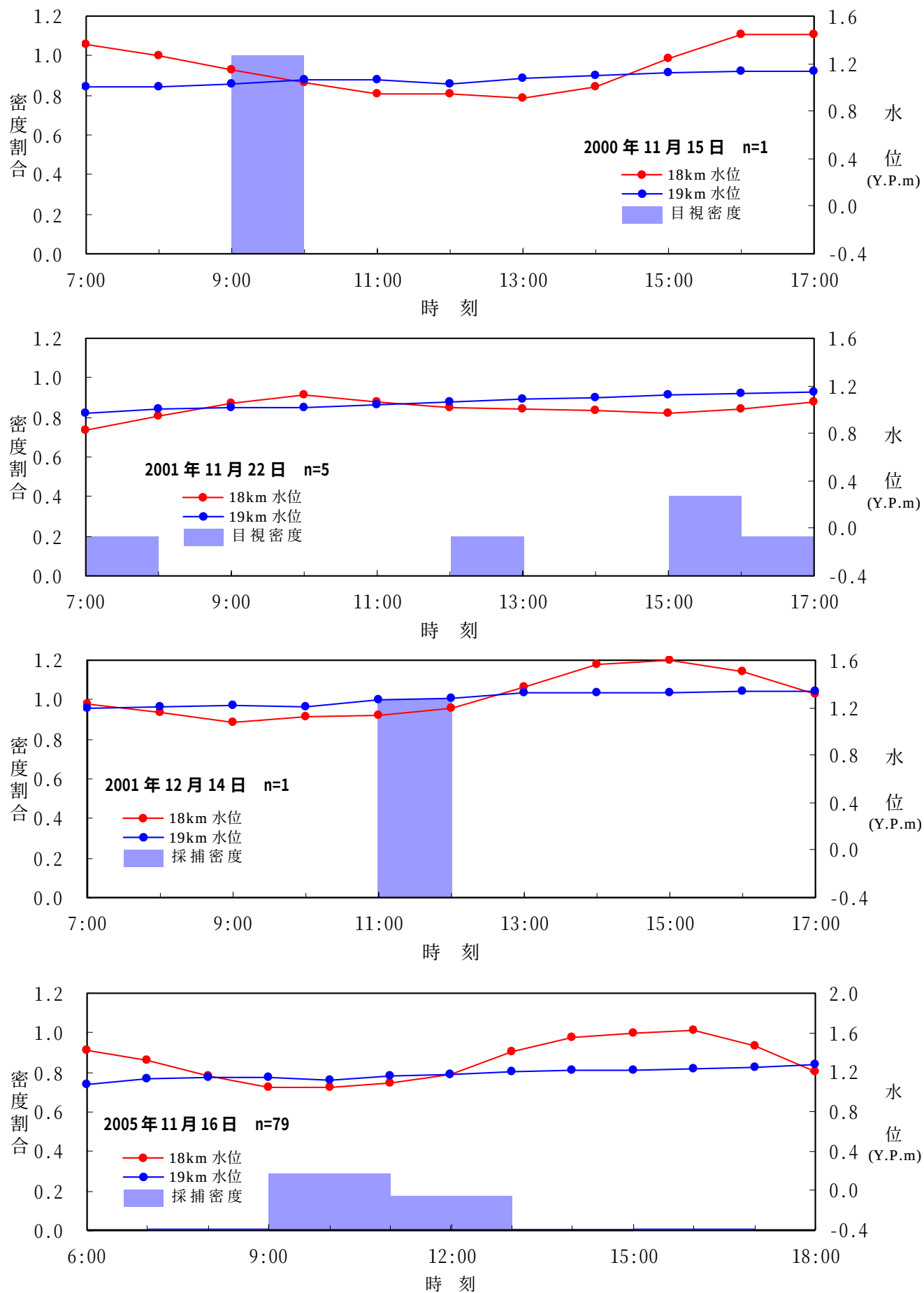


図 4.5.5(2) 昼間のサケ遡上密度の変化と堰上下の水位との関係(2)

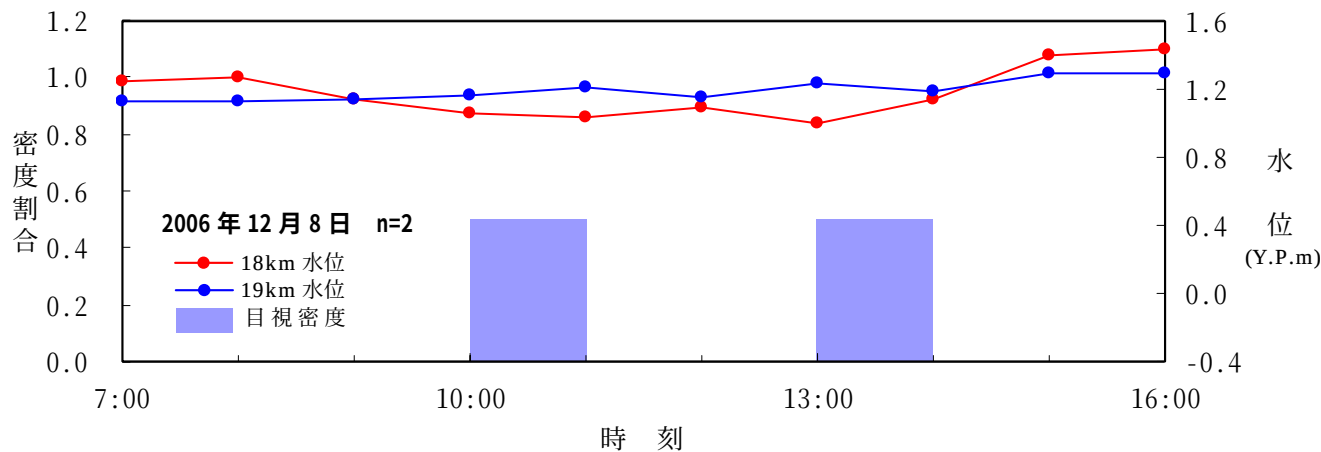
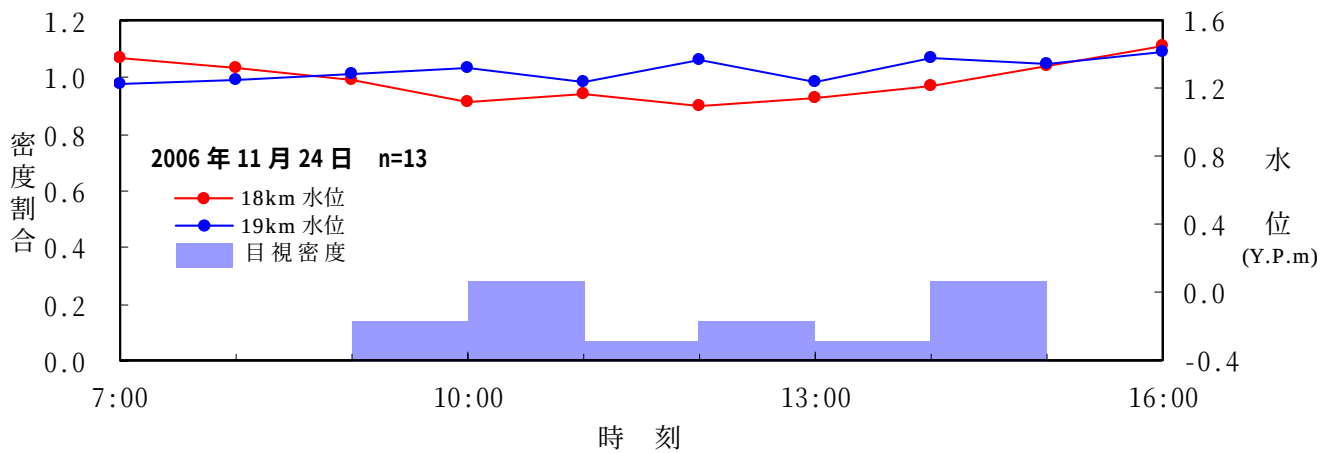
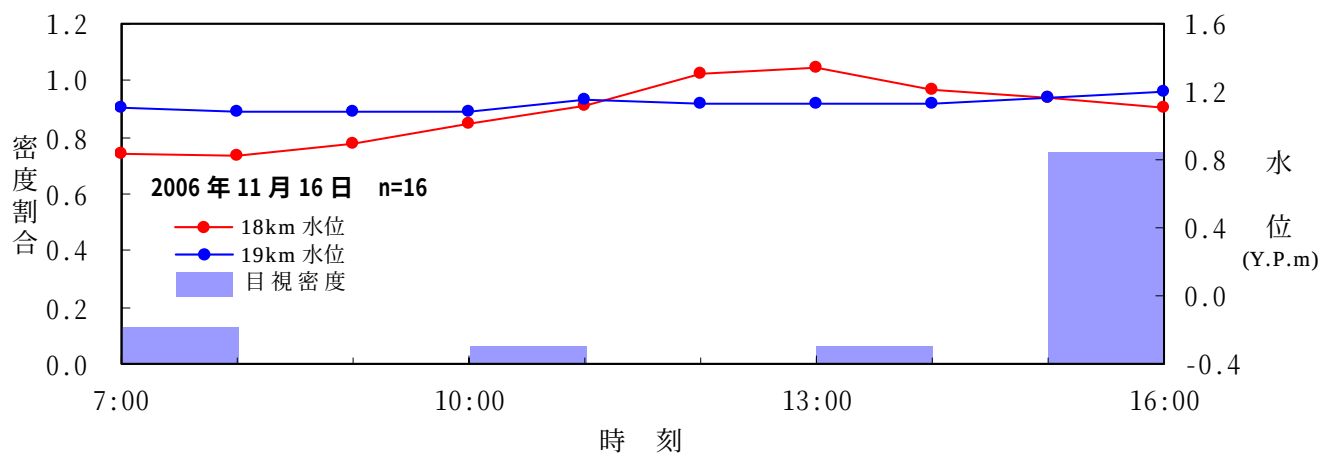
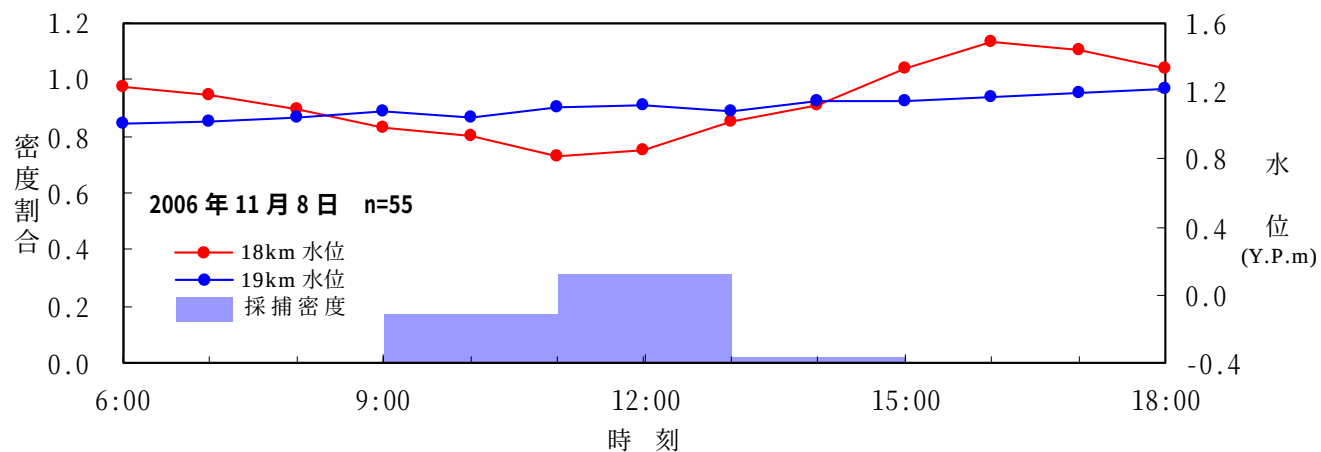


図 4.5.5(3) 昼間のサケ遡上密度の変化と堰上下の水位との関係(3)

さらに、24 時間調査で遡上サケが採捕された 2 回について、24 時間のサケ遡上密度を、先と同様に図 4.5.6 に示す。

僅か 2 例のみの結果なので一般性には乏しいが、サケは主に、日中の順流時に魚道を遡上することが伺える。これは、数が少ないときには日中に(遡上が)多く、特に夜明けの薄明時にピークを持つという、サケの遡上生態を反映したもので、夜明けの薄明時に遡上がみられなかったのは、魚道が逆流していたためと考えられる。

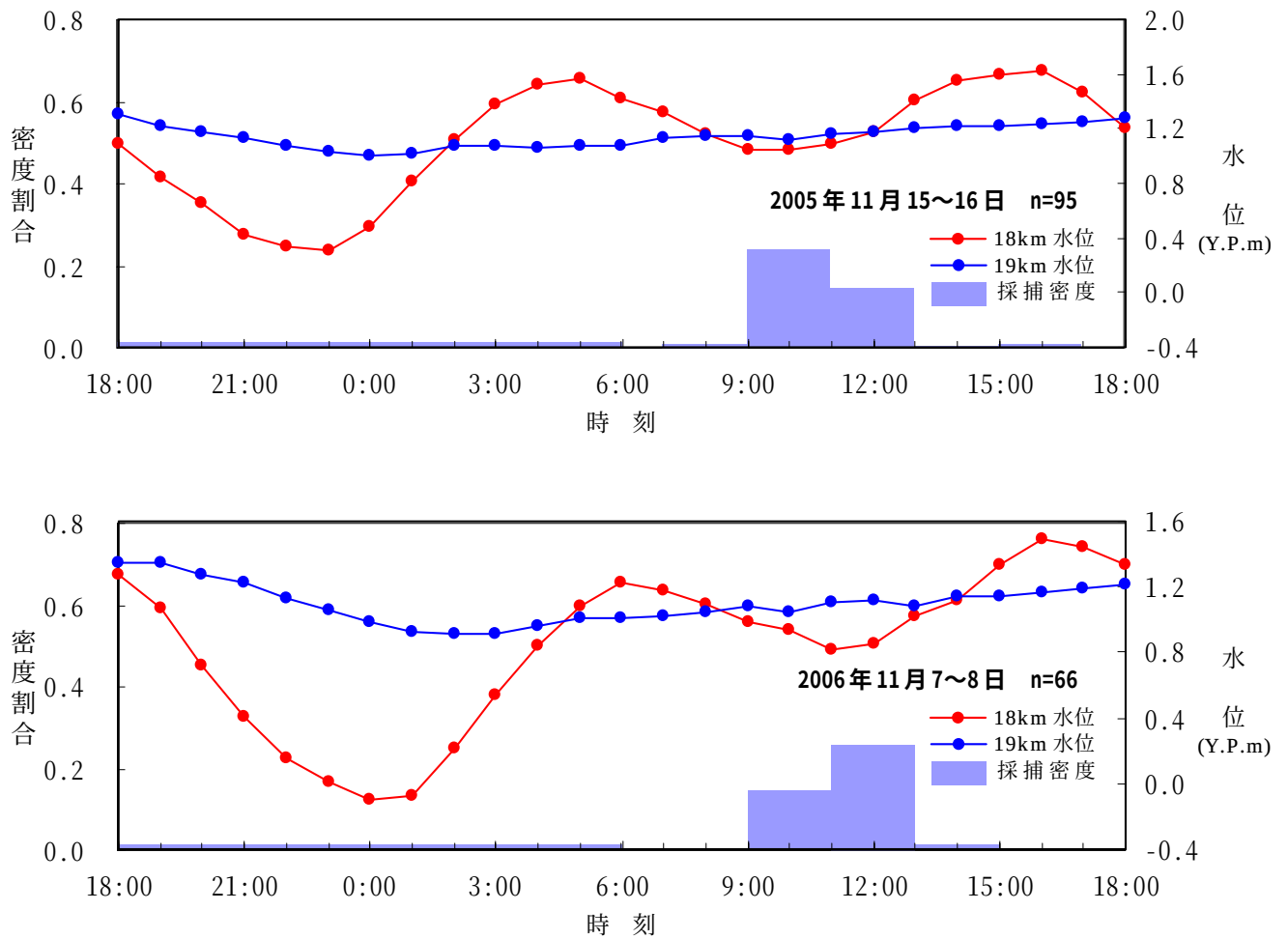


図 4.5.6 サケ遡上密度の変化と堰上下の水位との関係

4.5.4 遡上密度と魚道最上流隔壁の越流流速との関係

サケが遡上する際の流速を検討するために、多数のサケが遡上した時間帯における、魚道最上流隔壁の越流流速を検討した。

平成 15 年 11 月 16 日と平成 16 年 11 月 8 日における、昼間のサケ遡上密度と魚道最上流隔壁の越流流速を図 4.5.7 に示す。

両調査回とも、9:00～13:00 における採捕個体数が多かったもので、2 時間の採捕時間の中間にあたる 10:00 と 12:00 の流速を、その採捕時間における流速とすると、隔壁越流流速は 0.09～1.47m/s の範囲にあり、平均すると 0.77m/s であった。またサケは、比較的流れがはっきりとした、順流のピーク付近で多く遡上することが示唆された。

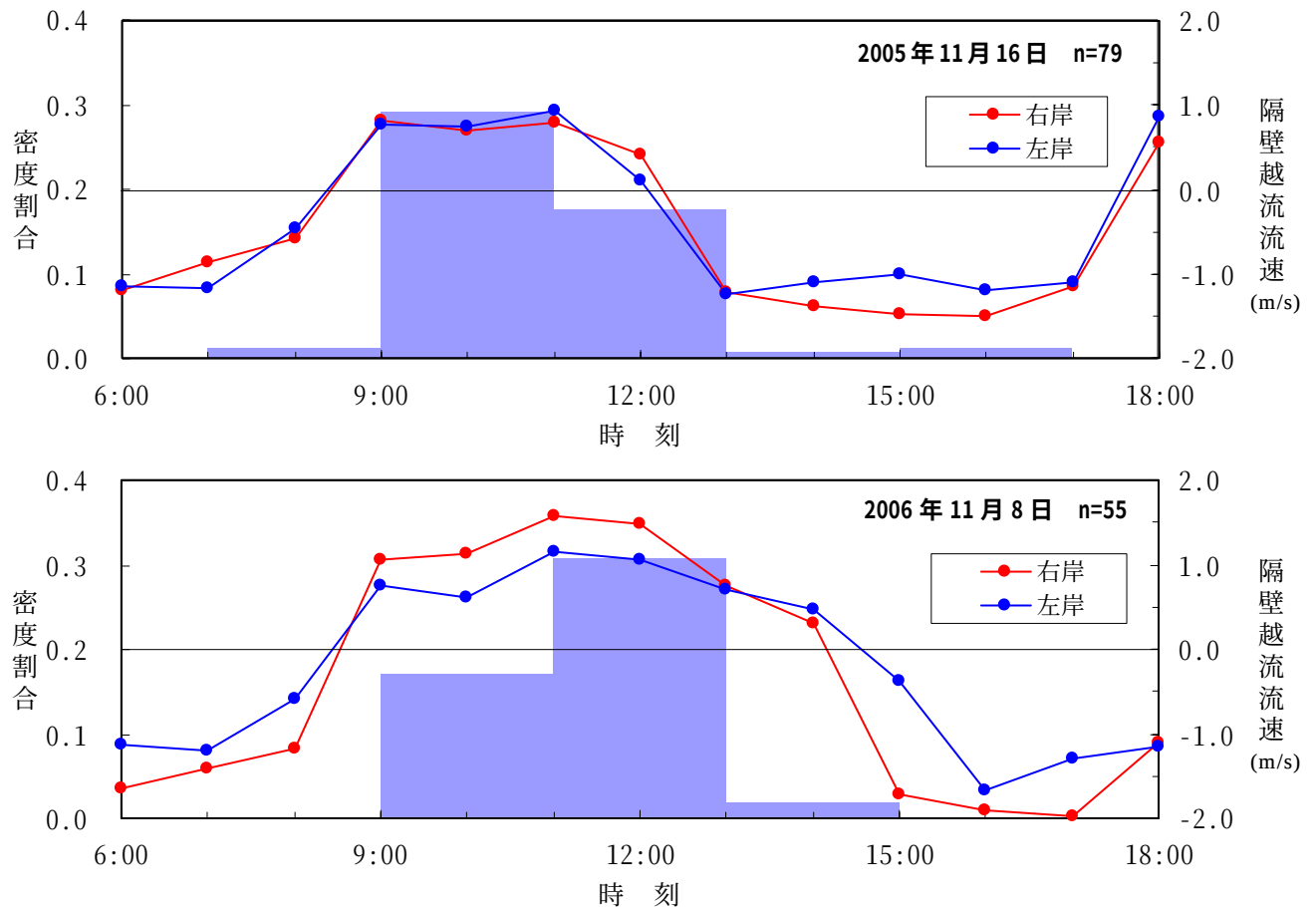


図 4.5.7 サケ遡上密度の変化と隔壁越流流速との関係

4.5.5 サケの遡上降下位置の偏り

サケが魚道を遡上降下する際、アユやワカサギにみられるように、魚道の川側または陸側を選好する傾向があるかどうかを明らかにするため、平成 17、18 両年の目視調査結果を検討した。

6 回のべ 1,380 分の目視調査で確認されたサケの遡上降下状況を表 4.5.2 に要約した。

表 4.5.2 平成 17、18 年において、サケが魚道を遡上降下した位置

項 目	遡 上			
	右 岸		左 岸	
	右側	左側	右側	左側
確認回数	8	7	12	6
個体数合計	179	174	197	182
項 目	降 下			
	右 岸		左 岸	
	右側	左側	右側	左側
確認回数	4	4	3	4
個体数合計	156	162	163	162

遡上降下が確認された回数^{注 1}と遡上降下魚の合計には、いずれの場合にも、大きな左右差は認められなかった。遡上降下と岸別に、左右間の目視個体数の差を、符号付順位和検定(Wilcoxon 検定)によって検討したが、いずれの場合においても有意差は認められなかった($p > 0.05$)。

以上から、魚道を遡上降下するサケは、少なくとも最上流隔壁においては、左右岸の特定の位置を選好していないことが示唆された。

注 1:サケの遡上降下が目視された観察時間(10 分間)の回数

4.5.6 採捕調査がサケの遡上行動に与える影響

目視調査と併行して実施した採捕調査が、サケの遡上行動に影響を与えているか否かを検討した。調査内容別に整理したサケの遡上降下別の目視個体数を、表 4.5.3 に示す。

表 4.5.3 調査内容別の目視遡上降下個体数

調査内容	調査日	時間帯	遡上	降下	観察岸
採捕+目視	平成 16 年 11 月 25 日	6:00-11:00	0	0	左岸
	平成 17 年 11 月 16 日	8:00-17:00	43	30	両岸
	平成 18 年 11 月 8 日	//	24	29	両岸
	合計		67	59	
目視のみ	平成 12 年 11 月 2 日	7:00-17:00	6	1	両岸
	11 月 8 日	//	1	0	両岸
	11 月 15 日	//	1	0	両岸
	平成 13 年 11 月 22 日	//	5	0	両岸
	12 月 14 日	//	1	0	両岸
	平成 16 年 11 月 25 日	6:00-11:00	1	0	右岸
	平成 18 年 11 月 16 日	7:00-16:00	18	0	両岸
	11 月 24 日	//	13	1	両岸
	12 月 8 日	//	2	1	両岸
	合計		48	3	

採捕調査と目視調査を併行実施した場合には、遡上個体数とほぼ同数のサケの降下が目視されているのに対し、目視調査を単独で実施した場合には、降下個体数は遡上個体数の約 1 割であった。

目視全個体のうちで降下魚が占める割合の 95%信頼区間^{注 1}は、採捕調査と目視調査を併行実施した場合には 0.38～0.56、目視調査を単独で実施した場合には 0.02～0.16 と計算され、両区間は明らかに異なっていた。このことから、降下魚の割合は、採捕調査を併行実施した場合のほうが明らかに多く、ふくろ網の設置による魚道の閉塞が、サケの遡上行動を変化させていることが推察される。

注 1:全目視個体数を N、降下魚の割合を p、標準正規分布の上側 α 点を Z α とした場合、100(1-2 α)% 信頼区間の上下限 π ± は、

$$\pi \pm = \frac{p + Z \alpha / 2N \pm Z \alpha \sqrt{[p(1-p)/N + (Z \alpha / 2N)^2]}}{1 + Z \alpha / 2N}$$

4.5.7 利根川におけるサケの遡上状況

利根川の 154 km 地点に位置する利根大堰では、毎年 10 月 1 日から 12 月 25 日までの間、魚道における採捕によって、サケの日毎遡上個体数を計数している。ここでは、近年の利根川におけるサケの遡上動向を明らかにするために、資料を水資源機構利根導水総合管理所のホームページ^注から取得して整理した。

(1)平成 10 年以降の調査期間内遡上個体数

利根大堰の魚道が改築された平成 10 年以降において、毎年 10 月 1 日から 12 月 25 日までの間に魚道で採捕されたサケの年別合計個体数を図 4.5.8 に示す。

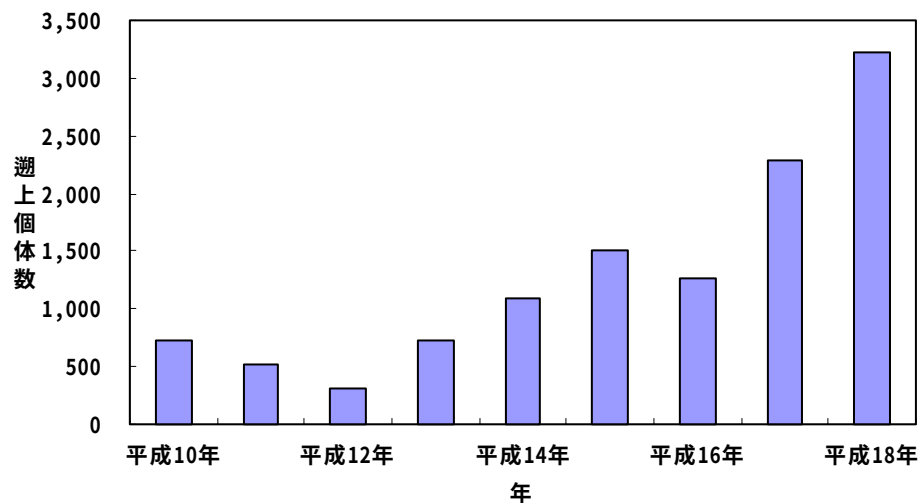


図 4.5.8 平成 10～18 年における利根大堰でのサケ遡上個体数(10/1～12/25)
(資料は水資源機構利根導水総合管理所の HP より引用)

魚道改築後の利根大堰におけるサケの遡上個体数は、平成 12 年に 311 個体の極小を記録した後、毎年ほぼ一様に増加し、今年(平成 18 年)は 3,000 個体と、極小年のほぼ 10 倍に達した。

平成 12 年と 13 年にも、利根川河口堰でサケの遡上調査が行われたが、平成 12 年には延べ 50 時間の目視調査に対して遡上魚 8 個体と降下魚 1 個体が、平成 13 年には延べ 40 時間に対して遡上魚 6 個体のみと、今年や昨年と比較して確認個体数は少数であった。これは、全体の遡上個体数が、今年の 1 割程度であったことが強く影響していたと考えられる。

注:<http://www.water.go.jp/kanto/ton/sake/saketati.html>

日本はサケのアジア側の分布の南限に位置しており¹⁾、周辺海域の水温が遡上動向に大きく影響していることが想像される。そこで、平成 18 年 9 月から 12 月までの水温分布を検討した。海面水温と、その平年値(昭和 45 年から平成 12 年までの平均)からの偏差を図 4.5.9 に示す。

9 月から 12 月にかけて、利根川の河口周辺海域における海水温は 15℃を下回ることはなく、海水温が 12℃以下でないとサケは来ないという、一般的にいわれている傾向は認められなかった。しかし今年は、親潮の勢力が強く(図 4.5.10 参照)、10 月には三陸沖に平年より 1℃以上低温の水塊が存在し、河口周辺も平年より 0～1℃低くなっていた。このことが、利根大堰におけるサケの遡上数が、過去最高を記録した要因のひとつであることが想像される。

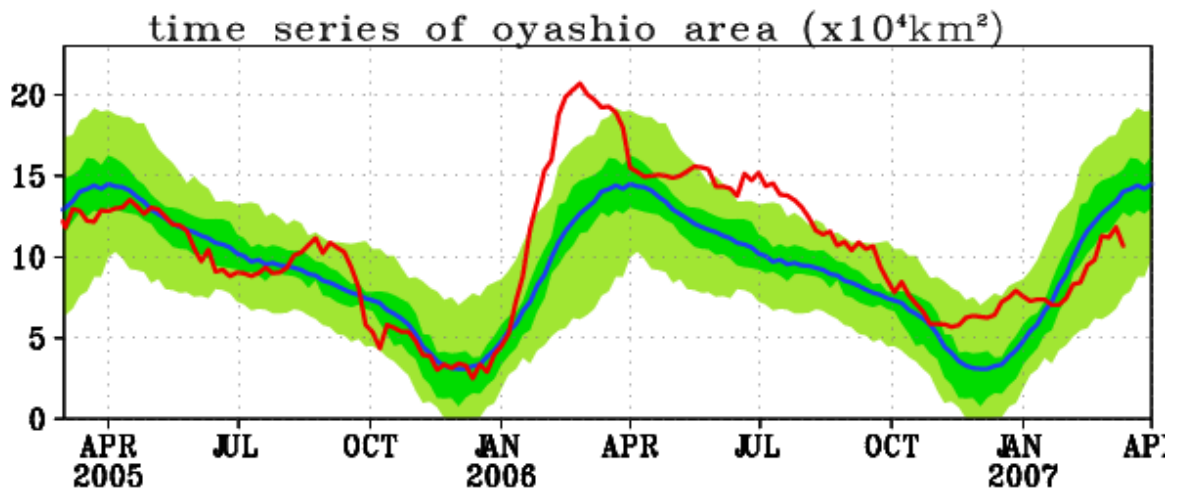


図 4.5.10 過去 2 年間における親潮の面積の時間変化^{注 1} (気象庁 HP^{注 2} より引用)

注 1: 親潮の面積は、東経 141 度～148 度、北緯 43 度以南における、深さ 100m の水温が 5℃以下の領域の面積と定義され、図中の赤い線が親潮の面積の時間変化を、青い線は 1971～2000 年の過去 30 年間の平均の推移を示す。濃い緑は、親潮の面積の「平年並」の範囲(1971～2000 年の 30 年間に出現した親潮の面積の、上位 1/3 および下位 1/3 の事例を除いた範囲)を、薄い緑は、1971～2000 年の 30 年間に出現した親潮の面積の、上位 1/10 および下位 1/10 を除いた範囲を示す。

注 2: http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/db/kaikyo/oyashio/oyashio_area.html

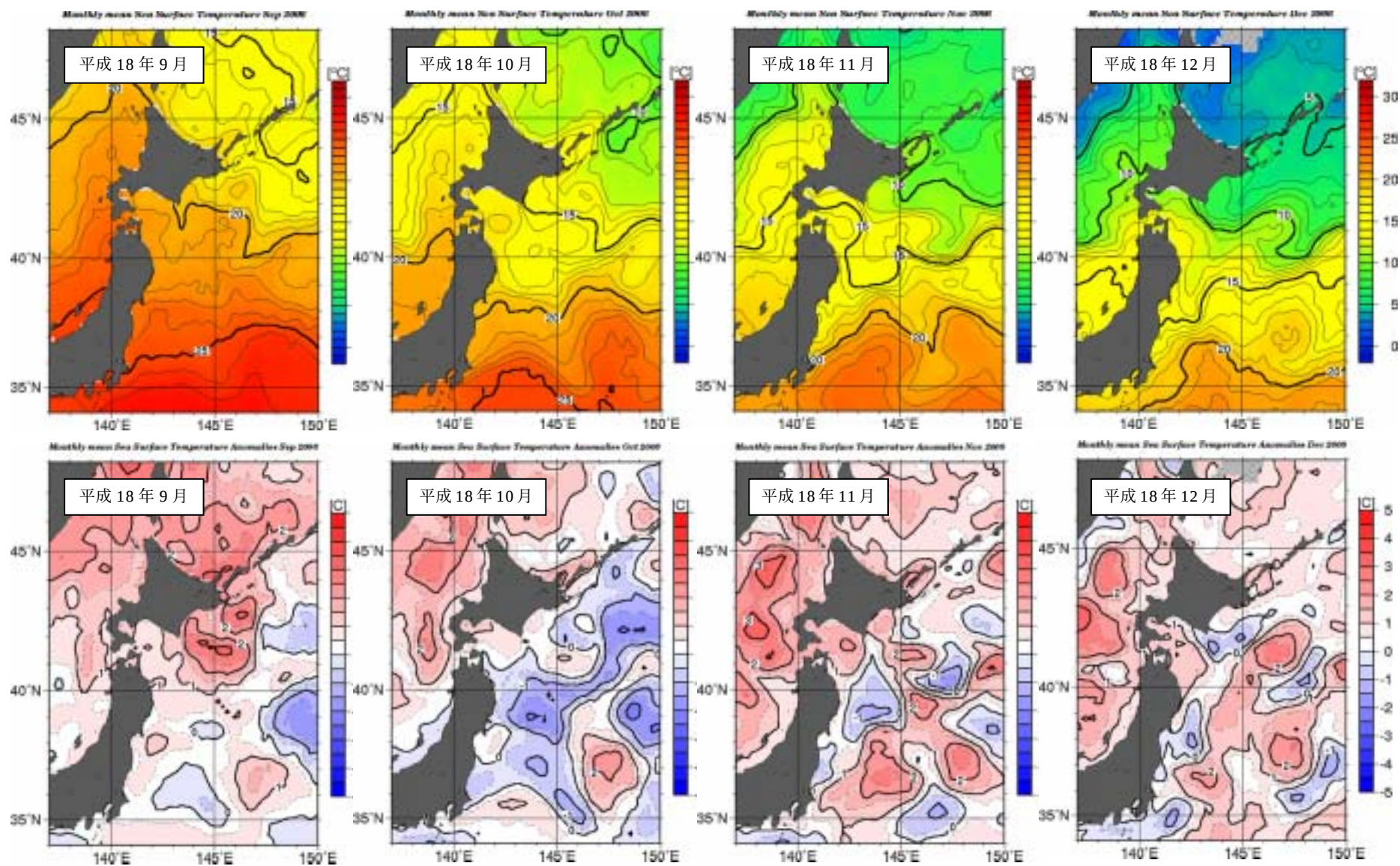


図 4.5.9 平成 18 年 9～12 月の月平均海面水温(上)とその平年差の推移(下) (平年差は昭和 45 年から平成 12 年までの平均値からの差:気象庁 HP より引用)

(2)直近 3 年間の日毎遡上個体数

平成 16 年から 18 年にかけての、毎年 10 月 1 日から 12 月 25 日までの間に魚道で採捕されたサケの日毎遡上個体数の推移を図 4.5.10 に示す。

日毎の遡上個体数は平成 16 年から、年を経るごとに増加したが、遡上開始、ピーク、終了の時期に大きな違いは認められなかった。このことから、利根大堰におけるサケの遡上個体数の増加は、日毎の遡上個体数の増加によるもので、遡上期間の長期化によるものではないと考えられる。

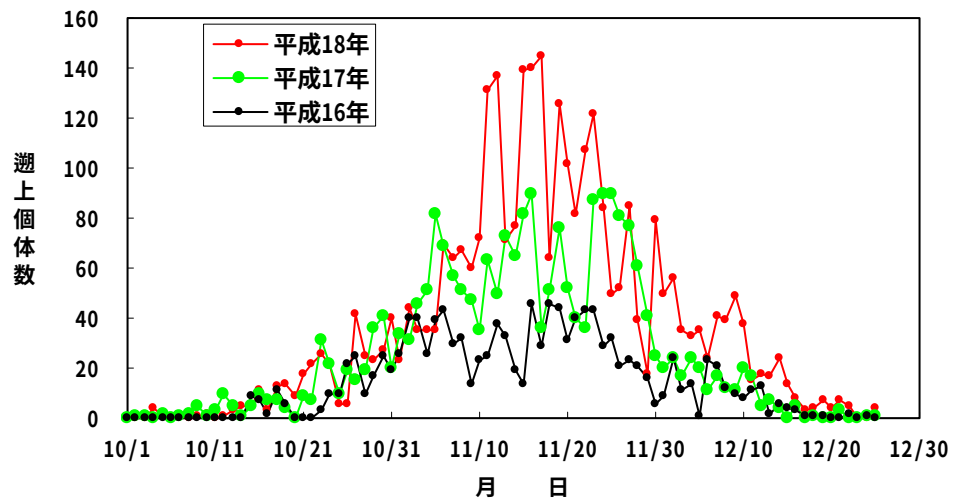


図 4.5.10 平成 16～18 年における利根大堰での日毎サケ遡上個体数
(資料は水資源機構利根導水総合管理所の HP より引用)

引用文献

- 1) 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海(編). 2001. 改定版 日本の淡水魚. 山と溪谷社.
- 2) 中村俊六. 1995. 魚道のはなし. 山海堂.
- 3) 財団法人リバーフロント整備センター(編). 1996. 魚道及び降下対策の知識と設計. 財団法人リバーフロント整備センター.

5. シラスウナギ調査

5. シラスウナギ調査

5.1 調査目的

本調査では、魚道上流側におけるシラスウナギの遡上実態を把握するために、夜間の採捕調査を行い、流況と遡上個体数の関係を検討した。

5.2 調査日時

採捕調査Ⅰの調査日と調査時間を表 5.2.1 に示す。シラスウナギは夜間の逆流時に遡上すること知られているので、昨年と同様に、日没時に満潮となる新月・満月の日に調査を行った。

表 5.2.1 シラスウナギ調査の実施日時

調査回	調査日	調査時間	月 齢*	潮 汐	調査対象
第 1 回	1 月 4～5 日	17:00～翌 7:00	15.0	大 潮	シラスウナギを含む魚介類
第 2 回	1 月 19 ～20 日	17:00～翌 7:00	0.5	大 潮	
第 3 回	2 月 3～4 日	17:00～翌 7:00	15.5	大 潮	
第 4 回	2 月 18 ～19 日	17:00～翌 7:00	0.9	大 潮	
第 5 回	3 月 5～6 日	17:00～翌 7:00	15.9	大 潮	

*:0:00 の値

5.3 調査方法

5.3.1 魚介類採捕

利根川河口堰高水敷左右岸に設置されている魚道において、冬季(1～3月)における魚類、特にシラスウナギの遡上実態を把握するために、魚道上流側に目合い 55 節(約 $1.4 \times 1.4\text{mm}$)のふくろ網を設置して採捕を行った。ふくろ網は魚道の「角落とし」の片方を利用して設置した。もう一方の「角落とし」はもじ網で仕切って、遡上魚をふくろ網に誘導した。調査に用いた目合い 55 節のふくろ網の三面図を、設置状況を含めて図 5.3.1 に示す。

ふくろ網は 17:00 に設置し、順流から逆流および、逆流から順流への転流時と、翌 7:00 に入網していた魚介類を採集した。採集した魚類については現場で同定した後、種類別の個体数と湿重量を計数・計測し、20 個体を上限に全長・体長を計測した。

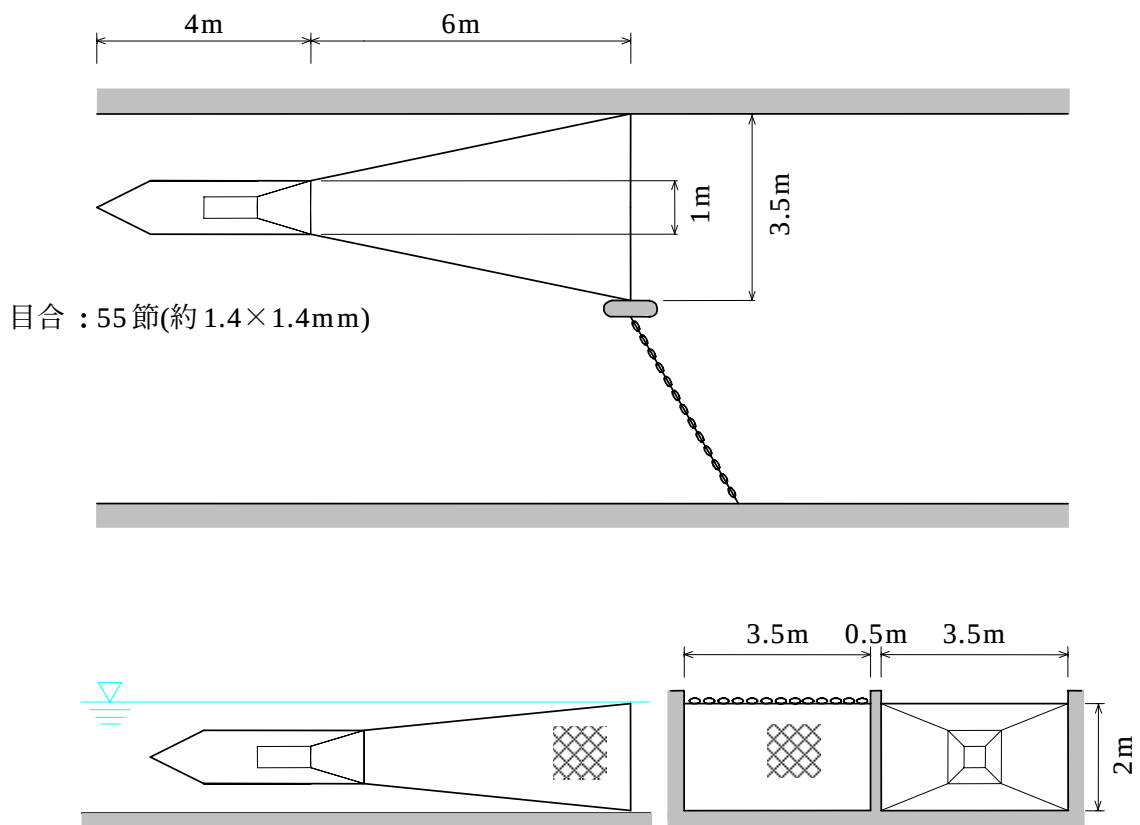


図 5.3.1 シラスウナギ調査に使用したふくろ網と設置方法

5.3.2 環境要因測定

魚類採捕と並行して、図 5.3.2 の位置で、下記の環境要因を毎正時に測定し、解析の参考に供した。

- 魚道外環境要因

- ・ 天候、雲量、気温、気圧、照度

気圧は左岸魚道下流部でのみ測定し、その他は右岸魚道上流部と左岸魚道下流部で測定した。

- 魚道内環境要因

- ・ 水質(pH、電気伝導度、濁度、DO、水温、透視度)

いずれも網設置用足場と最上流隔壁の間(図 3.2.2)において、水質測定機器(堀場製作所 U-21)によって測定した。

- ・ 魚道内の流向と出現隔壁数

魚道内において目視で測定し、出現隔壁数については固定式隔壁と可動式隔壁を分けて記録した。

- ・ 最上流隔壁越流部、魚道内、網設置地点の流速

図 3.3.2 に示す位置(岸から約 1m)において、水深の中央(隔壁越流部)または 20cm 深(網設置地点および魚道内)における流速を、小型のプロペラ式流速計(三浦理化産業 CR-7)によって測定した。

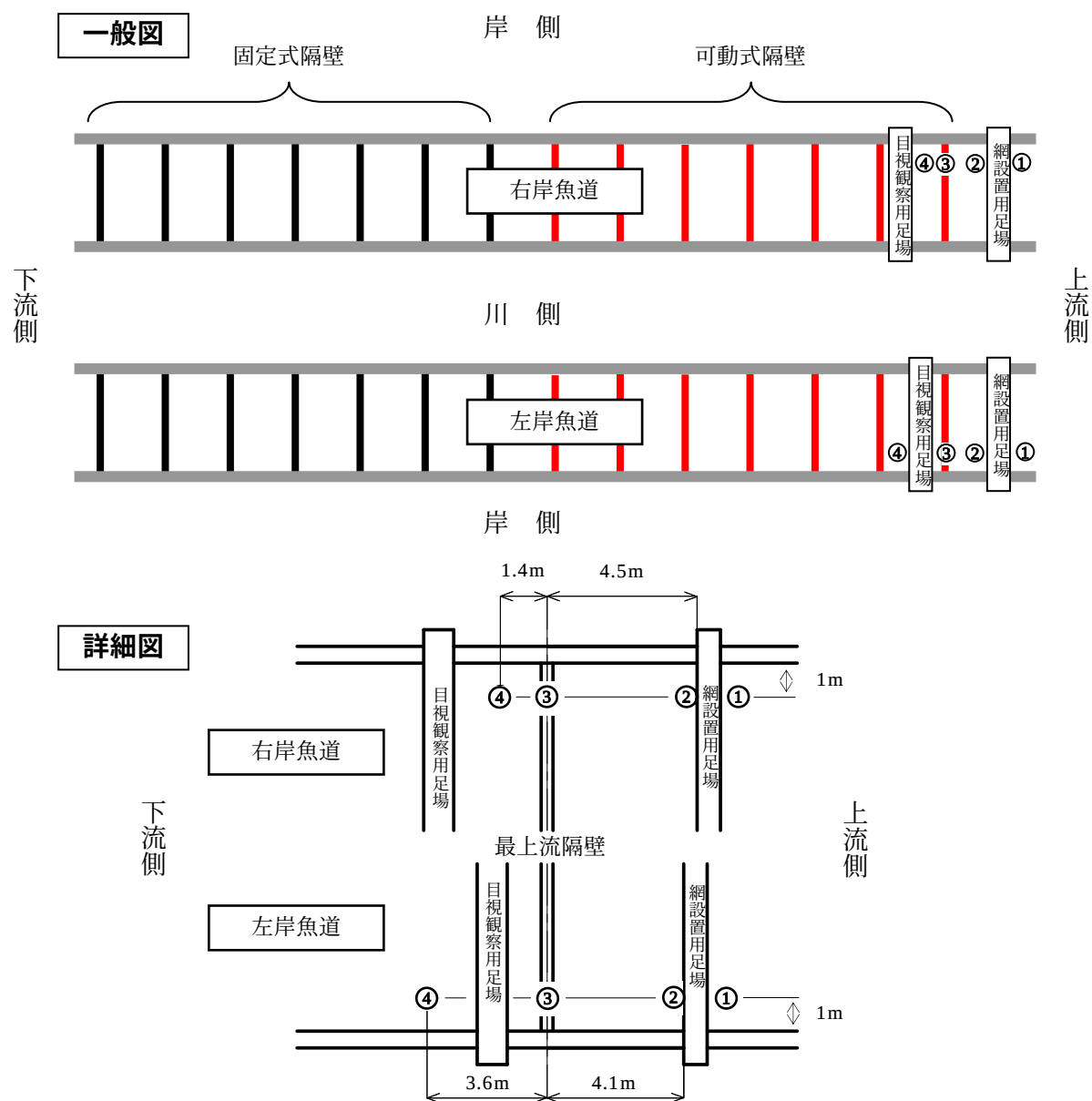
- ・ 最上流隔壁越流部の水深

図 3.3.2 に示す位置において、スタッフによって測定した。

- その他の要因

以上に加えて、以下の項目を利根川河口堰の堰操作記録と管理日報、および常陸川水門操作月報から取得した。

- ・ ー1km、18km および 19km 地点の水位
- ・ 利根川河口堰および常陸川水門の操作状況



- ① : 網設置地点流速
- ② : 水質
- ③ : 隔壁越流部流速および水深
- ④ : 魚道内流速

図 5.3.2 両岸魚道における環境測定位置

5.4 調査結果

5.4.1 採捕調査

5 回のシラスウナギ調査において、夜間(17:00～翌 7:00)に魚類 256,433 個体が採捕され、9 目 15 科 27 種が確認された。各回における魚類の確認種類数と個体数の推移を表 5.4.1 に示す。

エビ・カニ類は 288 個体が採捕され、1 目 2 科 3 種が確認された。魚類とエビ・カニ類の種類別確認個体数を付表 9 に示す。

表 5.4.1 シラスウナギ調査における確認種類数と個体数

調査日	魚類		エビ・カニ類	
平成 19 年 1 月 4～5 日	5 目 7 科 10 種	244 個体	1 目 2 科 3 種	6 個体
1 月 19～20 日	4 目 6 科 11 種	659 個体	1 目 2 科 2 種	13 個体
2 月 3～4 日	5 目 8 科 12 種	1,043 個体	1 目 2 科 2 種	10 個体
2 月 18～19 日	5 目 11 科 17 種	26,769 個体	1 目 2 科 3 種	34 個体
3 月 5～6 日	6 目 12 科 17 種	227,718 個体	1 目 2 科 3 種	225 個体



大量のイサザアミ(左)の中からシラスウナギ等を選別する(右)

5.4.2 調査時の水位変動と堰操作状況

調査時間内における利根川の－1km(河口)、18km(堰下流)、19km(堰上流)での水位、堰の通過流量と開閉状況および各点での流速を付図 18～22 にとりまとめた。

調査中の堰操作タイプは、全て操作 3 であった。使用水門数は、第 1 回調査では 3 つ、第 2～5 回調査では 4 つであった。水位や各点での流向流速において、特に例年と変わった事象は認められなかった。

5.5 考察

5.5.1 シラスウナギの遡上動向と経年比較

平成 16 年から 19 年(今年度)にかけての、夜間(17:00～翌 7:00)におけるシラスウナギの遡上個体数の推移を図 5.5.1 に示す。

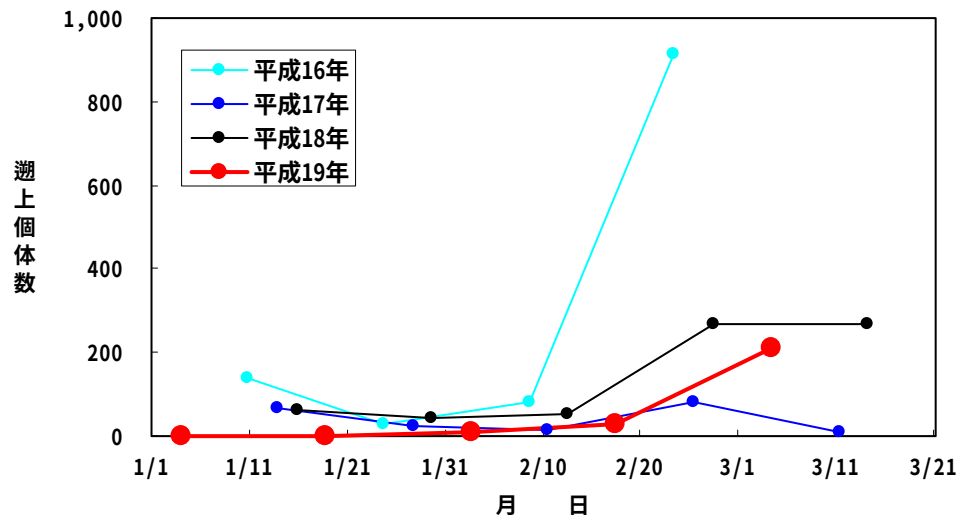


図 5.5.1 夜間(17:00～翌 7:00)におけるシラスウナギ遡上個体数の推移

いずれの年も、2 月 20 日以降に遡上個体数の増加がみられた。

ウナギは東経 132～140 °、北緯 15～18 ° の海域で 5～6 月に産卵し、孵化した幼生は海流によって西北西に運ばれ、黒潮外側で 11～12 月にシラスに変態する¹⁾。この生活史上の特徴から、沿岸へのシラスウナギの来遊量は、黒潮の離岸距離が小さい程多くなり、大きい程少なくなると想定される。そこで、平成 16 年から 19 年にかけての、1～3 月の海流とシラスウナギ遡上個体数の関係を検討した。

各年 1～3 月における日本南方海域での海流の推移を図 5.5.2 および図 5.5.3 に示す。一般的に利根川河口と黒潮との間の距離は短かく、概ね 1 ノット (1.852km/h)以上の、黒潮流軸に並行した海流が銚子沖にみられたが、平成 19 年 1、2 月には、三陸沖に存在した暖水塊(図中 HT)周辺の時計回りの渦流によって、銚子沖の海流は極めて緩やかなものとなっていた。このような条件下では、黒潮外側から沿岸へのシラスウナギの移送は少数に留まると考えられる。よって、今年(平成 19 年)1、2 月の遡上個体数が低位に推移したことは、暖水塊周辺の渦流によって、利根川河口から黒潮が離岸したことの反映であることが示唆される。

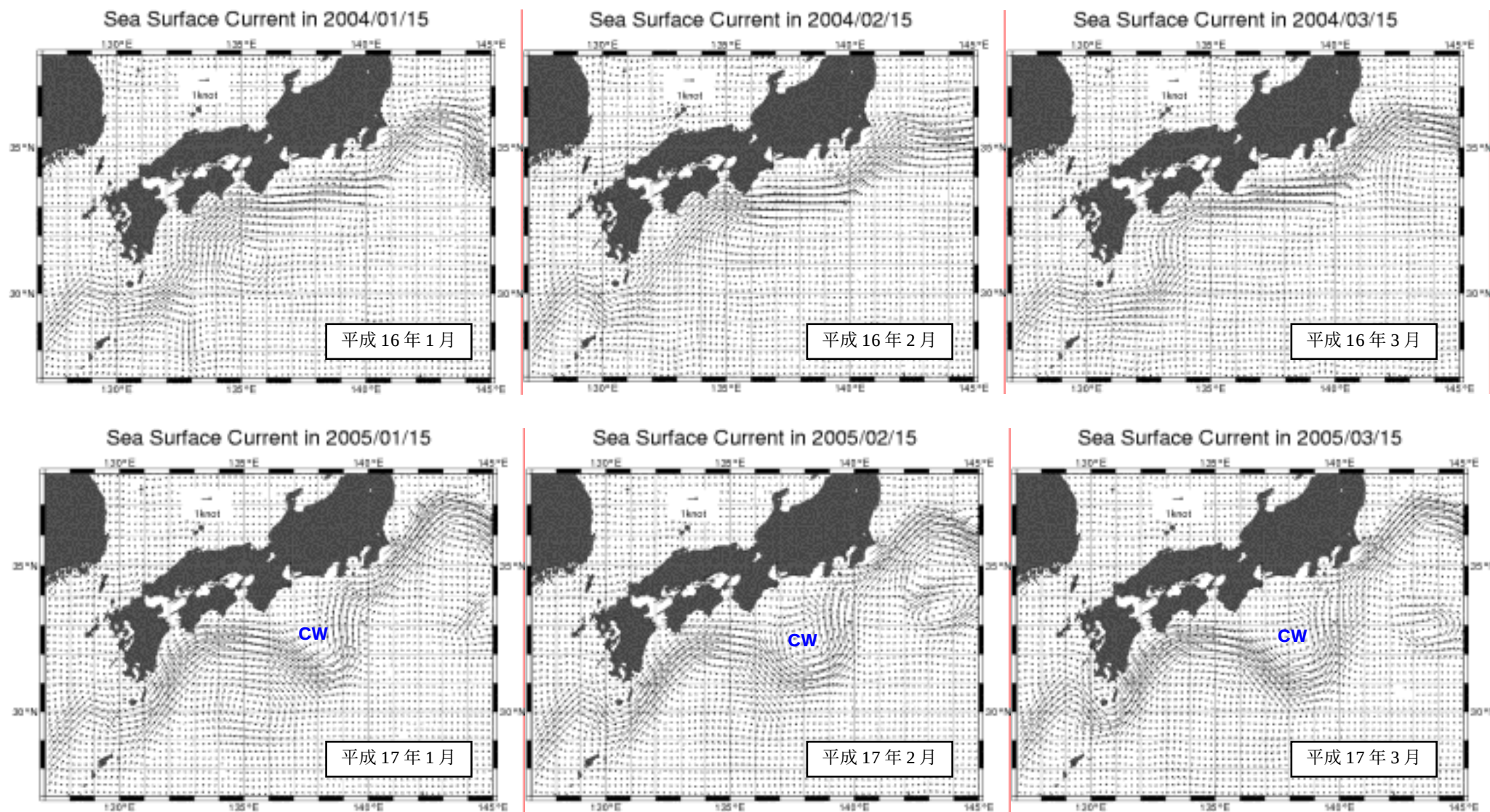


図 5.5.2 平成 16、17 年 1～3 月における日本南方海域での海流の推移(神戸海洋気象台 HP より引用)

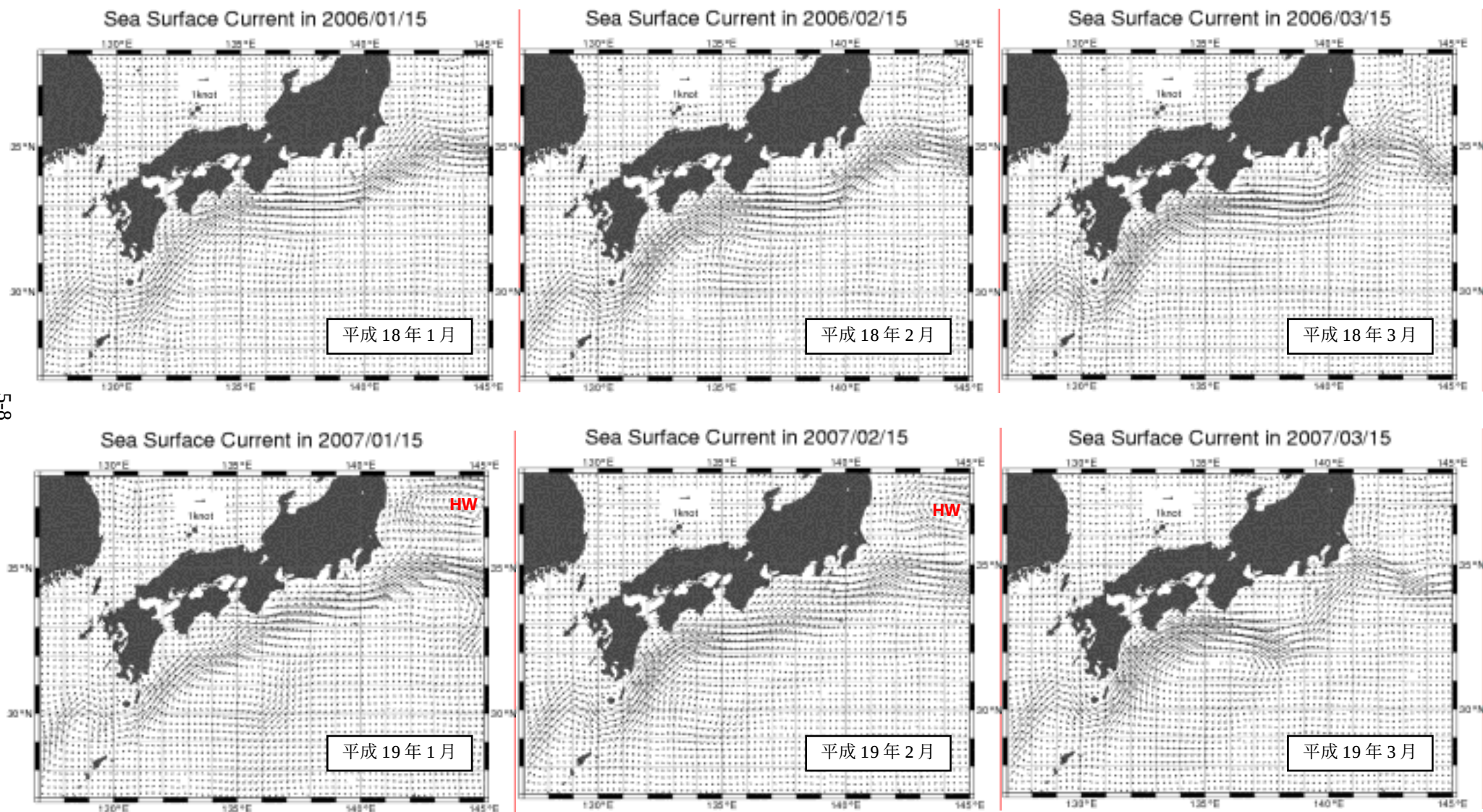


図 5.5.3 平成 18、19 年 1～3 月における日本南方海域での海流の推移(神戸海洋気象台 HP より引用)

また、黒潮の流路は、平成 17 年は大蛇行流路、それ以外は非大蛇行接岸流路であった。大蛇行流路の場合における種子島付近から銚子沖までの黒潮流路長は、非大蛇行接岸流路の場合と比較すると長くなると考えられる。また、黒潮外側で変態したシラスウナギの一部は、遠州灘沖に形成された半時計回りの渦流(冷水塊:図中 CW)中に閉じ込められたことが考えられる。よって、平成 17 年の遡上個体数が低位に推移したことは、黒潮が大蛇行流路であったことの反映であることが示唆される。

更にシラスウナギの遡上動向と河川水温の関係を検討するために、平成 16 年から 19 年にかけての、河口 18km 地点上層における水温をプロットした。結果を図 5.5.2 に示す。

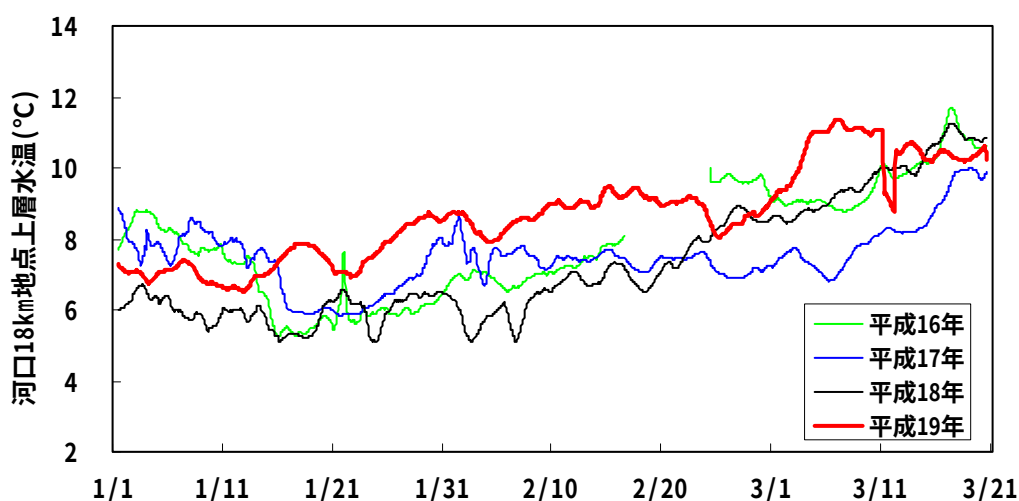


図 5.5.4 過去 4 年間の冬季における河口 18km 地点上層の水温(25h 移動平均)

平成 19 年 1～3 月の水温は、全般的に高めに推移した。シラスウナギは 0℃で 1 日、2℃で 8 日で死亡するが、25℃では正常に生息する²⁾ので、この高水温が遡上を抑制したとは考えにくい。また、今回同様に、シラスウナギの遡上が少数であった平成 17 年の水温は、2 月下旬から 3 月下旬にかけて低く推移し、一旦増加に転じた遡上個体数が再び減少したことも、この推定を裏付けているものと考えられる。

5.5.2 魚道内の流況と採捕個体数の関係

順流時間帯と逆流時間帯でのシラスウナギ採捕個体数の比と、採捕時間に占める順流時間帯の長さの比を併せて、図 5.5.4 に示す。

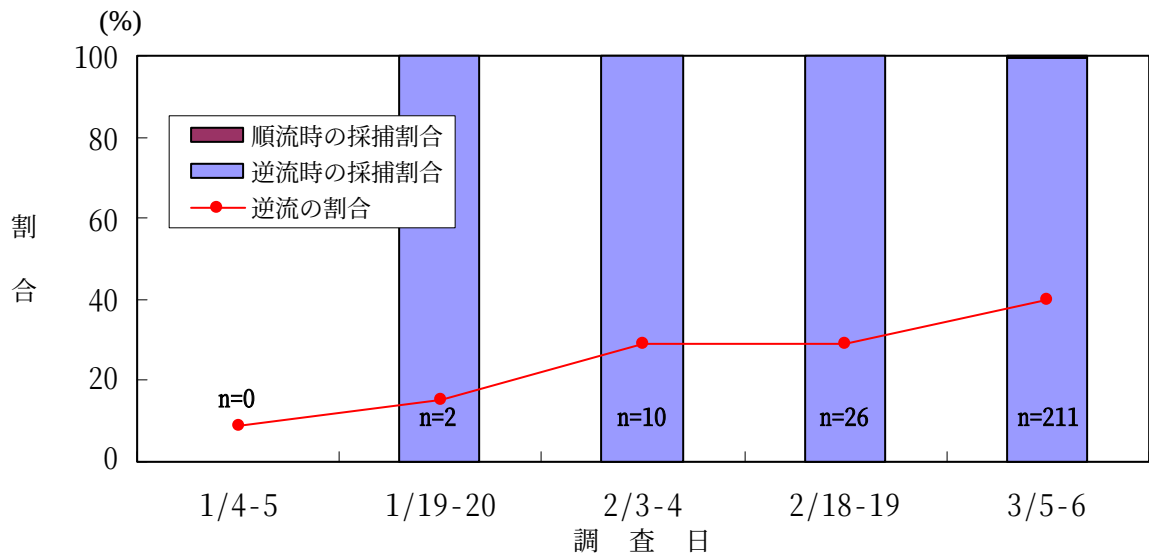


図 5.5.4 順流・逆流時間帯でのシラスウナギ採捕個体数の比と、採捕時間に占める順流時間帯の長さの比

本調査での 1 回 14 時間の採捕時間中に占める逆流時間帯の長さは、1 時間 15 分から 5 時間 35 分の範囲にあり、採捕時間の 8.9～39.9%は、魚道が逆流していた。

それに対して、採捕されたシラスウナギ 249 個体のうち、順流時間帯に採捕されたものは僅か 1 個体で、ほぼ全てのシラスウナギは逆流の時間帯に採捕されていた。

239 個体中 238 個体のシラスウナギが、時間にして 25%に満たない逆流時間帯に採捕されたことから、シラスウナギは利根川河口堰魚道を、夜間の逆流時間帯に集中的に遡上しているという、前年度調査²⁾と同一の結論が得られた。

利根川河口堰魚道では一般的に、大潮時には日没後と日出前に逆流となり、夜半は順流となる。日没後と日出前のどちらで遡上密度が高いかを検討するために、各々の逆流時間帯の時間と、そこでのシラスウナギ採捕個体数を整理した。結果を表 5.5.1 に示す。

第 1、2 回調査では、日没時には既に順流となっていて、魚道が逆流したのは日出前のみであった。その後は日没時には逆流であり、1 調査回において 2 回の逆流が存在した。採捕密度(1 時間あたりの採捕個体数)を比較してみると(図 5.5.5)、第 3、4 回調査では日没後に比べて、日出前の採捕密度が高かったが、第 5 回調査では反対に、日没後の採捕密度が高かった。これは第 5 回調査開始前から、利根川の右岸から左岸への強風が吹いたため、シラスウナギ等を含む

プランクトンが岸に吹き寄せられ、逆流によって魚道を遡上したためと考えられる。

表 5.5.1 逆流時間帯でのシラスウナギ採捕個体数

調査回	調査日	日 没 後		日 出 前	
		時 間	個体数	時 間	個体数
第 1 回	1 月 4～5 日	—	—	1h15m	0
第 2 回	1 月 19～20 日	—	—	2h10m	2
第 3 回	2 月 3～4 日	1h50m	2	2h15m	8
第 4 回	2 月 18～19 日	1h25m	1	2h40m	29
第 5 回	3 月 5～6 日	2h45m	129	2h50m	81
合 計		6h00m	132	11h10m	120

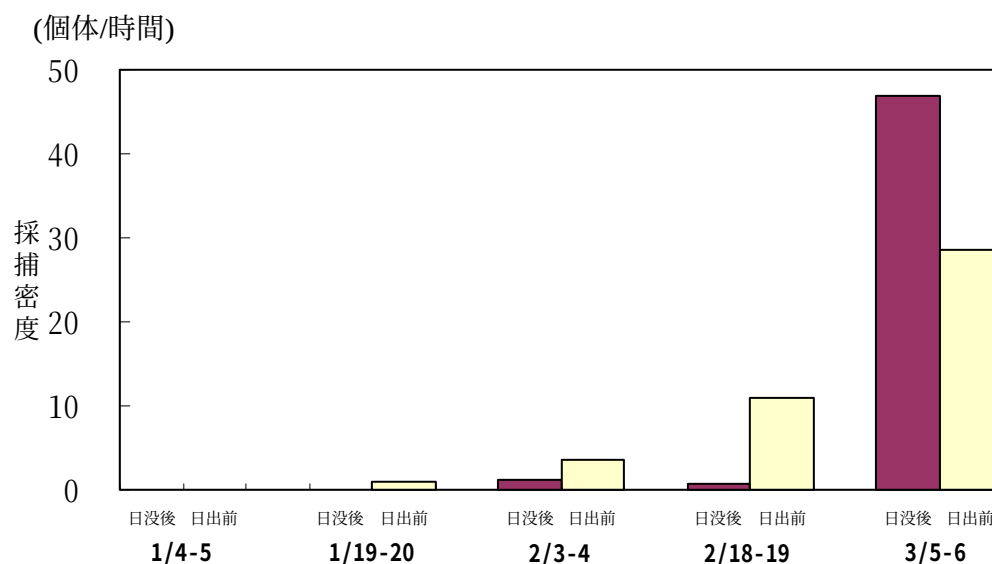


図 5.5.5 各逆流時間帯でのシラスウナギ採捕密度

5.5.3 水門の操作状況と採捕個体数の関係

シラスウナギは海水よりも塩分の低い水や、淡水の流れに向う性質が強いので²⁾、左右岸魚道における遡上個体数の偏りは、常陸側水門を含めた、水門の開放位置の反映であることが考えられる。そこで、両岸で採捕調査を行った平成 16、18、19 年の結果と、調査時に開放された水門位置の関係を整理した。結果を表 5.5.2 に示す。

表 5.5.2 水門の開放パターンとシラスウナギの遡上個体数との関係

調査年月日	右岸 遡上数	利根川河口堰開放水門 No.									常陸川	左岸 遡上数	全体に対する 右岸遡上数の 95%信頼区間
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
平成 16 年 1 月 11～12 日	79		●		●				●			61	0.48～0.64
1 月 25～26 日	12		●		●				●			16	0.27～0.61
2 月 9～10 日	44		●	●					●			39	0.42～0.63
2 月 24～25 日	587			●	●				●			325	0.61～0.67
平成 18 年 1 月 16～17 日	11			●		●		●			●	49	0.11～0.30
1 月 30～31 日	22			●		●		●				22	0.36～0.64
2 月 13～14 日	26			●		●		●				27	0.36～0.62
2 月 28～3 月 1 日	140			●		●		●				129	0.46～0.58
3 月 15～16 日	82					●	●	●				185	0.25～0.36
平成 19 年 1 月 4～5 日	0				●	●	●				●	0	—
1 月 19～20 日	1			●	●	●	●					1	0.09～0.91
2 月 3～4 日	3			●	●	●	●					7	0.11～0.60
2 月 18～19 日	5			●	●	●	●					25	0.07～0.34
3 月 5～6 日	38				●	●	●	●			●	173	0.13～0.24

注:全遡上個体数を N 、右岸魚道に遡上した個体の割合を p 、標準正規分布の上側 α 点を $Z\alpha$ とした場合、全遡上個体数に対して右岸のそれが占める割合の $100(1-2\alpha)\%$ 信頼区間の上下限 $\pi \pm$ は、

$$\pi \pm = \frac{p + Z\alpha \cdot 2/2N \pm Z\alpha \sqrt{[p(1-p)/N + (Z\alpha/2N)^2]}}{1 + Z\alpha^2/2N}$$

となるので、信頼区間の下限が 0.5 を上回る場合には右岸に、上限が 0.5 を下回る場合には左岸に偏っているものと判断し、対応する遡上数に着色して示した。

平成 16 年 2 月 24～25 日や、平成 18 年 1 月 16～17 日、同 3 月 15～16 日、平成 19 年 3 月 5～6 日のように、水門が多く開放された側での遡上個体数が多い例が認められた。このうち、平成 19 年 3 月 5～6 日は、右岸から左岸への強風も、左岸の遡上数を増加させる要因になっているものと考えられる。

しかし、水門の開放状況が偏っていても、遡上個体数には偏りが認められなかった場合(平成 16 年 2 月 9～10 日)や、水門の開放状況が偏っていなくても、遡上個体数には偏りが認められた場合(平成 19 年 2 月 18～19 日)もあり、明確な結論を得ることはできなかった。

引用文献

- 1) 小澤 貴和・林 征一. 1999. ウナギの科学. 恒星社厚生閣.
- 2) 日本水産資源保護協会. 1981. 水生生物生態資料. 日本水産資源保護協会.
- 3) 水資源開発公団利根川河口堰管理所. 2003a. 平成 14 年度河口堰魚類等遡上調査報告書(その 2). 水資源開発公団利根川河口堰管理所.

6. 流下仔魚調査、流下仔魚調査(下流)

6. 流下仔魚調査、流下仔魚調査(下流)

6.1 調査目的

本調査では、利根川河口堰近傍のアユ仔魚の流下実態を把握するために、24 時間採捕を 3 回実施し、仔アユの時空間的分布を検討すると同時に、24 時間流下個体数を推定した。

6.2 調査日時

流下仔魚調査と流下仔魚調査(下流)の実施日時と調査時間をそれぞれ、表 6.2.1 と表 6.2.2 に示す。今年度は主に、中潮時に調査を行った。

表 6.2.1 流下仔魚調査の実施日時

調査回	調査日	調査時間	月 齢	潮 汐	調査対象
第 1 回	10 月 18～19 日	10:00～翌 10:00	25.6	中 潮	流下仔アユ
第 2 回	11 月 1～ 2 日	10:00～翌 10:00	9.9	若潮～中潮	

表 6.2.2 流下仔魚調査(下流)の実施日時

調査回	調査日	調査時間	月 齢	潮 汐	調査対象
第 1 回	10 月 26～27 日	10:00～翌 10:00	3.9	中 潮	

6.3 調査方法

6.3.1 ネット採集

流下仔魚の採集には、図 6.3.1 に示す、全面がネット地で構成された丸稚ネット(網目 0.3～0.4mm)を用いた。

ネットは、堰上流側と下流側の双方において、表層と底層の 2 層で曳網した。以下、堰上流側の表層と底層、堰下流側の表層と底層の 4 区分を以下、採集区分と呼称する。丸稚ネットは図 6.3.2 に示す方法で、表層ではネット枠最上が水面直下、底層ではネット枠最下が川床上 1m となる様に保持しつつ、下流から上流に向かって 0.7～1.1m/s で曳網した。

曳網位置は、利根川河口堰から上下流各々約 100～250m 付近の利根川本川において、河川を横断方向に 3 等分したそれぞれの中央付近(図 1.3.1 参照)とした。それぞれの曳網開始位置にはライト付きのブイを設置し、各時刻における曳網開始位置を揃えた。

ネットには濾水計をつけて、濾水量を測定した。無網試験の結果から 100m^3 以上の濾水量となる濾水計回転数を予め計算しておき、回転数がそれを下回った場合には適宜追加曳網を行って、 100m^3 以上の濾水量を確保するよう努めた。曳網は1調査回あたり13回とし、10:00 から翌 10:00 までの偶数正時から開始した。

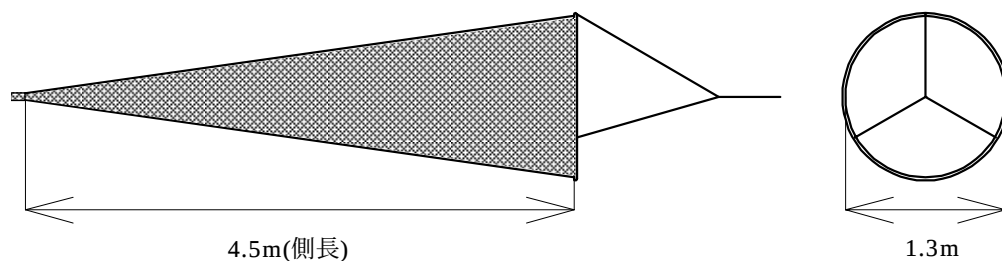
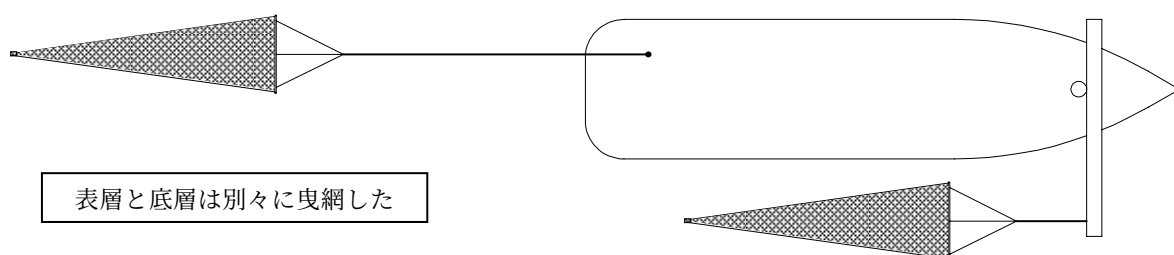


図 6.3.1 使用したネット(丸稚ネット)

平面図



側面図

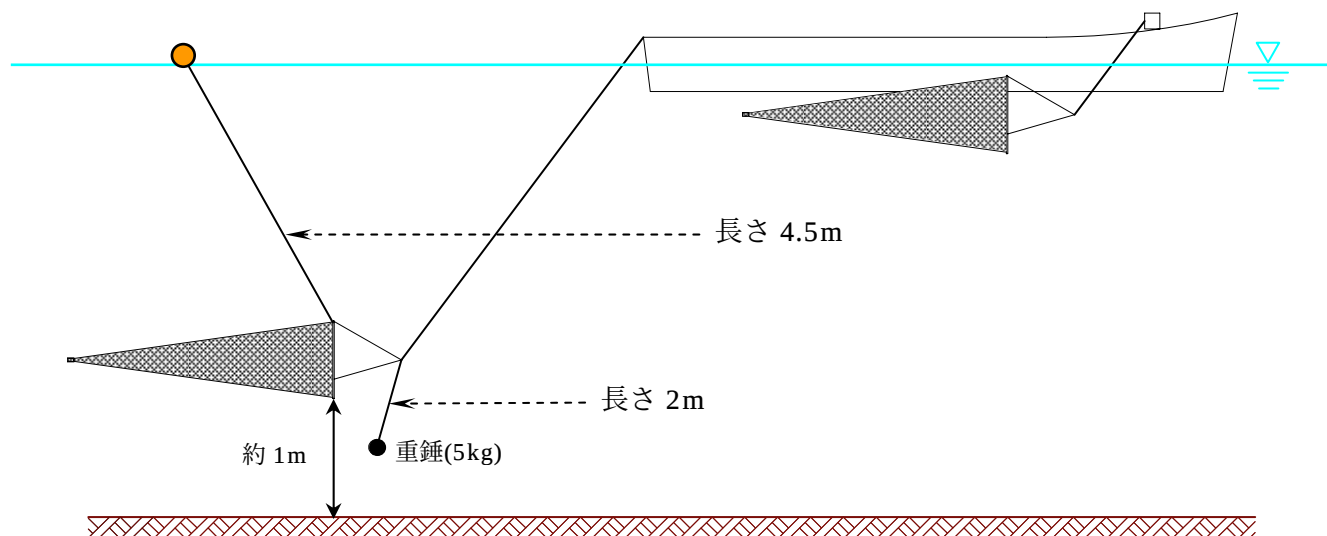


図 6.3.2 ネット曳網方法の模式図

6.3.2 環境要因測定

魚類採捕と並行して、図 6.3.3 の位置で、下記の環境要因を毎正時に測定し、解析の参考に供した。ただし、流下仔魚調査(下流)では、左岸および堰下流でのみ測定を行った。

- 魚道外環境要因

- ・ 天候、雲量、気温、気圧、照度

気圧は左岸魚道下流部でのみ測定し、その他は右岸魚道上流部と左岸魚道下流部で測定した。

- 魚道内環境要因

- ・ 水質(pH、電気伝導度、濁度、DO、水温、透視度)

右岸では最上流隔壁の上流側(図 6.2.3)において、左岸では魚道下流出口において、水質測定機器(堀場製作所 U-21)によって測定した。

- ・ 魚道内の流向と出現隔壁数

魚道内において目視で測定し、出現隔壁数については固定式隔壁と可動式隔壁を分けて記録した。

- ・ 最上流隔壁越流部、魚道内、網設置地点の流速

図 6.3.3 に示す位置(岸から約 1m)において、水深の中央(隔壁越流部)または 20cm 深(網設置地点および魚道内)における流速を、小型のプロペラ式流速計(三浦理化産業 CR-7)によって測定した。

- ・ 最上流隔壁越流部の水深

図 6.3.3 に示す位置において、スタッフによって測定した。

- その他の要因

以上に加えて、以下の項目を利根川河口堰の堰操作記録と管理日報、および常陸川水門操作月報から取得した。

- ・ ー1km、18km および 19km 地点の水位
- ・ 利根川河口堰および常陸川水門の操作状況

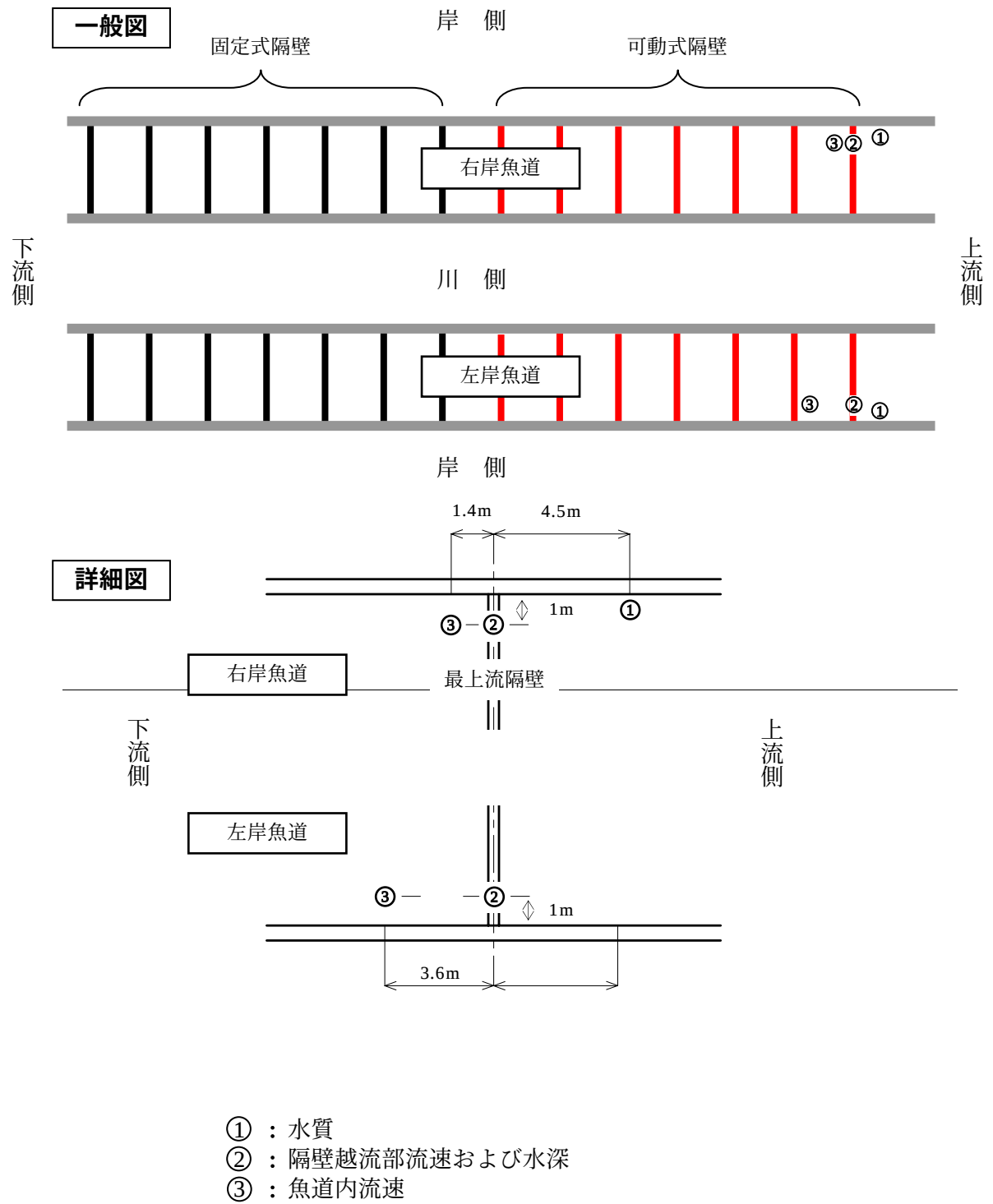


図 6.3.3 流下仔魚調査における環境測定位置

6.4 結果

流下仔魚調査と流下仔魚調査(下流)を合わせた 3 回の調査で、42,726 個体の魚類と 46 個体のエビ類が採捕され、魚類は 4 目 7 科 8 種、エビ類は 1 目 1 科 2 種が確認された。カニ類は採捕されなかった。各回の確認種類数と個体数の推移を表 6.4.1 に、種類別確認個体数を付表 10 に示す。採捕された魚類の 99% 以上(42,439 個体)は、本調査で対象としたアユ仔魚であった。

表 6.4.1 流下仔魚調査における確認種類数と個体数

調査日	魚類		エビ類	
10 月 18～19 日	4 目 6 科 7 種	3,595 個体	1 目 1 科 2 種	24 個体
10 月 26～27 日	4 目 5 科 5 種	31,597 個体	—	0 個体
11 月 1～ 2 日	3 目 6 科 6 種	7,534 個体	1 目 1 科 2 種	22 個体



丸稚ネット投入の瞬間

6.5 考察

6.5.1 各調査回における仔アユの流下状況

(1)第 1 回調査(平成 18 年 10 月 18～19 日)

第 1 回調査における仔アユ密度の経時的变化を、堰の運用状況や河川水位等とともに図 6.5.1 に示す。

堰上下流における計 156 回の曳網では、149 曳網で仔アユが採捕された。観測された仔アユ密度は、0.0～17.0 個体/10m³で今年の 3 回の調査で最も低かった(Kruskal-Wallis 検定^{注2}: $p<0.01$)。平均密度は 1.6 個体/10m³であった。

堰上下流および表底層を合わせた昼夜別の平均密度は、昼間^{注1}では 2.3 個体/10m³であったのに対し、夜間は 0.8 個体/10m³であり、昼間の密度が明らかに高かった(Mann-Whitney の U 検定^{注3}: $p<0.01$)。

堰上下と表底層別に平均密度を比較すると、昼間では堰上下流の同層間では有意差が認められなかったが、表底層間ではいずれの組み合わせでも表層の密度が高かった(Kruskal-Wallis 検定: $p<0.01$)。

堰上下流および表底層を合わせた、河川横断方向でのアユ仔魚の密度割合は、左岸(平均 16%)、中央(平均 35%)、右岸(平均 49%)の順に高くなる傾向が認められた(Kruskal-Wallis 検定^{注3}: $p<0.01$)。昼夜別にみると、その傾向は、夜間により著しかった。

堰下流側の仔アユ密度と、堰通過流量から、調査当日における仔アユの 24 時間流下個体数を推定した(付表 9.1)。平成 18 年 10 月 18 日 10 時からの 24 時間で、およそ 220 万個体の仔アユが流下したと推定された。

注 1:5:00 から 17:00 の間を昼間、その他を夜間とした。

注 2: 3 群以上のサンプルが同一母集団からのものであるか否かを、即ち異なったものなのかどうかを、データの並び順によって検定する方法。

注 3: 2 群のサンプルが同一母集団からのものであるか否かを、即ち異なったものなのかどうかを、データの並び順によって検定する方法。

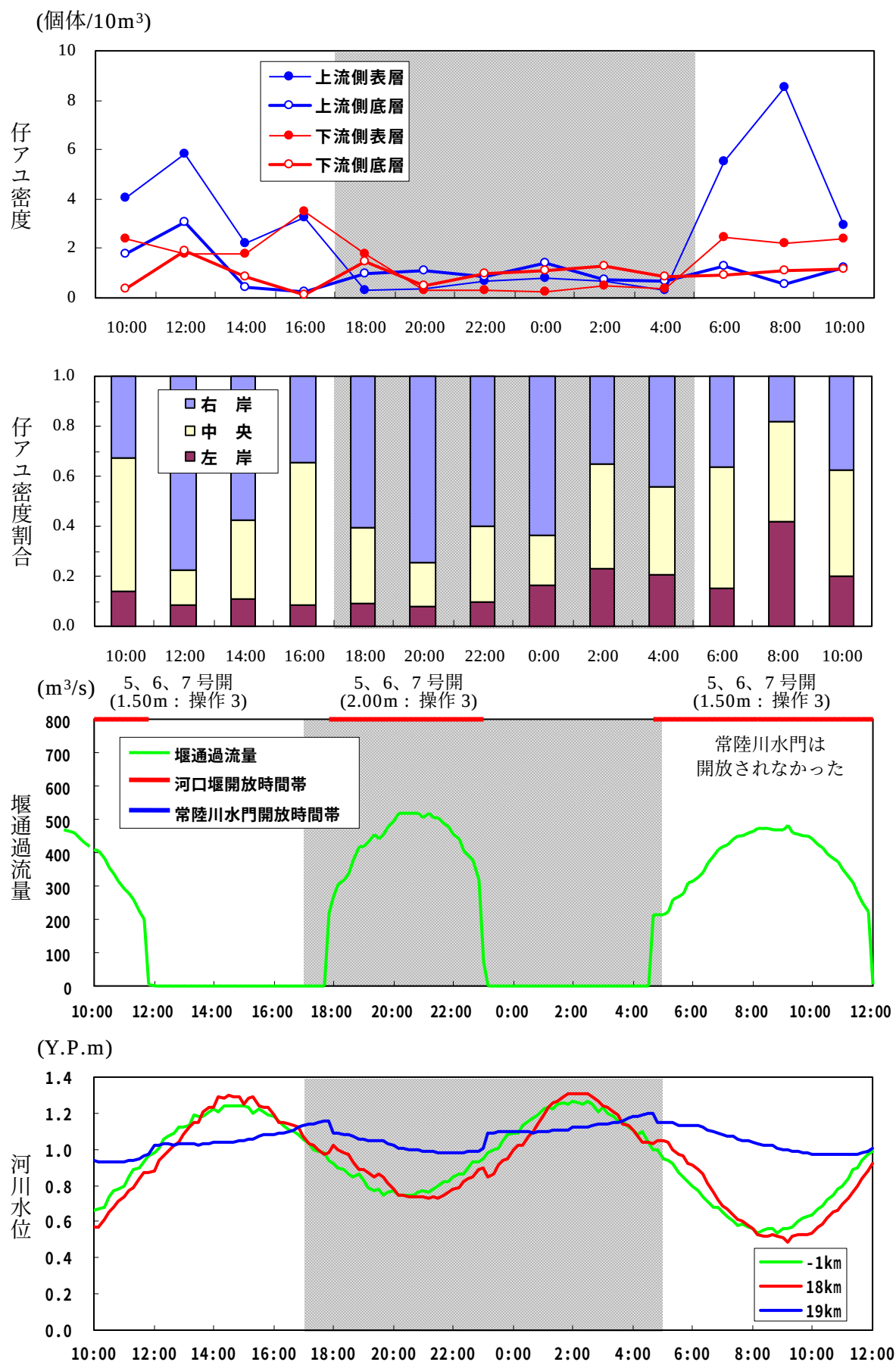


図 6.5.1 第 1 回調査(2006/10/18~19)における仔アユ密度等の状況

(2)第2回調査(平成18年10月26～27日)

第2回調査における仔アユ密度の経時的変化を、堰の運用状況や河川水位等とともに図6.5.2に示す。

第2回調査時には河川流量が多く、堰が全開(操作5)となったため、堰下流側でのみ調査を行った。堰下流における計78回の曳網で観測された仔アユ密度は1.4～129.6個体/10m³で、他2回と比較して明らかに高かった(Kruskal-Wallis検定: $p<0.01$)。平均密度は27.4個体/10m³であった。

第2回調査では、仔アユ密度は表底層とも調査開始時に最も高く、時間の経過とともに漸減し、20:00以降ほぼ一定となった。従って、昼夜別の平均密度の検討は、1日目の昼間(10:00～16:00)、夜間(18:00～4:00)、2日目の昼間(6:00～10:00)の3つに区分して行った。

表底層を合わせた昼夜別の平均密度は、調査1日目の昼間では63.3個体/10m³であったのに対し、夜間は13.4個体/10m³、調査2日目の昼間は7.6個体/10m³であり、調査1日目の昼間と、夜間または調査2日目の昼間との間には強い有意差が認められた(Kruskal-Wallis検定: $p<0.01$)。

表底層別に平均密度を比較すると、調査1日目の昼間では表層の密度が高かったが(Mann-Whitneyの U 検定^{注3}: $p<0.05$)、夜間および調査2日目の昼間では、表層と底層での密度に差は認められなかった($p>0.05$)。

堰上下流および表底層を合わせた、河川横断方向でのアユ仔魚の密度割合は、右岸、中央、左岸の順にそれぞれ、平均29%、34%、38%であり、あまり差はなかった(Kruskal-Wallis検定: $p>0.05$)。

堰下流側の仔アユ密度と、堰通過流量から、調査当日における仔アユの24時間流下個体数を推定した。調査当日は堰が全開していて、堰通過流量を直接的に得られなかったため、実際の河川流量とは異なっているが、河口堰の制御用データである堰流入量を堰通過流量と見なして計算した(附表9.2)。平成18年10月26日10時からの24時間で、およそ2億6千万個体の仔アユが流下したと推定された。

また、仔アユの流下密度が増加した原因は不明であるが、1)調査日がたまたま産卵盛期に同調したことや、2)出水による攪拌によって産卵環境が改善され、産卵量が増えた^{注1}ことが想定される。

注1: 高橋勇夫・東 健作, 2006. ここまでわかった アユの本, 築地書館.

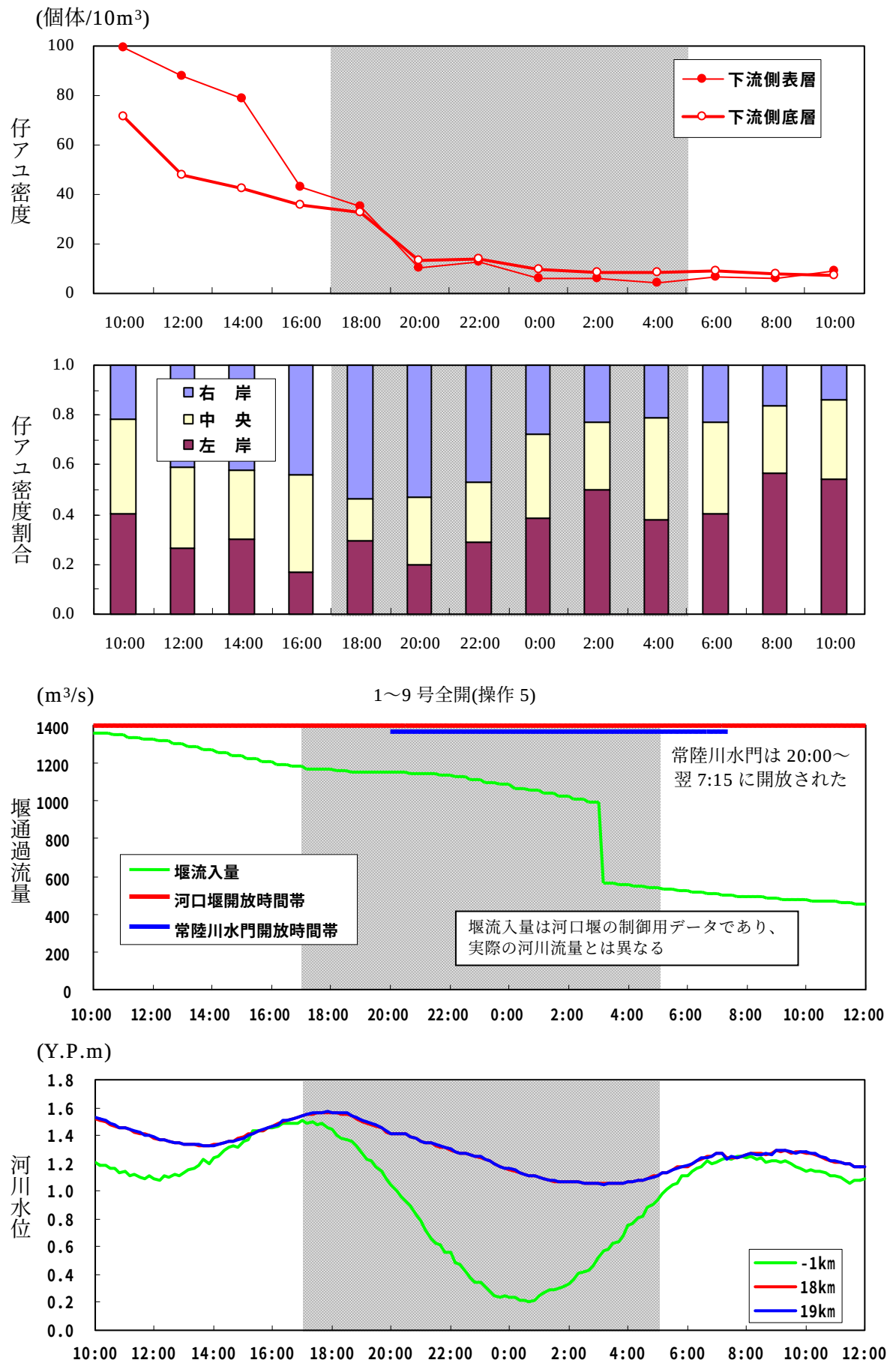


図 6.5.2 第 2 回調査(2006/10/26~27)における仔アユ密度等の状況

(3)第3回調査(平成18年11月1～2日)

第1回調査における仔アユ密度の経時的变化を、堰の運用状況や河川水位等とともに図6.5.3に示す。

堰上下流における計156回の曳網の全てで仔アユが確認された。観測された仔アユ密度は0.1～42.0 個体/10m³で、他2回の調査とは異なっていた(Kruskal-Wallis 検定^{注2}: $p<0.01$)。平均密度は3.2 個体/10m³であった。

堰上下流および表底層を合わせた昼夜別の平均密度は、昼間では4.9 個体/10m³であったのに対し、夜間は2.3 個体/10m³であり、昼間の密度が明らかに高かった(Mann-Whitney の U 検定^{注3}: $p<0.01$)。

堰上下と表底層別に平均密度を比較すると、第1回調査と同様に、昼間では堰上下流の同層間では有意差が認められなかったが、表底層間ではいずれの組み合わせでも表層の密度が高かった(Kruskal-Wallis 検定: $p<0.01$)。

堰上下流および表底層を合わせた、河川横断方向でのアユ仔魚の密度割合は、左岸(平均19%)、中央(平均32%)、右岸(平均49%)の順に高くなる傾向が認められた(Kruskal-Wallis 検定^{注3}: $p<0.01$)。左岸と比べると右岸は明らかに高密度であったが、左右岸に比べ、中央の密度はほぼ同等であった。昼夜別にみると、その傾向は、夜間でより著しかった。

堰下流側の仔アユ密度と、堰通過流量から、調査当日における仔アユの24時間流下個体数を推定した(付表9.3)。平成18年11月1日10時からの24時間で、およそ480万個体の仔アユが流下したと推定された。

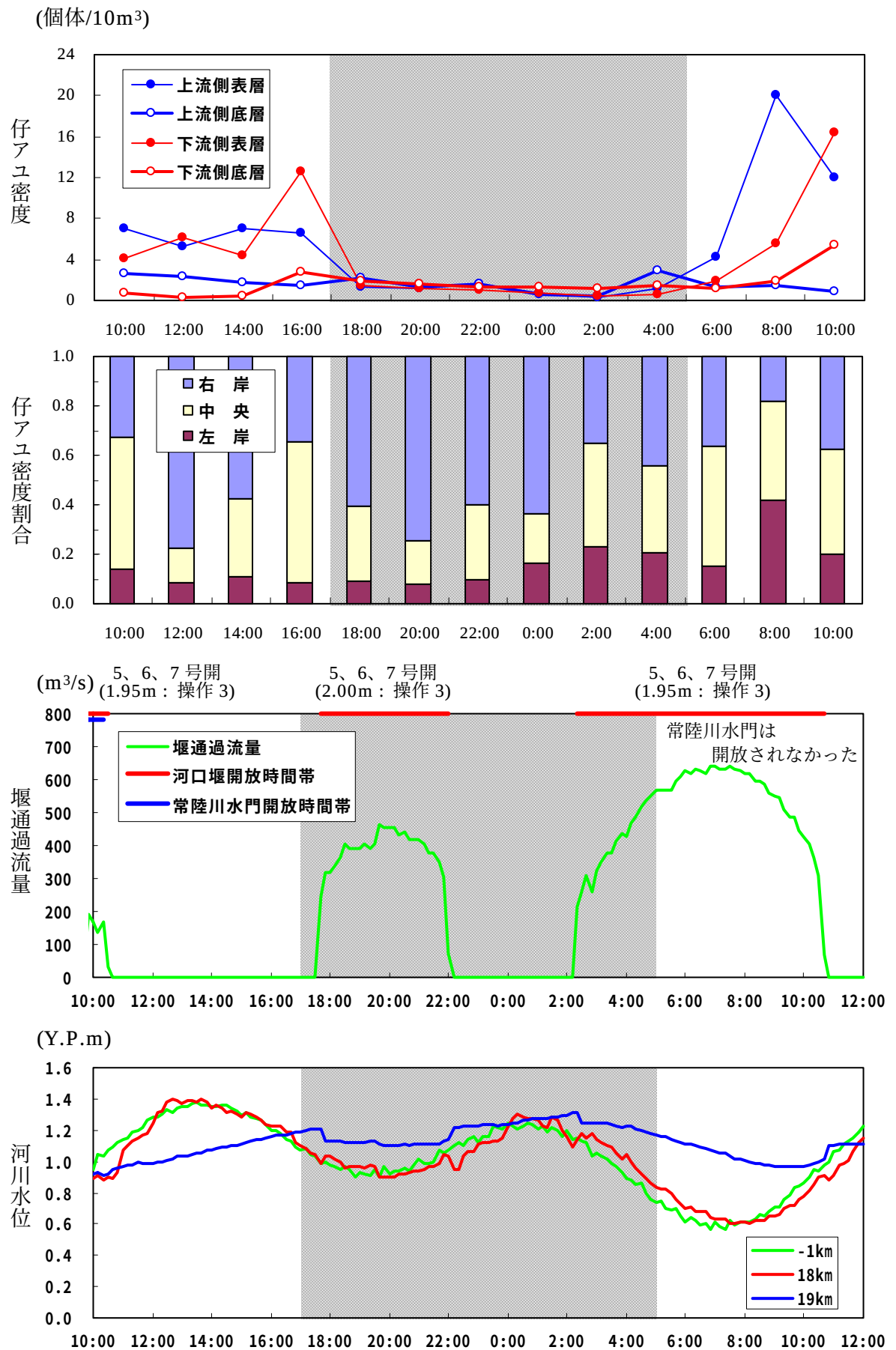


図 6.5.3 第 3 回調査(2006/11/1～2)における仔アユ密度等の状況

6.5.2 アユの産卵と出水との関係

第2回流下仔魚調査において、仔アユの流下密度が増加した原因を推定するために、利根川の水位と調査日の関係を検討した。

水温 15℃における孵化日数を 17～18 日¹⁾、孵化から採集までの流下時間を 1～2 日として、調査日および想定産卵日(調査日の 19 日前)と、河口堰より 111.5km 上流に位置する栗橋の水位をプロットした。結果を図 6.5.4 に示す。

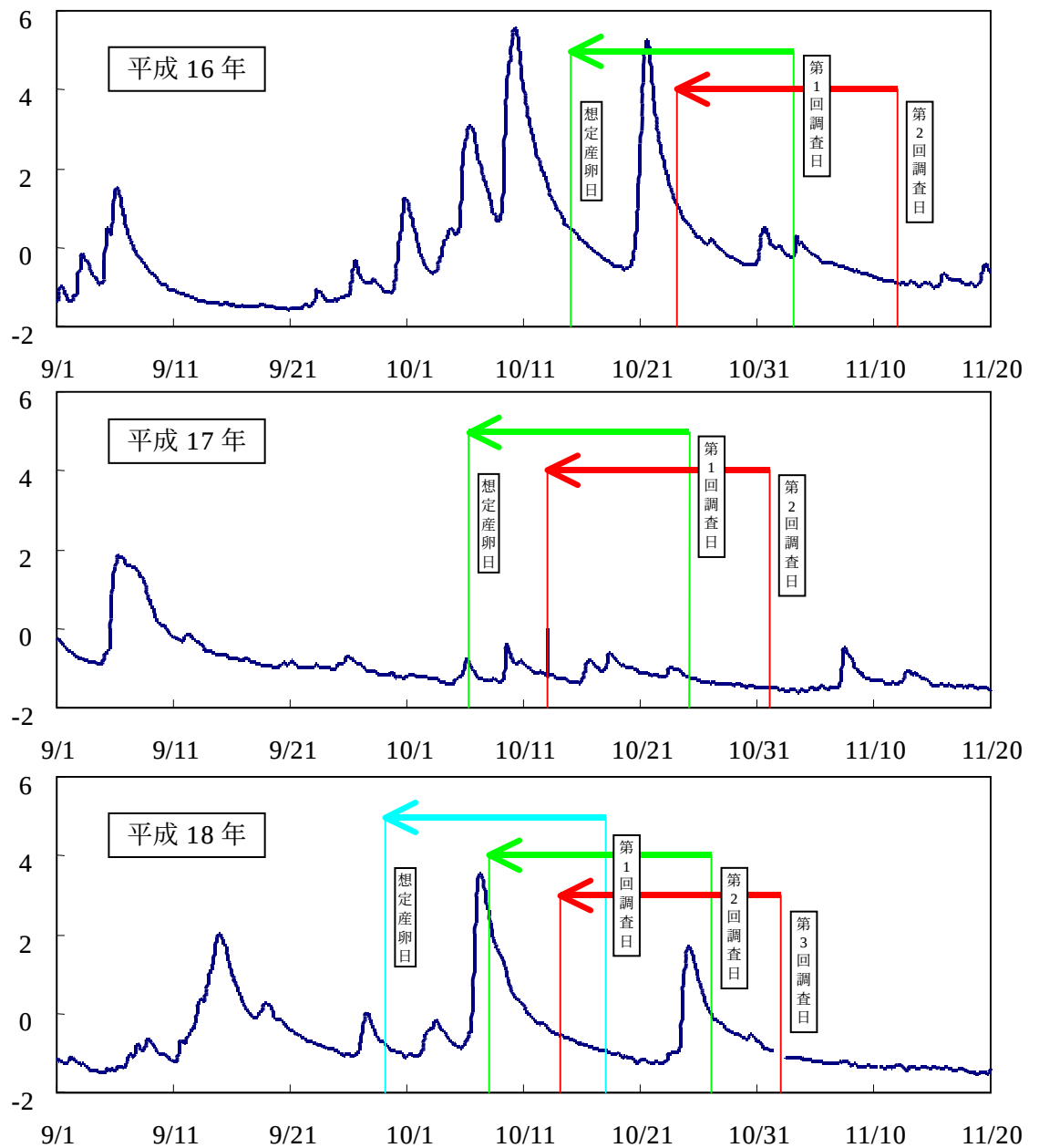


図 6.5.4 採集された仔魚の想定産卵日と河川水位(栗橋)の関係

他と異なり、仔魚が高密度で採集された平成 18 年度の第 2 回流下仔魚調査に対応する想定産卵日は、出水の直後となっており、出水による攪拌によって産卵環境が改善されたために産卵量が増え²⁾、結果として流下仔魚の密度が高くなったことが想像される。

6.5.3 流下仔アユの発育状況

利根川河口堰を流下するアユ仔魚の発育段階を明らかにするため、層別に 50 個体を目処として、各調査回ごとに発育段階を区分した。区分には、第 1、3 回調査では堰上流側で採集された標本を、第 2 回調査では堰下流側で採集された標本を用いた。発育段階は、

- ステージ 1：卵黄が大きく、口や鰓が未分化ではっきり区分できないもの
- ステージ 2：卵黄が小さく、口や鰓が分化して区別できるもの
- ステージ 3：卵黄が消失し、口や開いているもの

の 3 つに区分した³⁾(表 6.5.1)。

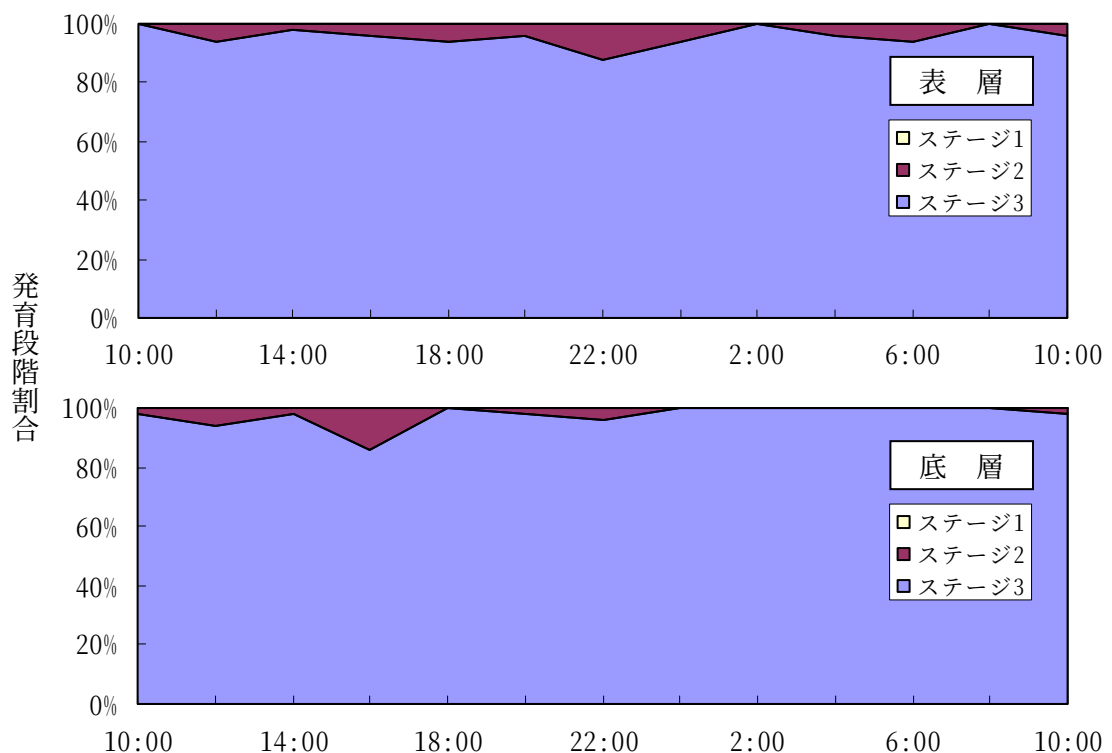
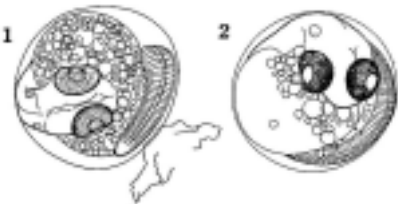
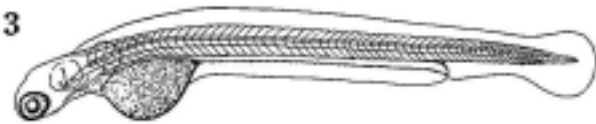
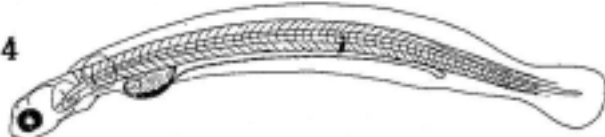


図 6.5.4 平成 18 年度第 2 回調査における層別時刻別の発育段階割合

堰が操作されていた第 1 回調査と第 3 回調査では、採集された 21,700 個体のうちの 2,171 個体を観察したが、その全てがステージ 3 であった。堰が全開で

あった第2回調査では、採集された 31,589 個体のうちの 1,300 個体を観察したが、約 3%にあたる 43 個体がステージ 2、残る 1,257 個体がステージ 3 であった(図 6.5.5)。表層と底層の間にはステージ 2 が占める割合には差が認められなかった(Mann-Whitney の U 検定: $p>0.05$)。

表 6.5.1 発育段階区分

区 分	卵～仔魚後期のアユ	発育段階
卵		卵
ステージ 1		仔魚前期 孵化直後
ステージ 2		仔魚前期 孵化後 1 日
ステージ 3		仔魚後期 卵黄吸収 口が開く
		仔魚後期

※文献 3 より引用

※区分は前年までと同様とした

昨年までの 4 回の調査で、ステージ 2 の仔魚が採集されたのは、平成 16 年の第 1 回調査(平成 16 年 11 月 2～3 日)のみであり、今年度の第 2 回調査と同様に、堰は全開状態であった。ステージ 2 が占める割合は約 0.7%で、今回と比べて少なかった(Mann-Whitney の U 検定: $p<0.05$)。これは、同じ操作 5 であっても、出水の程度が小さかったことを反映しているものと考えられる。

また、堰が操作されていない場合(操作 5)には、堰が操作されている場合(操作 3)よりも若いアユ仔魚が利根川河口堰を流下していることから、河口堰上流の湛水域が、仔魚の流下速度を低下させていることが推察される。

6.5.4 利根川河口堰における 24 時間流下個体数の経年比較

平成 16 年から平成 18 年までに行われた 7 回の流下仔魚調査のうち、堰が操作状況下(操作 1～3)にあった 5 回の結果^{4,5)}から推定した、24 時間流下個体数を表 6.5.2 に示す。

表 6.5.2 利根川河口堰の操作状況下における 24 時間流下個体数

調査年月日	堰操作	堰通過水量(10m ³)*	堰通過個体数
平成 16 年 11 月 11～12 日	3	2,703,763	3,444,724
平成 17 年 10 月 24～25 日	3	1,855,799	2,461,479
10 月 31 日～11 月 1 日	3	1,088,555	686,332
平成 18 年 10 月 18～19 日	3	1,765,580	2,153,751
11 月 1～2 日	3	2,059,465	4,814,832

アユの産卵期の末期にあたった平成 17 年 10 月 31 日～11 月 1 日の結果を除けば、堰が操作されている状況下では、24 時間に 200～500 万個体の仔魚が流下しているものと推定された。

利根川においては平成 3 年から 6 年にかけて、利根大堰における流下仔アユ個体数が推定されている⁶⁾。11 月前半における日間流下個体数は、平成 3、4 年は 1,390 万～5,010 万個体の範囲にあったが、平成 5 年には 14,400 万～30,800 万個体と 1 桁多い個体数が、平成 6 年には 130 万～440 万個体と 1 桁少ない個体数が流下していたものと推定されている。よって、利根川河口堰で推定された流下仔魚数は、既往知見で得られた結果とほぼ同等と考えられる。

更に、堰が堰が非操作状況下(操作 4、5)にあった 2 回の結果⁴⁾から推定した、24 時間流下個体数を表 6.5.3 に示す。

表 6.5.3 利根川河口堰における非操作状況下における 24 時間流下個体数

調査年月日	堰操作	堰通過水量(10m ³)*	堰通過個体数
平成 16 年 11 月 2～3 日	5	5,779,390	20,933,292
平成 18 年 10 月 26～27 日	5	8,452,732	263,992,590

*堰の非操作状況 (操作 4、5) 下では、堰流入量を堰通過水量と見做した

出水によって堰が操作されなくなった状況(水門の一部ないし全部が全開)のもとでは、堰が操作されている場合より 1～2 桁多い、2,000 万～26,000 万個体のアユ仔魚が 24 時間に流下していると推定された。利根川における既往調査では、30,800 万個体という日間流下個体数も報告されているので⁶⁾、24 時間で億のオーダーのアユ仔魚が流下することも、条件によってはあり得るものと考えられる。

引用文献

- 1) 日本水産資源保護協会. 1981. 水生生物生態資料. 日本水産資源保護協会.
- 2) 高橋勇夫・東 健作. 2006. ここまでわかったアユの本. 築地書館.
- 3) 内田恵太郎. 1958. アユの卵および仔・稚魚. 日本産魚類の稚魚期の研究 第 1 集. p18-19. 九州大学農学部水産学第二教室.
- 4) 水資源機構利根川河口堰管理所. 2004. 平成 16 年度河口堰魚類等遡上調査報告書(その 2). 水資源機構利根川河口堰管理所.
- 5) 水資源機構利根川下流総合管理所. 2006. 河口堰秋季他魚類等調査報告書. 水資源機構利根川下流総合管理所.
- 6) 金澤 光・田中繁雄・大倉 正. 1996. 利根川における流下仔アユ実態調査. 埼玉水試研報(54)8-16.

7. 総合考察

7. 総合考察

7.1 経年出現種

今回調査の確認種を、既往調査結果と河川水辺の国勢調査による確認種と比較した。既往調査による確認種は平成 14 年 11 月から平成 18 年 3 月までの調査で確認された種とし、河川水辺の国勢調査による確認種は平成 10 年度に利根川の 18.75km から 23km 地点の、利根川河口堰直上と萩原閘門・笹川閘門からなる、「利利下 3」と名付けられた調査地区において、春・夏・秋季の魚介類調査によって確認された種とした。既往調査による確認種は、魚道上下流と、定点上下流の 4 箇所毎に整理した。定点上流の確認種には、補足調査(タモ網や刺網による採集)によるものを含めたが、魚道下流では、降下魚を対象とした調査による確認種を省いた。整理した結果を回遊型とともに表 7.1.1 に示す。

河川水辺の国勢調査では魚類 41 種とエビ・カニ類 4 種が確認され、既往調査では、魚道上流で魚類 61 種とエビ・カニ類 5 種が、魚道下流で魚類 53 種とエビ・カニ類 6 種が、本川堰上流側で魚類 46 種とエビ・カニ類 4 種が、本川堰下流側で魚類 45 種とエビ・カニ類 5 種が確認されている。

今回調査では、魚道上流で魚類 42 種とエビ・カニ類 3 種が、魚道下流で魚 41 種とエビ・カニ類 3 種が、本川堰上流側で魚類 35 種とエビ・カニ類 3 種が、本川堰下流側で魚類 34 種とエビ・カニ類 4 種が確認された。

魚類における新規確認種はスナヤツメ(魚道上流)、カライワシ(魚道下流:図 7.1.1)、シロウオ(本川堰下流側)、イシガレイ(魚道下流:図 7.1.2)の 4 種で、いずれも河川水辺の国勢調査で確認されていない種類であった。エビ・カニ類の新規確認種はなかった。新規確認種のうち、スナヤツメとシロウオは特定種(後述)であった。

表 7.1.1(1) 経年採捕確認種一覧

No.	種 名	学 名	生活型	国勢調査	魚道上流	魚道下流	上流定点	下流定点
1	ミツバヤツメ	<i>Entosphenus tridentatus</i>	回			●		
2	スナヤツメ	<i>Lethenteron reissneri</i>	回		○			
3	カワヤツメ	<i>Lethenteron japonicum</i>	回		●			
4	カライワシ	<i>Elops hawaiiensis</i>				○		
5	ウナギ	<i>Anguilla japonica</i>	回	●	○●	○●	○●	○●
6	マアナゴ	<i>Conger myriaster</i>	海		○	○●		●
7	クロアナゴ	<i>Conger japonicus</i>	海		●			
8	サッパ	<i>Sardinella zunasi</i>	海		●	●		●
9	コノシロ	<i>Konosirus punctatus</i>	海		○●	○●	○●	○●
10	カタクチイワシ	<i>Engraulis japonicus</i>	海	●	○●	○●	●	●
11	コイ	<i>Cyprinus carpio</i>	淡	●	○●	○●	○●	○●
12	ゲンゴロウブナ	<i>Carassius cuvieri</i>	淡	●	○●	●	○●	
13	ギンブナ	<i>Carassius auratus langsdorfii</i>	淡	●	○●	○●	○●	○●
24	キンブナ	<i>Carassius auratus subsp.2</i>	淡		●		●	
	フナ属	<i>Carassius spp.</i>	淡	●	●		○●	
15	ヤリタナゴ	<i>Tanakia lanceolata</i>	淡		●			
16	タナゴ	<i>Acheilognathus melanogaster</i>	淡	●	●	●	●	
17	アカヒレタビラ	<i>Acheilognathus tabira subsp.1</i>	淡		●	●	●	
18	オオタナゴ	<i>Acheilognathus macropterus</i>	淡		○●	○●	○●	○●
	タナゴ属(タビラ類)	<i>Acheilognathus spp.</i>	淡		○●		●	○●
19	タイリクバラタナゴ	<i>Rhodeus ocellatus ocellatus</i>	淡	●	○●	○●	○●	○●
	タナゴ亜科	ACHEILOGNANTINAE	淡		●		○●	
20	ハクレン	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	淡	●	○●	●	○●	●
21	ワタカ	<i>Ischikauia steenackeri</i>	淡	●	○●	○●	○●	○●
22	ハス	<i>Opsariichthys uncirostris uncirostris</i>	淡	●	○●	○●	○●	○●
23	オイカワ	<i>Zacco platypus</i>	淡	●	○●	○●	○●	○●
24	ソウギョ	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	淡		○●		●	
25	アオウオ	<i>Mylopharyngodon piceus</i>	淡		●			
26	マルタ	<i>Tribolodon brandti</i>	回	●	○●	●	●	○●
27	ウグイ	<i>Tribolodon hakonensis</i>	回	●	○●	○	○●	○
	ウグイ属	<i>Tribolodon spp.</i>	※		○●	○●	○●	○●
28	モツゴ	<i>Pseudorasbora parva</i>	淡	●	○●	○●	○●	○●
29	ビワヒガイ	<i>Sarcocheilichthys variegatus</i>	淡	●		○●	●	●
	ヒガイ属	<i>Sarcocheilichthys variegatus subsp.</i>	淡		●			
30	タモロコ	<i>Gnathopogon elongatus elongatus</i>	淡	●	○●	○●	○●	○●
31	カマツカ	<i>Pseudogobio esocinus esocinus</i>	淡	●	●			●
32	ニゴイ	<i>Hemibarbus barbus</i>	淡	●	○●	○●	○●	○●
33	スゴモロコ	<i>Squalidus chankaensis biwae</i>	淡		●	●	●	●
	スゴモロコ属	<i>Squalidus spp.</i>	淡	●	○●	○●	○●	○●
	コイ科	CYPRINIDAE	※		●	●	●	●
34	ドジョウ	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	淡	●				
35	アメリカナマズ	<i>Ictalurus punctatus</i>	淡	●	○●	○●	○●	○●
36	ナマズ	<i>Silurus asotus</i>	淡		○			
37	ワカサギ	<i>Hypomesus nipponensis</i>	回	●	○●	○●	○●	○●
38	アユ	<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>	回	●	○●	○●	○●	○●
39	シラウオ	<i>Salangichthys microdon</i>	回	●	○●	○●	○●	○●
40	サケ	<i>Oncorhynchus keta</i>	回	●	○●	○●	○●	●
41	ヤマメ(サクラマス)	<i>Oncorhynchus masou masou</i>	回		●			
42	ベヘレイ	<i>Odontesthes bonariensis</i>	淡		○●	●		
43	トウゴロウイワシ	<i>Hypoatherina valenciennesi</i>	海			●		
44	カダヤシ	<i>Gambusia affinis affinis</i>	淡		●			
45	メダカ	<i>Oryzias latipes</i>	淡		○●	●	●	
46	クルマサヨリ	<i>Hyporhamphus intermedius</i>	海	●	○●	○●	○●	○●
47	サヨリ	<i>Hyporhamphus sajori</i>	海		●	●		●
48	降海型イトヨ	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	回	●	○●	●	●	●
49	マゴチ	<i>Platycephalus sp.2</i>	海			○		○●

表 7.1.1(2) 経年採捕確認種一覧

No.	種 名	学 名	生活型	国勢調査	魚道上流部	魚道下流部	本川堰上流	本川堰下流
50	スズキ	<i>Lateolabrax japonicus</i>	海	●	○●	○●	○●	○●
51	コトヒキ	<i>Terapon jarbua</i>	海		○	○●	○	○
52	シマイサキ	<i>Rhyncopelates oxyrhynchus</i>	回	●				
53	ユゴイ	<i>Kuhlia marginata</i>	淡			○●	○●	
54	ブルーギル	<i>Lepomis macrochirus</i>	淡	●	○●	○●	○●	○●
55	ブラックバス(オオクチバス)	<i>Micropterus salmoides</i>	淡	●	○●		○●	●
	オオクチバス属	<i>Micropterus</i> spp.	淡					●
56	マアジ	<i>Trachurus japonicus</i>	海			●		●
57	ギンガメアジ	<i>Caranx sexfasciatus</i>	海	●	●			
58	ヒイラギ	<i>Leiognathus nuchalis</i>	海	●	●			
59	クロダイ	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	海		●		●	
60	チキス	<i>Acanthopagrus latus</i>	海		●			
	タイ科	SPARIDAE	海		●		●	
61	ボラ	<i>Mugil cephalus cephalus</i>	海	●	○●	○●	○●	○●
62	セスジボラ	<i>Chelon affinis</i>	海	●		○●		
63	メナダ	<i>Chelon haematocheilus</i>	海		○		○●	
	ボラ科	MUGILIDAE	海	●	○●	○●	○●	○●
64	シロウオ	<i>Leucopsarion petersii</i>	海					○
65	ウキゴリ	<i>Gymnogobius urotaenia</i>	回		●	○●		○●
66	ビリンゴ	<i>Gymnogobius castaneus</i>	回	●	●	○●	○●	○●
	ウキゴリ属	<i>Gymnogobius</i> spp.	※		○●	○●	○●	○●
67	ジュズカケハゼ	<i>Gymnogobius laevis</i>	淡		●			
68	マハゼ	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	海	●	○●	○●	○●	○●
69	アシシロハゼ	<i>Acanthogobius lactipes</i>	海	●	○●	○●	○●	○●
	マハゼ属	<i>Acanthogobius</i> spp.	海		●			
70	ボウズハゼ	<i>Sicyopterus japonicus</i>	淡			○●	○	○
71	アベハゼ	<i>Mugilogobius abei</i>	海				●	
72	トウヨシノボリ	<i>Rhinogobius</i> sp.OR	回		○●	○●	○●	○●
	ヨシノボリ属	<i>Rhinogobius</i> spp.	※		○●	○●	●	○
73	シモフリシマハゼ	<i>Tridentiger bifasciatus</i>	海			●		●
74	ヌマチチブ	<i>Tridentiger brevispinis</i>	回	●	○●	○●	○●	○●
	チチブ属	<i>Tridentiger</i> spp.	※		●			
	ハゼ科	GOBIIDAE	※		●		●	
75	マサバ	<i>Scomber japonicus</i>	海			●		
	サバ科	SCOMBRIDAE	海		●			
76	カムルチー	<i>Channa argus</i>	淡	●	●	○●	●	●
77	ヌマガレイ	<i>Platichthys stellatus</i>	海			●	●	○●
78	イシガレイ	<i>Kareius bicoloratus</i>	海			○		
79	ショウサイフグ	<i>Takifugu snyderi</i>	海		●			●
80	マフグ	<i>Takifugu porphyreus</i>	海	●				
81	クサフグ	<i>Takifugu niphobles</i>	海		●	○●		●
1	ヒラテテナガエビ	<i>Macrobrachium japonicum</i>	回			●		●
2	テナガエビ	<i>Macrobrachium nipponense</i>	回	●	○●	○●	○●	○●
	テナガエビ属	<i>Macrobrachium</i> spp.	回		●			
3	スジエビ	<i>Palaemon paucidens</i>	淡	●	○●	○●	○●	○●
	テナガエビ科	PALAEMONIDAE	※					●
4	エビジャコ	<i>Crangon affinis</i>	海		●	●		●
5	ヌマエビ科	ATYIDAE	淡		●			
6	アメリカザリガニ	<i>Procambarus clarkii</i>	淡	●			●	○
7	クロベンケイガニ	<i>Chiromantes dehaani</i>	海			●		
8	モクズガニ	<i>Eriocheir japonicus</i>	回	●	○●	○●	○●	○●
	イワガニ科	GRAPSIDAE	※		●	●		

★確認種の生活型は概ね「平成 7 年度版河川水辺の国勢調査生物目録」に従い、淡水魚を“淡”、回遊魚を“回”、汽水・海水魚を“海”と表記し、分類群の中に生活型が二型以上あるものについては“※”表記とした。また、平成 17 年度末までの出現種を●、今回調査での出現種を○で示した。



図 7.1.1 カライワシ



図 7.1.2 イシガレイ

7.2 特定種

既往調査と今回調査で確認された魚類のうちから、特定種を抽出した。選定根拠と結果を表 7.2.1 に示す。

特定種として 20 種が抽出され、このうち今回調査では 11 種が採捕された。

今回新たに確認された特定種はスナヤツメ(図 7.2.1)とシロウオ(図 7.2.2)であった。

表 7.2.1 これまでに確認された特定種

No.	科 名	種 名	生活型	選定根拠※
1	ヤツメウナギ科	ミツバヤツメ	回	環境省 DD
2		スナヤツメ	淡	環境省 VU、茨城県 R、千葉県 B
3		カワヤツメ	回	茨城県 V
4	コイ科	キンブナ	淡	千葉県 C
5		ヤリタナゴ	淡	茨城県 V・千葉県 C
6		タナゴ	淡	環境省 NT、茨城県 V・千葉県 B
7		アカヒレタビラ	淡	千葉県 C、茨城県 V、千葉県 C
8		モツゴ	淡	千葉県 D
9	シラウオ科	シラウオ	回	千葉県 C
10	メダカ科	メダカ	淡	環境省 VU、茨城県 R、千葉県 B
11	トゲウオ科	降海型イトヨ	回	茨城県 V
12	ハゼ科	シロウオ	海	環境省 NT、茨城県 R・千葉県 D
13		ビリンゴ	回	千葉県 D
14		ジュズカケハゼ	淡	環境省 LP・千葉県 B
15		ボウズハゼ	淡	茨城県 R
16		ヌマチチブ	回	千葉県 D
17	テナガエビ科	テナガエビ	回	千葉県 D
18		スジエビ	淡	千葉県 D
19	イワガニ科	クロベンケイガニ	回	千葉県 D
20		モクズガニ	回	千葉県 D

※特定種の選定根拠及び評価区分は以下のとおり。

1：環境省自然保護局野生生物課「汽水・淡水魚類レッドリスト」掲載種

VU:絶滅危惧 II 類種(絶滅の危険が増大している種)

NT:準絶滅危惧種(現時点では絶滅危険度は小さいが、生育条件の変化によっては「絶滅危惧」に移行する可能性のある種)

DD:情報不足(評価するだけの情報が不足している種)

LP:絶滅のおそれのある地域個体群(地域的に孤立している個体群で、絶滅のおそれが高いもの)

2：茨城県生活環境部環境政策課(2000)「茨城における絶滅のおそれのある野生生物<動物編>掲載種

V:危急種(茨城県で絶滅の危険が増大している種)

R:希少種(茨城県で存続基盤が脆弱な種)

3：千葉県環境部自然保護課(2000)「千葉県の保護上重要な野生生物―千葉県レッドデータブック―動物編」掲載種

B:重要保護生物(個体数がかかなり少ない、生息・生育環境がかかなり限られている、生息・生育地のほとんどで環境改変の可能性がある、などの状況にある生物。個体数を減少させる影響及び要因は可能な限り軽減または排除する必要がある。)

C:要保護生物(個体数が少ない、生息・生育環境が限られている、生息・生育地の多くで環境改変の可能性がある、などの状況にある生物。個体数を減少させる影響及び要因は最小限にとどめる必要がある。)

D:一般保護生物(個体数が少ない、生息・生育環境が限られている、生息・生育地の多くで環境改変の可能性がある、などの状況にある生物。個体数を減少させる影響は可能な限り生じないよう注意する。)



図 7.2.1 スナヤツメ

sunayatsume(ヤツメウナギ科カワヤツメ属)

分 布 北海道、本州、四国と、鹿児島・宮崎県を除く九州

生 活 アンモシーテス(幼生)は川の中・下流のやわらかい泥中にもぐっていて、泥中の有機物や珪藻類を食っている。北海道では夏の終わりから秋にかけて変態するが、変態までに数年かかるらしい。変態直後でも消化管は糸状に退化していて餌はとらない。また海にも下らず、そのまま越冬して次の年に産卵し死亡する。
産卵期は雪解け水のおさまる 5～6 月で、直径の小さな礫底に集まって産卵する。

備 考 日本産のスナヤツメには遺伝的に高度な分化を遂げた北方地域および南方地域集団が存在する。同一河川に両者が生息していても交雑個体が存在しない。しかし、形態形質からは両集団を判別できない。

(日本の淡水魚 9より引用)



図 7.2.2 シロウオ(ヤマケイポケットガイド 17 淡水魚 2 より引用)

シロウオ(ハゼ科ハゼ亜科シロウオ属)

分 布 北海道南部から鹿児島県までの日本各地

生 活 日ごろは海岸線がくぼんだ波の穏やかで水のきれいな沿岸に生息し、浅いところの中層や下層で群れをなして遊泳生活を送り、かいあし類、ヨコエビ類などの小型プランクトン動物を食って生活している。

春になると、水がきれいで伏流水の豊かな川の下流域へ産卵のために上ってくる。雄は、砂底の 1~30cm の深さに埋まっている石の下に産卵室をつくり、雌がその石の裏面に長さ 3mm ほどの長ナス形をした卵約 300 粒を 1 層に産みつけ、受精が行われる。雄は石の下にとどまって、2 週間以上にわたって卵が孵化するまで卵群を守り続ける。産卵後雌雄ともに斃死する。5mm 足らずの大きさで孵化した仔魚は海に入り、沿岸域で生活し、成長する。

備 考 シロウオが産卵のために上る川は、河口と下流の川底がきれいな清流である。また、遡上するまでは内湾性で波が穏やかな水のきれいな環境で生活している。したがって遡上河川の汚染、内湾の埋め立て、河川の改修などにより、近年各所でシロウオの漁獲が以前と比べて少なくなったといわれている。

(日本の淡水魚 2 より引用)

7.3 要約

今年度の河口堰魚類等調査によって、以下のことが明らかになった。

7.3.1 魚道上下流調査

1. 確認種類数と個体数の観点から検討した結果、利根川河口堰は魚類の遡上に大きな障壁になっていないものと考えられた。
2. 優占 3 種(ボラ科稚魚、ウキゴリ属、ヌマチチブ)について、魚道上下で体長分布を検討した結果、順流時には小型個体が遡上し難いことが示唆された。

7.3.2 稚アユ遡上調査

1. 今年の稚アユの遡上は、開始時期、ピークともに、例年より遅くなった。河川水温が 4 月上～中旬に、過去 4 年間に於いて最低であったことが、今年の稚アユの遡上ピークが遅れた原因であると考えられた。
2. 今年の遡上個体数は過去 5 年間で最も少なく、最も多かった平成 15 年の半分以下であった。また、各月の体長ピークは去年と比べて 1 階級(5mm)小さかった。銚子東方の海面水温が平成 18 年 1～2 月に、平年より 2～3℃低かったことが、これらの原因と考えられた。
3. 体長のピークよりも小さい個体の割合が、魚道上流側では魚道下流側に比べて、やや少なくなっており、小型の稚アユは、大型のものに比べて魚道を遡上し難いことが示唆された。
4. 目視調査での計数結果と、採捕調査での採捕結果の関係は昨年までとほぼ同等であったので、目視調査での計数結果からある程度に信頼性をもって、遡上数を推定できるものと考えられた。

7.3.3 サケ遡上調査

1. 秋季における 5 回の調査中、4 回においてサケの遡上が確認されたが、遡上個体数は、上流に位置する利根大堰と比較して少数であった。試算の結果、サケが開放された制水門下端を潜って遡上していることが示唆された。
2. サケは主に、昼間の順流時に魚道を遡上した。このときの魚道最上流隔壁の越流流速は 0.09～1.47m/s の範囲にあり、平均すると 0.77m/s であった。
3. サケの目視個体のうちで降下魚が占める割合は、採捕調査と目視調査を併行実施した場合と、目視調査を単独で実施した場合とでは明らかに異なり、ふくろ網の設置による魚道の閉塞が、サケの遡上行動を変化させていることが推察された。

7.3.4 シラスウナギ調査

1. 今年のシラスウナギの遡上は、全般的に低調であった。1、2 月に黒潮が、利根川河口から離岸したことが影響していることが考えられた。
2. 魚道を遡上するシラスウナギの殆どは、夜間の逆流時に遡上し、順流時には殆ど遡上しないという昨年の結論が補強された。
3. 通常の下況下では、日没後と比較して、日出前の逆流時間帯の方が遡上個体数が多いという傾向が、昨年と同様に認められた。
4. 常陸川水門からの放流や、利根川河口堰からの左右非対称な放流によって、シラスウナギが誘引される可能性が示唆された。
5. 4 年間の調査で、利根川河口堰魚道におけるシラスウナギの遡上実態はほぼ解明できたものと考えられる。

7.3.5 流下仔魚調査

6. 利根川河口堰を 1 日に通過する仔アユの個体数は、堰操作時には 200～500 万個体、堰非操作時には 2,000 万～26,000 万個体と見積もられた。
7. 利根川河口堰を流下するアユ仔魚の発育段階はステージ 3 が殆どで、出水によって堰が全開となっていた場合にのみステージ 2 の仔魚が少数確認された。このことから、河口堰上流の湛水域が仔魚の流下速度を低下させていることが推察される。
8. 3 年間の調査で、仔魚が表層に集中し、24 時間切れ目なく流下し続けるという、利根川河口堰におけるアユ仔魚の流下実態はほぼ解明できたものと考えられる。

7.4 課題

現在の課題は以下の通りである。

1. 魚道上下流調査については、河口堰周辺の魚類相に異常がないかをモニタリングするために、今後も同程度の調査が必要と考えられる。また、現在調査が実施されていない夏季にも調査を行うことが推奨される。
2. 稚アユ遡上調査については、今後、利根川河口堰魚道でアユ稚魚の遡上個体数をモニタリングする際には、目視調査のみで一応の目的は達成できるものと考えられる。しかし今後、魚道の改修等で条件が変化した場合には、改めて目視調査での計数結果と、採捕調査での採捕結果の関係を確認する必要がある。
3. サケ遡上調査については、利根川河口堰におけるサケの遡上実態を明らかにするには、複数年の結果が必要と考えられるので、来年以降も、今年度

と同等程度の調査を実施することが適当と考えられる。

4. シラスウナギ調査では更に、利根川を遡上してきたシラスウナギがどの程度、魚道を遡上しているのかを把握しておくことが望まれる。
5. 流下仔魚調査では更に、堰操作と流下個体数の関係や、堰上流湛水域での滞留の影響を把握しておくことが望まれる。

引用文献

- 1) 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海(編). 2001. 改定版 日本の淡水魚. 山と溪谷社.
- 2) 森 文俊・内山りゅう・山崎浩二. 2002. ヤマケイポケットガイド 17 淡水魚. 山と溪谷社.

8. 付表・付図・付録

付表 1 魚道上下流調査(定点上流)での採捕個体数

No.	種名	生活型	2006/4/27-28		5/15-16		6/12-13		11/6-7		2007/3/1-2		計
			右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	両岸
1	ウナギ	回		2		2			2				6
2	コノシロ	海					1			1			2
3	コイ	淡	1							1			2
4	ゲンゴロウブナ	淡								5			5
5	ギンブナ	淡	17	9	2		2	10	12	46	24	3	125
	フナ属	淡					1						1
6	オオタナゴ	淡						1		3			4
7	タイリクバラタナゴ	淡		1		1	6	2			2	1	13
	タナゴ亜科	淡					1				1		2
8	ハクレン	淡	1		1		1	1					4
9	ワタカ	淡	2	3	2		2		1		18	1	29
10	ハス	淡				1			1	1		1	4
11	オイカワ	淡	6	1	29	7	14	8	2	3	1	1	72
12	ウグイ	回	3	2									5
	ウグイ属	※	2				3	1	1		7		14
13	モツゴ	淡	1	1	1	1	8	7	2	3			24
14	タモロコ	淡		3	5	1	1		1				11
15	ニゴイ	淡	9	14	1	32	2	5	1	9			73
16	スゴモロコ属	淡	10	1	1		6	3	8	8	2		39
17	アメリカナマズ	淡					2						2
18	ワカサギ	回			1		1	1		1		7	11
19	アユ	回	34	23	66	63	2	14					202
20	シラウオ	回		1							1		2
21	サケ	回	9	68	1				1		1	1	81
22	クルマサヨリ	海				5		24					29
23	スズキ	海				1	1	6	2				10
	スズキ(稚魚)	海	41	13	78	53							185
24	コトヒキ	海								1			1
25	ユゴイ	淡							1	2			3
26	ブルーギル	淡	1	7	2	8	3	12	13	12		1	59
27	オオクチバス	淡				1	1						2
28	ボラ	海	4	1					1			3	9
29	メナダ	海						1					1
	ボラ科(稚魚)	海	821	1		1					5,686	908	7,417
30	ビリンゴ	回						1					1
	ウキゴリ属	※			4	1	1269	912					2,186
31	マハゼ	海					1		2				3
32	アシシロハゼ	海	7	13	46	39	3						108
33	ボウズハゼ	回								12			12
34	トウヨシノボリ	回	1							2			3
35	ヌマチチブ	回	1,961	3,280	2468	1148	43	30	2			3	8,935
	魚類合計		2,931	3,444	2,708	1,365	1,374	1,039	53	110	5,743	930	19,697
1	テナガエビ	回	1		24	3	8	32	13	46		2	129
2	スジエビ	淡	39	14	6	4			3	2	16	38	122
3	モクズガニ	回			1		1				5	141	148
	エビ・カニ類合計		40	14	31	7	9	32	16	48	21	181	399

★確認種の生活型は概ね「平成7年度版河川水辺の国勢調査生物目録」に従い、淡水魚を“淡”、回遊魚を“回”、汽水・海水魚を“海”と表記し、分類群の中に生活型が二型以上あるものについては“※”表記とした。

付表２ 魚道上下流調査(魚道上流)での採捕個体数

No.	種名	生活型	2006/4/28-29		5/16-17		6/13-14		11/7-8		2007/3/2-3		計 両岸
			右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	
1	マアナゴ(仔魚)	海	1										1
2	コノシロ	海							6	33			39
3	カタクチイワシ	海			1								1
4	コイ	淡	1	8	1	1			1	1			13
5	ゲンゴロウブナ	淡		1	1			1					3
6	ギンブナ	淡	115	157	13	16	1	1	14	29	3	2	351
7	オオタナゴ	淡			2								2
	タナゴ属	淡			2								2
8	タイリクバラタナゴ	淡	1		1		8	1	2	0		1	14
9	ハクレン	淡	2								4	6	12
10	ワタカ	淡			26	40	1	3	3	6	2		81
11	ハス	淡			1	1	22	8	37	21	1		91
12	オイカワ	淡	2		121	7	142	191	123	38		1	625
13	ソウギョ	淡			1								1
14	マルタ	回	9	9	2	1			1	2	3	4	31
15	ウグイ	回		5		4	2	1	1	0	2		15
	ウグイ属	※	6	10	6	1	6	30	37	22	3		121
16	モツゴ	淡				2	3	1	3	1			10
17	タモロコ	淡	1		1		1		1	0		1	5
18	ニゴイ	淡	551	630	28	61		1	23	11	7	9	1,321
19	スゴモロコ属	淡	26	1	6	2	1		2	4	3		45
20	アメリカナマズ	淡			1	5	20	13	1	0		1	41
21	ナマズ	淡	1										1
22	ワカサギ	回	147	28	24	7	50	27	144	24	206	3,047	3,704
	ワカサギ(稚魚)	回			4	1							5
23	アユ	回	812	769	1,221	1,025	214	194	2	2	59	46	4,344
24	シラウオ	回	180	94	214	100		1	53	10	93	102	847
25	サケ	回	10	80		2			24	42	9	22	189
26	メダカ	淡			1								1
27	クルマサヨリ	海	892	411	76	49		2	10	5			1,445
28	スズキ	海	5	1				1	2	2			11
	スズキ(稚魚)	海	35	11	82	96							224
29	コトヒキ	海							0	2			2
30	ブルーギル	淡	3		3	1	1	1	13	33			55
31	オオクチバス	淡		1									1
32	ボラ	海	39	20	3				9	19	12	17	119
	ボラ科(稚魚)	海	38,268	34,906	5,786	19,241	152	892	137	144	45,106	38,291	182,923
33	ウキゴリ属	※			1	10	88	126					225
34	マハゼ	海						1					1
35	アシシロハゼ	海	15	1	22	23	5	2			1	2	71
36	トウヨシノボリ	回			1								1
	ヨシノボリ属	※			1		1						2
37	ヌマチチブ	回	209	178	254	198	5	3	2	1		1	851
	魚類合計		41,331	37,321	7,907	20,894	723	1,501	651	452	45,514	41,553	197,847
1	テナガエビ	回		4	13	23	5	9	17	1			72
2	スジエビ	淡	27	50	17	25		1	3	2	2	5	132
3	モクズガニ	回			1	2		1			6	4	14
	エビ・カニ類合計		27	54	31	50	5	11	20	3	8	9	218

★確認種の生活型は概ね「平成７年度版河川水辺の国勢調査生物目録」に従い、淡水魚を“淡”、回遊魚を“回”、汽水・海水魚を“海”と表記し、分類群の中に生活型が二型以上あるものについては“※”表記とした。

付表 3 魚道上下流調査(魚道下流)での採捕個体数

No.	種名	生活型	2006/4/30-5/1		5/18-19		6/15-16		11/9-10		2007/3/4-5		計
			右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	両岸
1	カライワシ	海								1			1
2	ウナギ	回	1				3		1	1			6
3	マアナゴ(仔魚)	海	2	1									3
4	コノシロ	海	1						1	1			3
5	カタクチイワシ	海			12	4							16
6	コイ	淡				1							1
7	ギンブナ	淡	1	2	7	13	1		2	4		1	31
8	オオタナゴ	淡							1				1
9	タイリクバラタナゴ	淡					1	6	1				8
10	ワタカ	淡			5	1							6
11	ハス	淡							18	5			23
12	オイカワ	淡	1		7	1	49	6	83	15	3		165
13	ウグイ	回	6										6
	ウグイ属	※	1	4	2	3	2	8	14	3	4	4	45
14	モツゴ	淡	3		1	1	13	7	2	1		2	30
15	ビワヒガイ	淡		1									1
16	タモロコ	淡	1				1					1	3
17	ニゴイ	淡	2	4	3		5		1	2			17
18	スゴモロコ属	淡	5	3		1			11	7	1		28
19	アメリカナマズ	淡					2	1	1				4
20	ワカサギ	回	20	22	4		59	103	44	40	334	2,201	2,827
	ワカサギ(稚魚)	回			1								1
21	アユ	回	952	1,121	392	333	32	10	1		44	41	2,926
22	シラウオ	回	66	54	85	40			87	147	40	32	551
	シラウオ(稚魚)	回				1							1
23	サケ	回	12	33					6	9	18	12	90
24	クルマサヨリ	海	186	365	35	13			10	3	2		614
25	マゴチ	海	1										1
26	スズキ	海					1	1	1				3
	スズキ (稚魚)	海	54	68	42	40							204
27	コトヒキ	海							2				2
28	ユゴイ	淡								1			1
29	ブルーギル	淡	1	1		3	1			16			22
30	ボラ	海	2	3	1				12	3	7	4	32
31	セスジボラ	海								1			1
	ボラ科(稚魚)	海	8,499	5,473	1,213	3,922	87	138	71	338	88,906	32,166	140,813
32	ウキゴリ	回								1			1
33	ビリンゴ	回					1	7					8
	ウキゴリ属	※	1		315	460	7,901	9,160	1				17,838
34	マハゼ	海						2					2
35	アシシロハゼ	海	162	59	7	29	19	1	3				280
36	ボウズハゼ	回					1		5	3			9
37	トウヨシノボリ	回	1							1			2
	ヨシノボリ属	※			2			3					5
38	ヌマチチブ	回	1,137	743	47	187	4	3	3	1	1	3	2,129
39	カムルチー	淡					1						1
40	イシガレイ	海	1										1
41	クサフグ	海			1								1
	魚類合計		11,119	7,957	2,182	5,053	8,184	9,456	382	603	89,360	34,467	168,763
1	テナガエビ	回		2	1	8	10	3	3				27
2	スジエビ	淡	22	6	1	3	3			7	2	1	45
3	モクズガニ	回	1	2							23	2	28
	エビ・カニ類合計		23	10	2	11	13	3	3	7	25	3	100

★確認種の生活型は概ね「平成7年度版河川水辺の国勢調査生物目録」に従い、淡水魚を“淡”、回遊魚を“回”、汽水・海水魚を“海”と表記し、分類群の中に生活型が二型以上あるものについては“※”表記とした。

付表 4 魚道上下流調査(定点下流)での採捕個体数

No.	種名	生活型	2006/4/30-5/1		5/18-19		6/15-16		11/9-10		2007/3/4-5		計 両岸
			右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	
1	ウナギ	回	6	4	3	2					1		16
	ウナギ(稚魚)	回	1										1
2	コノシロ	海		1									1
3	コイ	淡		1						1			2
4	ギンブナ	淡	9	7	5	3		3	6	16	2		51
5	オオタナゴ	淡				2			2			1	5
	タナゴ属	淡	1	1									2
6	タイリクバラタナゴ	淡	1				4	4					9
7	ワタカ	淡								1	1		2
8	ハス	淡							3	1			4
9	オイカワ	淡				1	1	1	35				38
10	マルタ	回										1	1
11	ウグイ	回									2		2
	ウグイ属	※	2					3	3		1		9
12	モツゴ	淡		2			17	5	9	1			34
13	タモロコ	淡	2						1	2	1		6
14	ニゴイ	淡	9	25	13	2			246	55	2	3	355
15	スゴモロコ属	淡	22	2			1		18	6			49
16	アメリカナマズ	淡			1								1
17	ワカサギ	回		1			130	5	8		56	78	278
18	アユ	回	118	256	1	1	7	1	1		5	3	393
19	シラウオ	回	7	27	4	4	1				1		44
20	クルメサヨリ	海		21				1					22
21	マゴチ	海	15	5									20
22	スズキ	海		1		1	4		1				7
	スズキ(稚魚)	海	61	44	14	17							136
23	コトヒキ	海								1			1
24	ブルーギル	淡	1	9	3	1	1		5	25			45
25	ボラ	海		1					1	1	6	7	16
	ボラ科(稚魚)	海	172	941	60	7	11	12	9		1,570	4,630	7,412
26	シロウオ	回		1									1
27	ウキゴリ										1		1
28	ビリンゴ	回					3	1					4
	ウキゴリ属	※	1		20	105	2,678	1,964					4,768
29	マハゼ	海	2					1	1	3			7
30	アシシロハゼ	海	271	760	20	72	1				1		1,125
31	ボウズハゼ	回					1		6	2			9
32	トウヨシノボリ	回	1	1									2
	ヨシノボリ属	※			2								2
33	ヌマチチブ	回	9,876	5,225	196	216	17	2	5	1	20	3	15,561
34	ヌマガレイ	海	7										7
	魚類合計		10,585	7,336	342	434	2,877	2,003	360	116	1,670	4,726	30,449
1	テナガエビ	回	7	58	4	10	1		23	12	4		119
2	スジエビ	淡	22	77	6				1		13	9	128
3	アメリカザリガニ	淡		1									1
4	モクズガニ	回	1	15	1	1	1	6			14	4	43
	エビ・カニ類合計		30	151	11	11	2	6	24	12	31	13	291

★確認種の生活型は概ね「平成7年度版河川水辺の国勢調査生物目録」に従い、淡水魚を“淡”、回遊魚を“回”、汽水・海水魚を“海”と表記し、分類群の中に生活型が二型以上あるものについては“※”表記とした。

付表 5(1) 魚道上下流調査と稚アユ遡上調査 I、II、サケ遡上調査における昼間(6:00～18:00)目視個体数

No.		種名	生活型	2006/4/7		4/14		4/21		4/29		5/12		5/17		5/29		6/2		6/9		6/14	
				右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸
遡上	1	コノシロ	海																				
	2	コイ	淡	12	30	1	46	22	9	12	58		2		12		1	2	5	15	1	1	
	3	フナ属	淡	2	2		14			5	65	2	8	1	3				10	4	8		3
	4	ハクレン	淡	3	35	30	34			2			4										
	5	ワタカ	淡																				
	6	ハス	淡					1														5	3
	7	ソウギョ	淡					1						1	1								
	8	アオウオ	淡						1				1										
	9	オイカワ属	淡																				56
	10	マルタ	回				1											1					
		ウグイ属	※	6	2	11	1	1			1		4			3		1		15	26		
	11	ニゴイ	淡		2		4								1								
	12	スゴモロコ属	淡																				
		コイ科	※		3						1										50	1	
	13	アメリカナマズ	淡																	1	4		
	14	ワカサギ	回							12													
	15	アユ	回	11	3	179	493	59	13	404	3,461	31	755	197	1,318		4	37	63	2			99
	16	シラウオ	回							3							2						
	17	サケ	回						6														
	18	クルメサヨリ	海						1	180	450	40	3					1	2				
	19	スズキ	海						1											2			
	20	ボラ	海	81	631	131	36	67	17	533	517	6	19	107	30	41	11	50	22	197	957	11	
		ボラ科稚魚	海	1,165	105,200	5	320	31	831	4,766	24,850	422	46	3		3,208	1,609	4,183	2,046	486	1,904	208	45
	21	ウキゴリ属	※													15		116		7			1
	22	ヌマチチブ	回										4			1							
		ハゼ科	※										905										
		不明魚	※	6	4	5	58	1	1		9	43		1	16	2	9	2	4	2	26	2	5
		魚類合計		1,286	105,912	362	1,007	183	880	5,917	29,412	544	1,751	310	1,381	3,270	1,636	4,392	2,151	730	2,975	232	212
	1	モクズガニ	回				1																1
		エビ・カニ類合計		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

★確認種の生活型は概ね「平成7年度版河川水辺の国勢調査生物目録」に従い、淡水魚を“淡”、回遊魚を“回”、汽水・海水魚を“海”と表記し、分類群の中に生活型が二型以上あるものについては“※”表記とした。

付表 5(2) 魚道上下流調査と稚アユ遡上調査 I、II、サケ遡上調査における昼間(6:00～18:00)目視個体数(続き)

No.		種名	生活型	2006/4/7		4/14		4/21		4/29		5/12		5/17		5/29		6/2		6/9		6/14	
				右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸
降 下	1	コイ	淡			2	2	4	3	5	48				2			1	15	3		1	
	2	フナ属	淡	1						4	47			1	2				9	2	30		4
	3	ハクレン	淡		1	3	11			1													
	4	ワタカ	淡																				
	5	ハス	淡																			1	2
	6	ソウギョ	淡												1								
	7	アオウオ	淡						1														
	8	オイカワ	淡																			4	
		オイカワ属	淡																				50
	9	マルタ	回															1					
		ウグイ属	※			1			1		1					1				1	9		
	10	ニゴイ	淡							3					2								
	11	コイ科	淡																				
	12	アメリカナマズ	淡																			6	
	13	ワカサギ	回							10													
	14	アユ	回			2	11	313		518	1,918		8	160	241	1		11	123			4	9
	15	シラウオ	回															4					
	16	サケ	回						35		1												
	17	クルメサヨリ	海						2	83	216						1	1	1				
	18	ボラ	海	3	16	7	9	12	9	406	328		3	102	212	1		31	25	72	75	2	
		ボラ科稚魚	海	50	800		2	212	821	1,128	8,322		8	4	30	30	700	3,357	2,743	1,578	5,773	16	2
	19	ヌマチチブ	回										3										
		ハゼ科	※										27										
		不明魚	※			1	6		11		23				10		4		4		6	1	2
		魚類合計		54	817	16	41	541	883	2,158	10,904	0	49	267	500	33	705	3,406	2,920	1,656	5,893	35	69
	1	モクズガニ	回																				1
		エビ・カニ類合計		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

★確認種の生活型は概ね「平成7年度版河川水辺の国勢調査生物目録」に従い、淡水魚を“淡”、回遊魚を“回”、汽水・海水魚を“海”と表記し、分類群の中に生活型が二型以上あるものについては“※”表記とした。

付表 5(3) 魚道上下流調査と稚アユ遡上調査 I、II、サケ遡上調査における昼間(6:00～18:00)目視個体数

No.	種名	生活型	2006/10/15		11/8		11/16		11/24		12/8		2007/3/3	
			右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸
遡上	1 コノシロ	海				3								
	2 コイ	淡	2		19	4	7					1	1	
	3 フナ属	淡			1	3	1	1				1		
	4 ハクレン	淡									2		2	5
	5 ワタカ	淡				2								
	6 ハス	淡												
	7 ソウギョ	淡												
	8 アオウオ	淡												
	9 オイカワ属	淡												
	10 マルタ	回					33							1
	ウグイ属	※			12			56	10		1			
	11 ニゴイ	淡			5		132			4				1
	12 スゴモロコ属	淡					1							
	コイ科	※				69								
	13 アメリカナマズ	淡												
	14 ワカサギ	回						76	109					
	15 アユ	回												
	16 シラウオ	回			4			11						2
	17 サケ	回			14	10		18	11	2	1	1		
	18 クルメサヨリ	海												
	19 スズキ	海												
	20 ボラ	海	130	293	3,022	612	494	154	67	80	3			
	ボラ科稚魚	海			2	55				313				11
	21 ウキゴリ属	※												
	22 スマチチブ	回	1											
	ハゼ科	※												
	不明魚	※	10	2		1	2			5		1	1	
	魚類合計		143	295	3,079	756	670	316	197	404	7	4	4	20
1	モクズガニ	回				1								1
	エビ・カニ類合計		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1

★確認種の生活型は概ね「平成 7 年度版河川水辺の国勢調査生物目録」に従い、淡水魚を“淡”、回遊魚を“回”、汽水・海水魚を“海”と表記し、分類群の中に生活型が二型以上あるものについては“※”表記とした。

付表 5(4) 魚道上下流調査と稚アユ遡上調査 I、II、サケ遡上調査における昼間(6:00～18:00)目視個体数(続き)

No.		種名	生活型	2006/10/15		11/8		11/16		11/24		12/8		2007/3/3	
				右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸	右 岸	左 岸
降 下	1	コイ	淡				17								1
	2	フナ属	淡			2	12		22						
	3	ハクレン	淡											1	1
	4	ワタカ	淡				1								
	5	ハス	淡												
	6	ソウギョ	淡												
	7	アオウオ	淡												
	8	オイカワ	淡												
		オイカワ属	淡												
	9	マルタ	回					1			1			1	2
		ウグイ属	※			22									
	10	ニゴイ	淡			9									2
	11	コイ科	淡				83								
	12	アメリカナマズ	淡												
	13	ワカサギ	回						7	15					
	14	アユ	回												
	15	シラウオ	回			6	2		1						3
	16	サケ	回			15	14			1			1		
	17	クルマサヨリ	海												
	18	スズキ				22					1				
	19	ボラ	海	74	229	2,944	643	14	18		46	2			
		ボラ科稚魚	海			32	57				240			120	22
	20	ヌマチチブ	回												
		ハゼ科	※												
		不明魚	※	3		3					2				
		魚類合計		77	229	3,055	829	15	48	16	290	2	1	122	31
	1	モクズガニ	回				1								1
		エビ・カニ類合計		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1

★確認種の生活型は概ね「平成 7 年度版河川水辺の国勢調査生物目録」に従い、淡水魚を“淡“、回遊魚を“回“、汽水・海水魚を“海“と表記し、分類群の中に生活型が二型以上あるものについては“※“表記とした。

付表 6 魚道上下流調査における夜間(18:00～22:00)目視個体数

No.		種名	生活型	2006/4/28		5/16		6/13		11/7		2007/3/2		合計
				右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	
遡上	1	テナガエビ	回					2						2
	2	スジエビ	淡			1		1			3			5
	3	アメリカザリガニ	淡					1						1
	4	モクズガニ	回	38	4	127	1	66		4		2	87	329
		エビ・カニ類合計		38	4	128	1	70		4	3	2	87	337
降下	1	モクズガニ	回	9		19		7	2	3		0	5	45
		エビ・カニ類合計		9		19		7	2	3		0	5	45

★確認種の生活型は概ね「平成7年度版河川水辺の国勢調査生物目録」に従い、淡水魚を“淡“、回遊魚を“回“、汽水・海水魚を“海“と表記し、分類群の中に生活型が二型以上あるものについては“※“表記とした。

付表 7 魚道上下流調査における夜間のモクズガニ目視個体数

観察時間帯		2006/4/28		5/16		6/13		11/7		2007/3/2		合計
		右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	両岸
遡上	18:00～19:00	4		20	1	7					7	39
	19:00～20:00	15		35		19					20	89
	20:00～21:00	9	4	31		23				1	25	93
	21:00～22:00	10		41		17		4		1	35	108
	合 計	38	4	127	1	66	0	4	0	2	87	329
降下	18:00～19:00	1		3							1	5
	19:00～20:00	6		8		1						15
	20:00～21:00	2		4		2	2	1			2	13
	21:00～22:00			4		4		2			2	12
	合 計	9	0	19	0	7	2	3	0	0	5	45

付表 8 稚アユ遡上調査 I における採捕個体数

No.	種名	生活型	2006/4/21		6/2		2007/3/19		計 両岸
			右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	
1	ウナギ	回			1				1
2	カタクチイワシ	海			3				3
3	コイ	淡				1	1	1	3
4	ギンブナ	淡	4	3	3	6		2	18
5	オオタナゴ	淡	1		2	6			9
6	ハクレン	淡					5	4	9
7	ワタカ	淡				2			2
8	ハス	淡	8	2	6	3			19
9	オイカワ	淡	1	1	73	24			99
10	マルタ	淡	3	2			4		9
11	ウグイ	淡			1				1
	ウグイ属	※	2		2	4			8
12	モツゴ	淡	3	1	1	1			6
13	タモロコ	淡	1		1				2
14	ニゴイ	淡					2	1	3
15	スゴモロコ属	淡		1	1				2
16	アメリカナマズ	淡				1			1
17	ワカサギ	回	4	11	47	22	6	125	215
	ワカサギ(稚魚)	回			17	15			32
18	アユ	回	658	396	562	476	1,112	597	3,801
19	シラウオ	回	32	33	24	3	69	107	268
20	サケ	回	1	1,045					1,046
21	ペヘレイ	淡	1						1
22	クルマサヨリ	海		18	1	19	2	27	67
23	降海型イトヨ	回	1						1
24	スズキ(稚魚)	海	31	27	37	51			146
25	ブルーギル	淡			2	3			5
26	ボラ	海	20	1			3	6	30
	ボラ科(稚魚)	海	2,237	1,016	3,009	2,591	14,551	11,936	35,340
27	ウキゴリ属	※			30	22			52
28	アシシロハゼ	海		1	8	2			11
29	トウヨシノボリ	回		2					2
	ヨシノボリ属	※			2	1			3
30	ヌマチチブ	回	10	88	41	53	2		194
	魚類合計		3,018	2,648	3,874	3,306	15,757	12,806	41,409
1	テナガエビ	回			1				1
2	スジエビ	淡				1			1
3	モクズガニ	回		1				1	2
	エビ・カニ類合計			1	1	1		1	4

★確認種の生活型は概ね「平成 7 年度版河川水辺の国勢調査生物目録」に従い、淡水魚を“淡”、回遊魚を“回”、汽水・海水魚を“海”と表記し、分類群の中に生活型が二型以上あるものについては“※”表記とした。

付表 9 シラスウナギ調査での採捕個体数

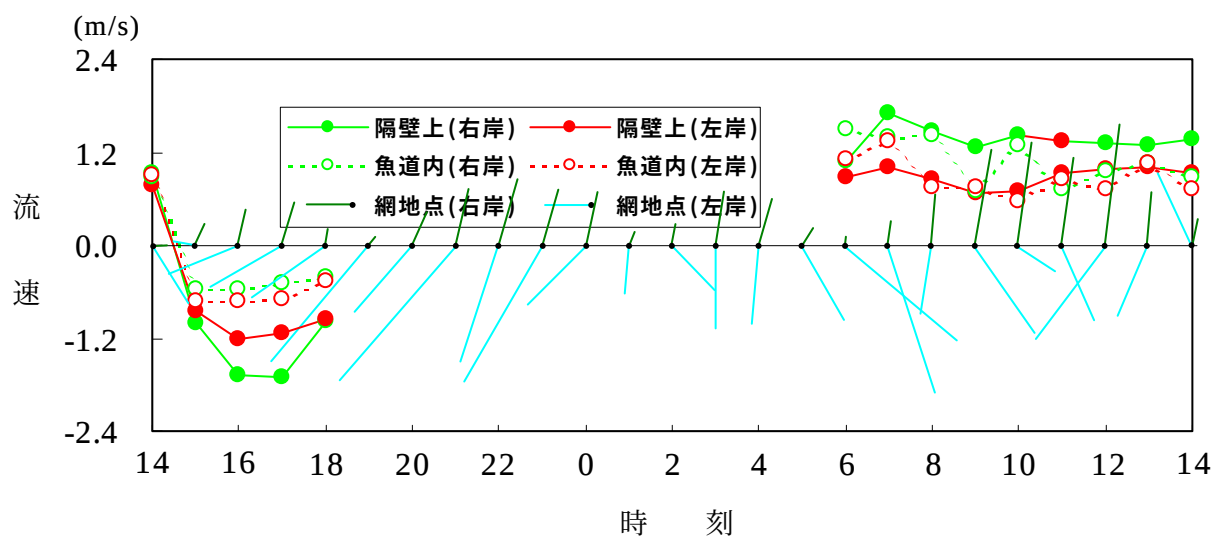
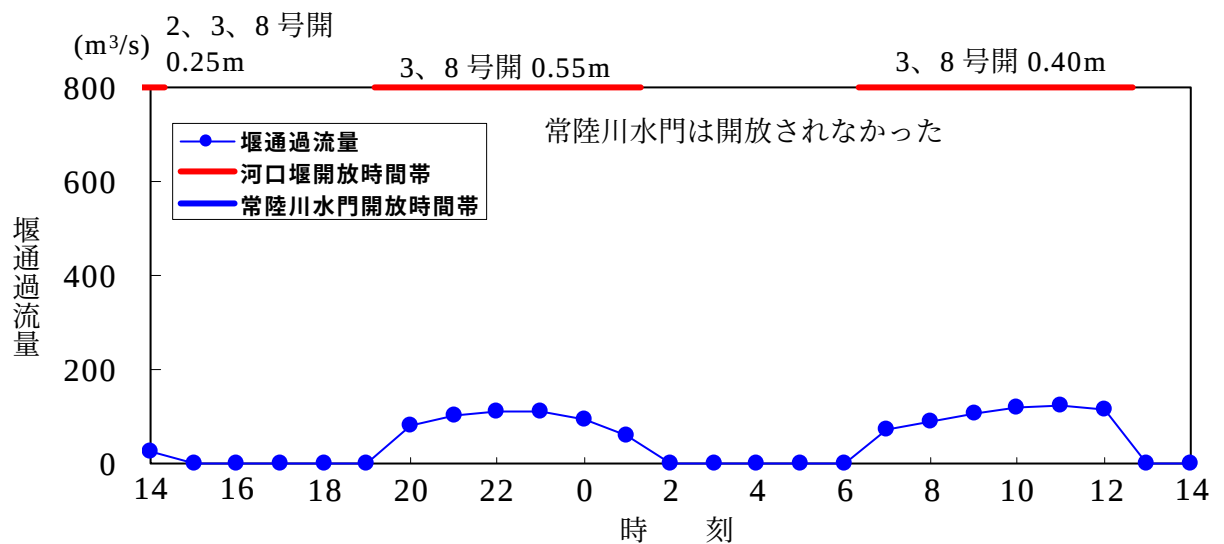
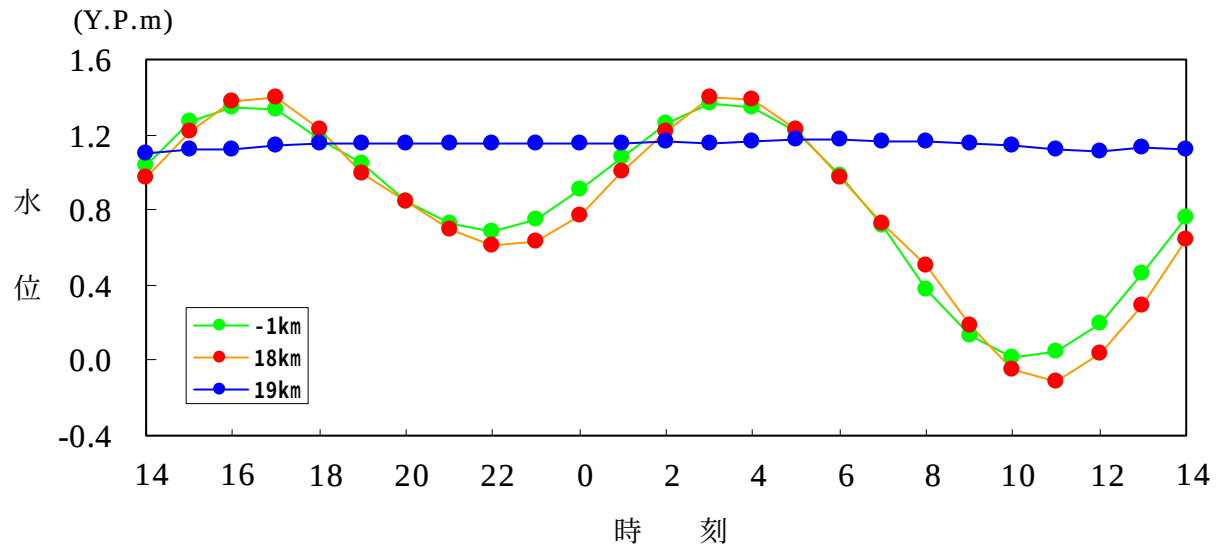
No.	種名	生活型	2007/1/4-5		1/19-20		2/3-4		2/18-19		3/5-6		計 両岸
			右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	
1	スナヤツメ	淡	1										1
2	ウナギ(稚魚)	回			1	1	3	7	5	25	38	173	253
3	ハクレン	淡					1		2				3
4	ワタカ	淡		1	1								2
5	ハス	淡	2	3	24	6	2	4	6				47
6	オイカワ	淡	2	2		8	6		3		1		22
7	マルタ	淡				1						3	4
8	ウグイ	淡									1	16	17
	ウグイ属	淡		1						1			2
9	モツゴ	淡			2	1							3
10	タモロコ	淡							1				1
11	ニゴイ	淡					1			1	1		3
12	スゴモロコ属	淡			12		3		9				24
13	アメリカナマズ	淡							1				1
14	ワカサギ	回		2	2		26	8	13	61	25	77	214
15	アユ	回					1			3	17	25	46
16	シラウオ	回	46	160	231	239	241	496	373	381	312	1,698	4,177
17	サケ	回	4		1	2		1		1	2	40	51
18	メダカ	淡		1									1
19	クルマサヨリ	海						1			17	115	133
20	降海型イトヨ	回										9	9
21	スズキ	海								1		1	2
22	ブルーギル	淡								1	1		2
23	ボラ	海			4		26	8		13	21	90	162
24	メナダ	海		1									1
	ボラ科(稚魚)	海	5	13	41	82	139	69	16,883	8,983	44,294	180,694	251,203
25	マハゼ	海									1		1
26	アシシロハゼ	海									1		1
27	ヌマチチブ	回							1	1	10	35	47
	魚類合計		60	184	319	340	449	594	17,297	9,472	44,742	182,976	256,433
1	テナガエビ	回	1	1					2		2		6
2	スジエビ	淡	1			3		2	4	23	12	131	176
3	モクズガニ	回	1	2		10	2	6	1	4	21	59	106
	エビ・カニ類合計		3	3		13	2	8	7	27	35	190	288

★確認種の生活型は概ね「平成 7 年度版河川水辺の国勢調査生物目録」に従い、淡水魚を“淡“、回遊魚を“回“、汽水・海水魚を“海“と表記し、分類群の中に生活型が二型以上あるものについては“※“表記とした。

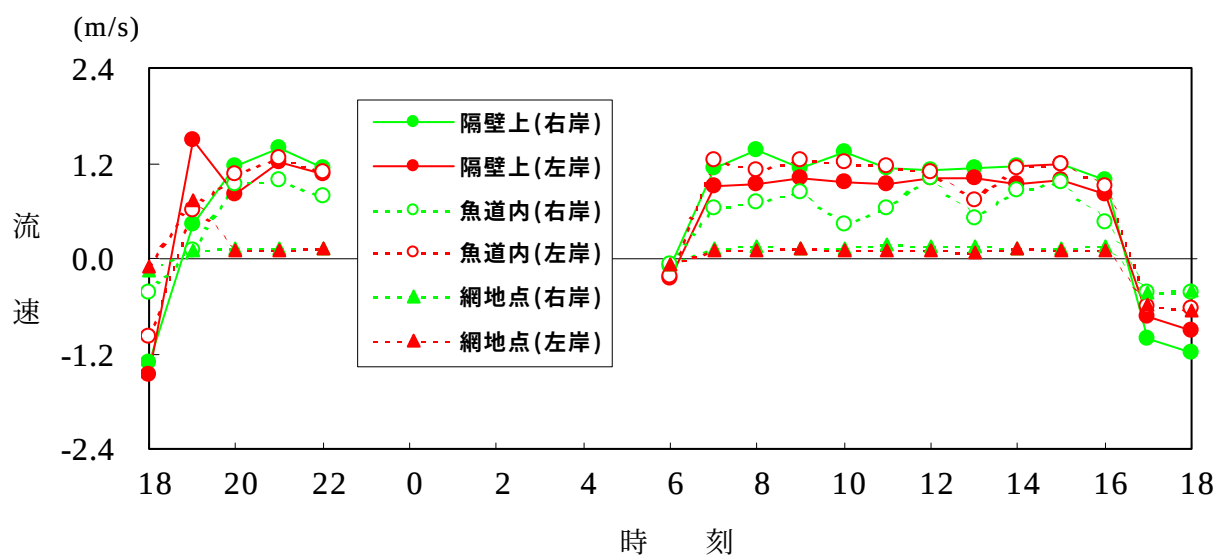
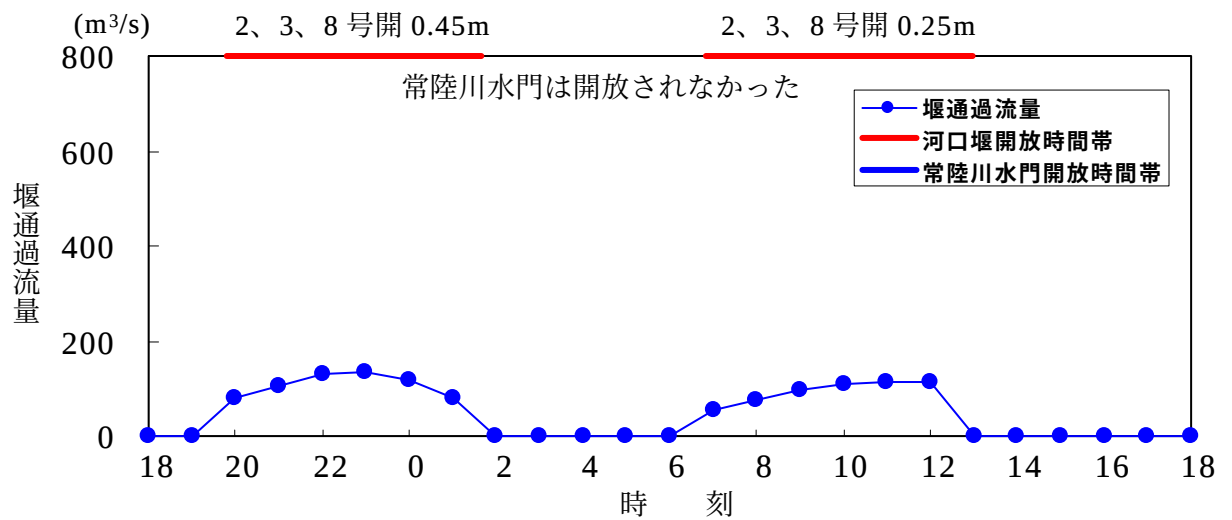
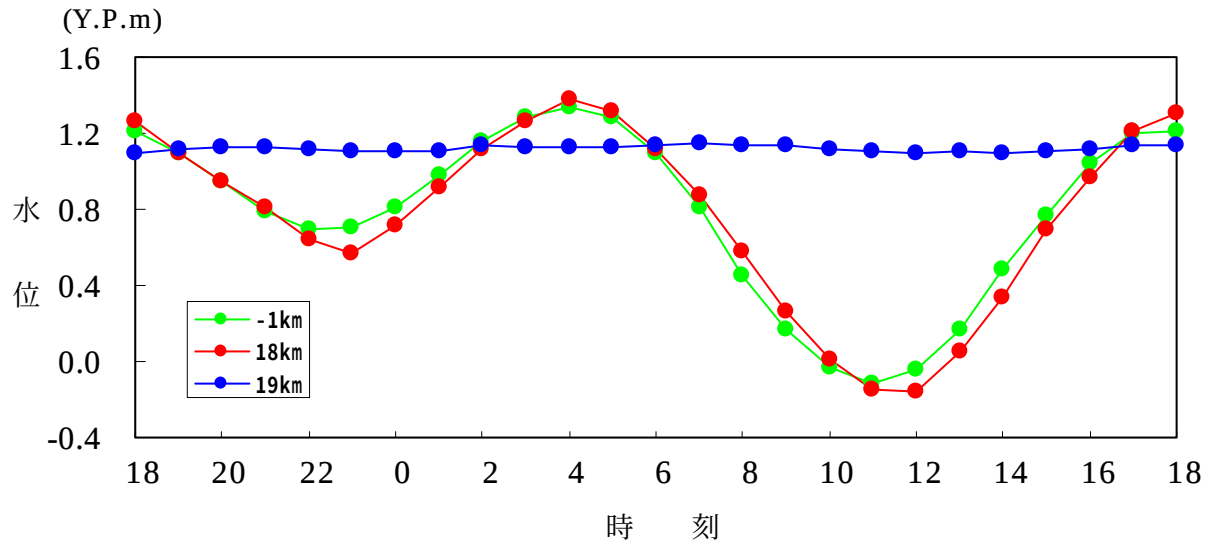
付表 10 流下仔魚調査での採捕個体数

No.	種名	生活型	2006/10/18-19		10/26-27		11/1-2		計
			右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	両岸
1	コイ科	※		1	—	1			2
2	ワカサギ	回		1	—			1	2
3	アユ	回	2,070	1,387	—	31,589	4,009	3,384	42,439
4	シラウオ	回		105	—	3	3	123	234
5	クルマサヨリ	海		3	—	2		2	7
6	ボラ科稚魚	海			—			1	1
7	ボウズハゼ	回		1	—				1
8	チチブ属	回		4	—	1		11	16
	ハゼ科	※	1	22	—	1			24
	魚類合計		2,071	1,524	—	31,597	4,012	3,522	42,726
1	テナガエビ	回	2	15	—		2	13	32
2	スジエビ属	淡		7	—			7	14
	エビ・カニ類合計		2	22	—	0	2	20	46

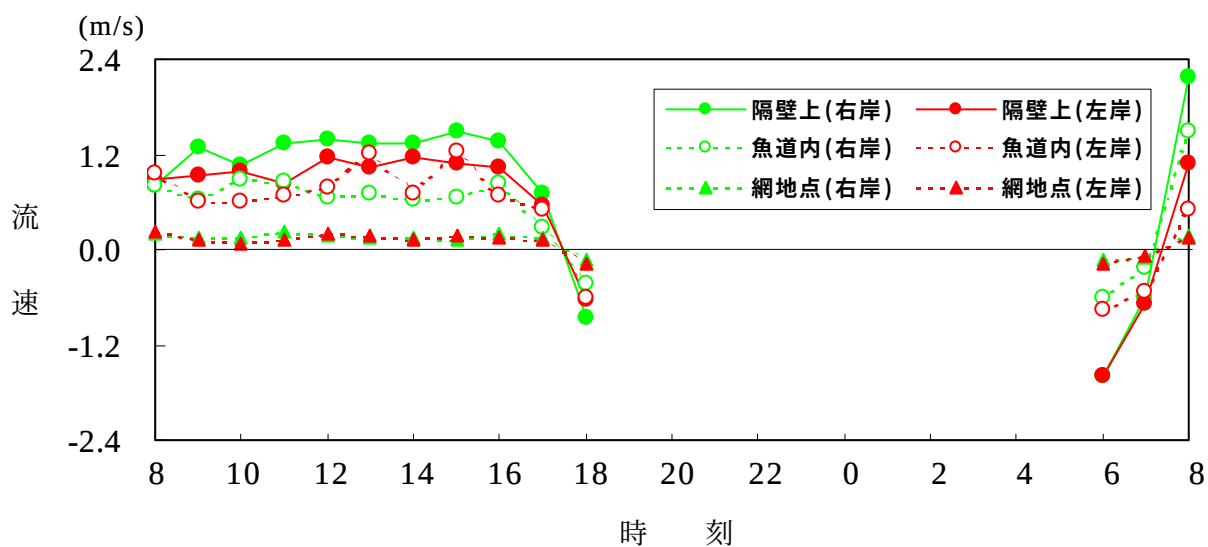
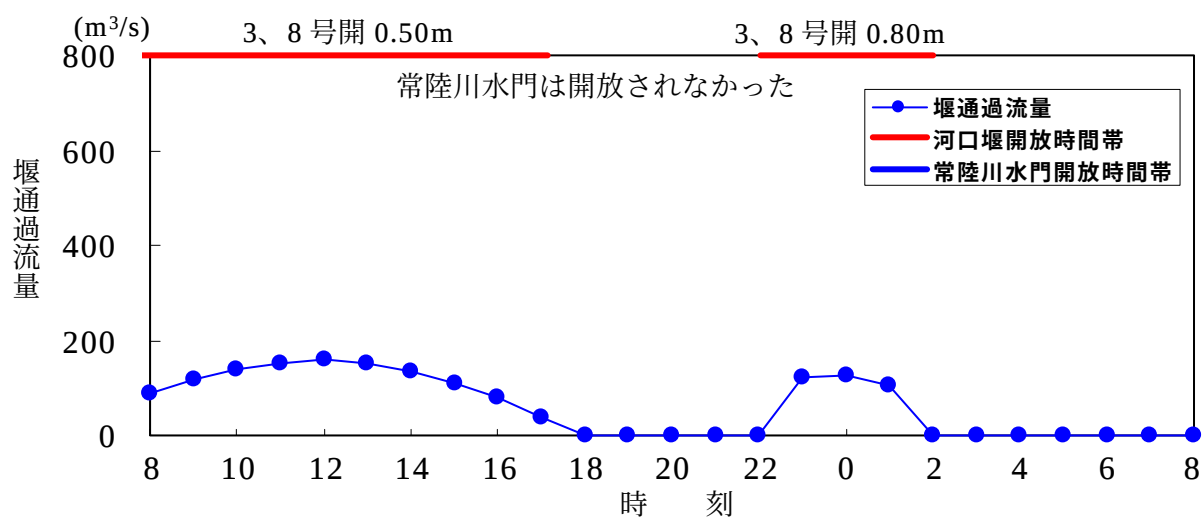
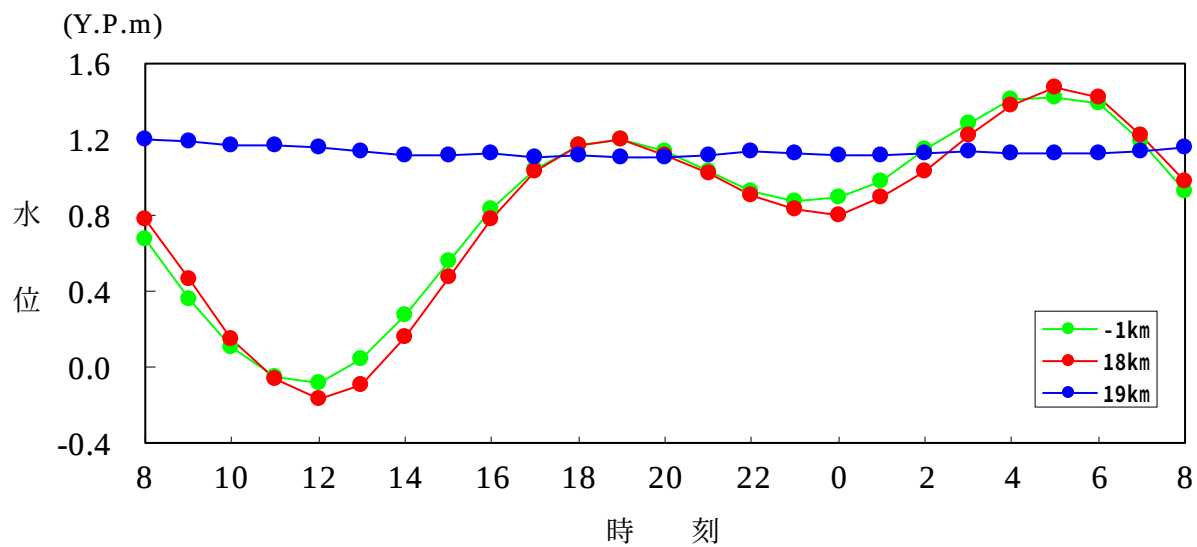
★確認種の生活型は概ね「平成 7 年度版河川水辺の国勢調査生物目録」に従い、淡水魚を“淡”、回遊魚を“回”、汽水・海水魚を“海”と表記し、分類群の中に生活型が二型以上あるものについては“※”表記とした。



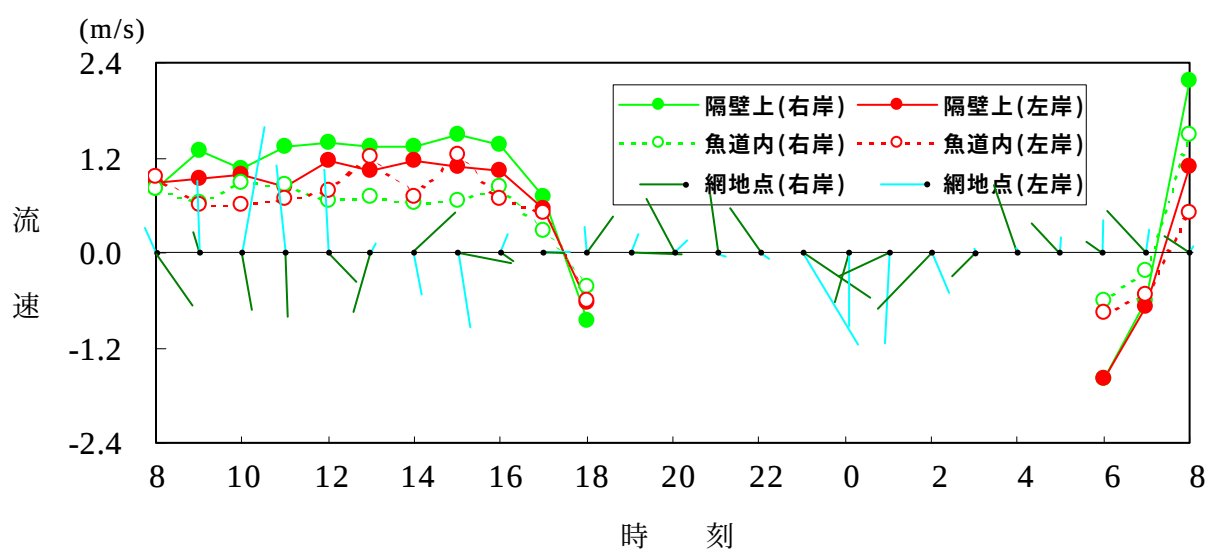
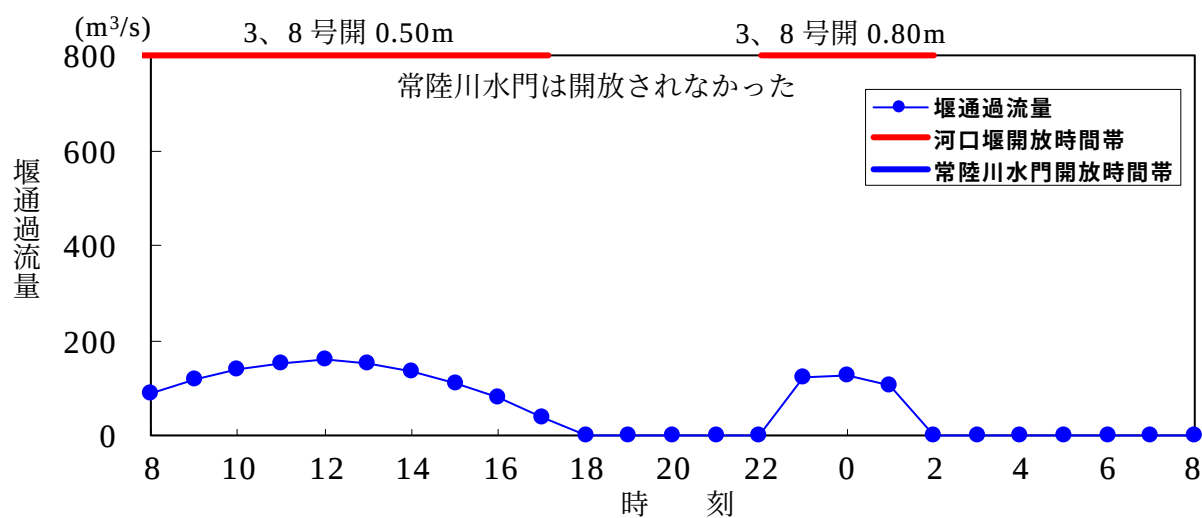
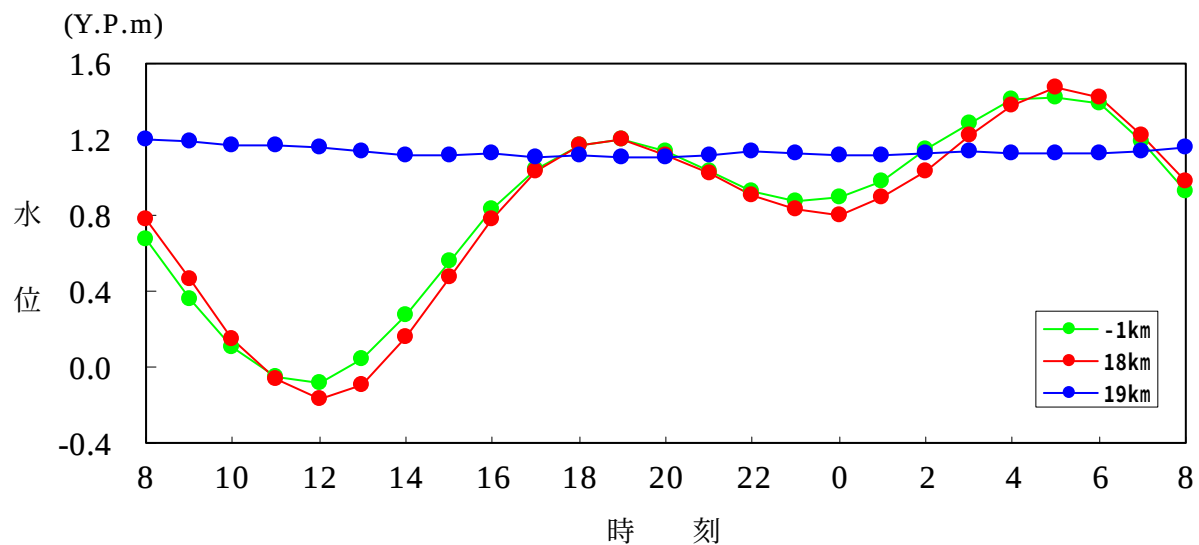
付図 1(1) 第 1 回魚道上下流調査(定点上流：2006/4/27-28)における水位、
堰通過流量、堰操作状況および流速
(ただし、定置網設置地点の流向流速は、Y 軸上側を下流(132.5 度)とし、凡例
中の長さを 5cm/s として示した)



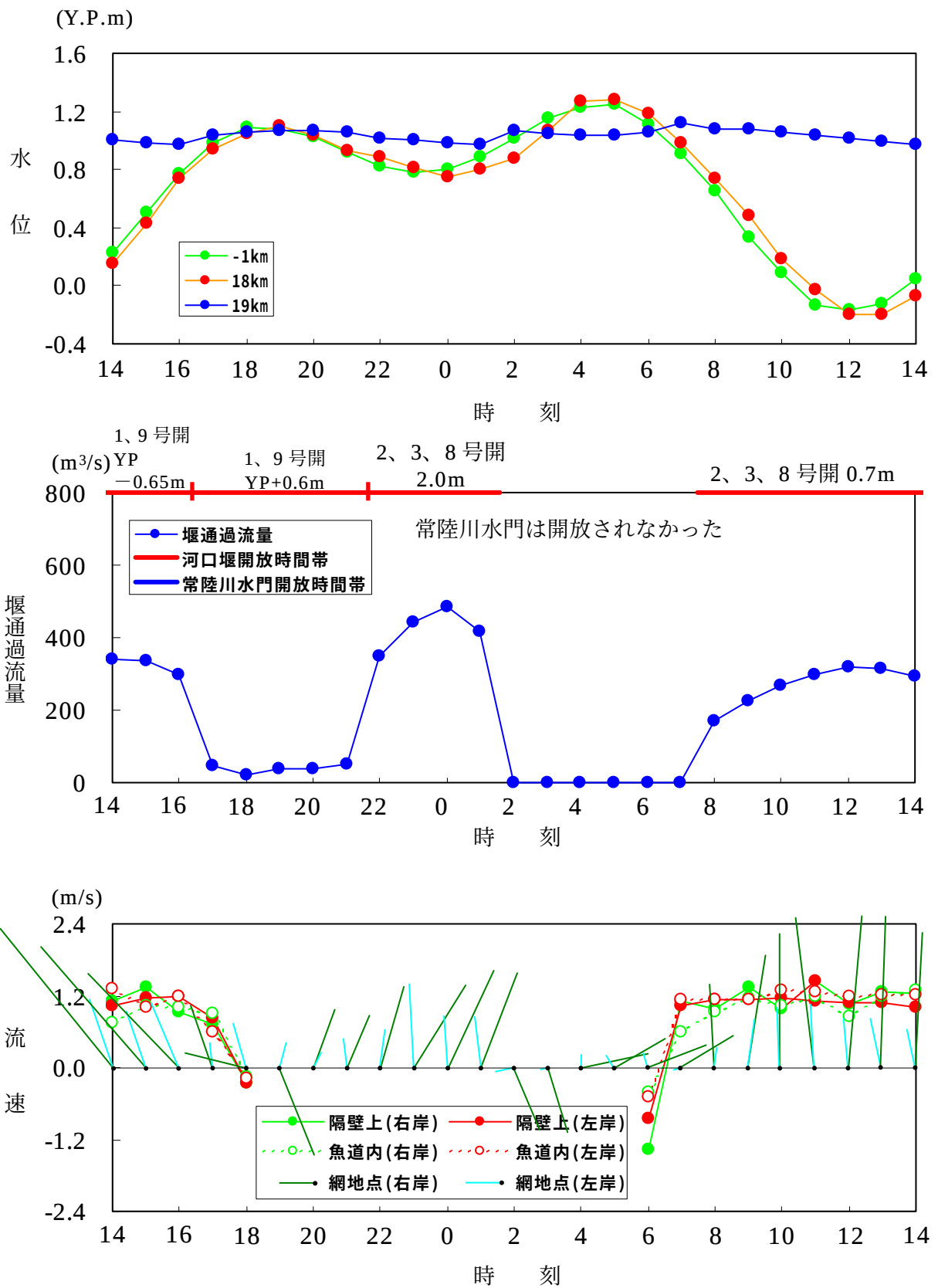
付図 1(2) 第 1 回魚道上下流調査(魚道上流：2006/4/28-29)における水位、堰通過流量、堰操作状況および流速



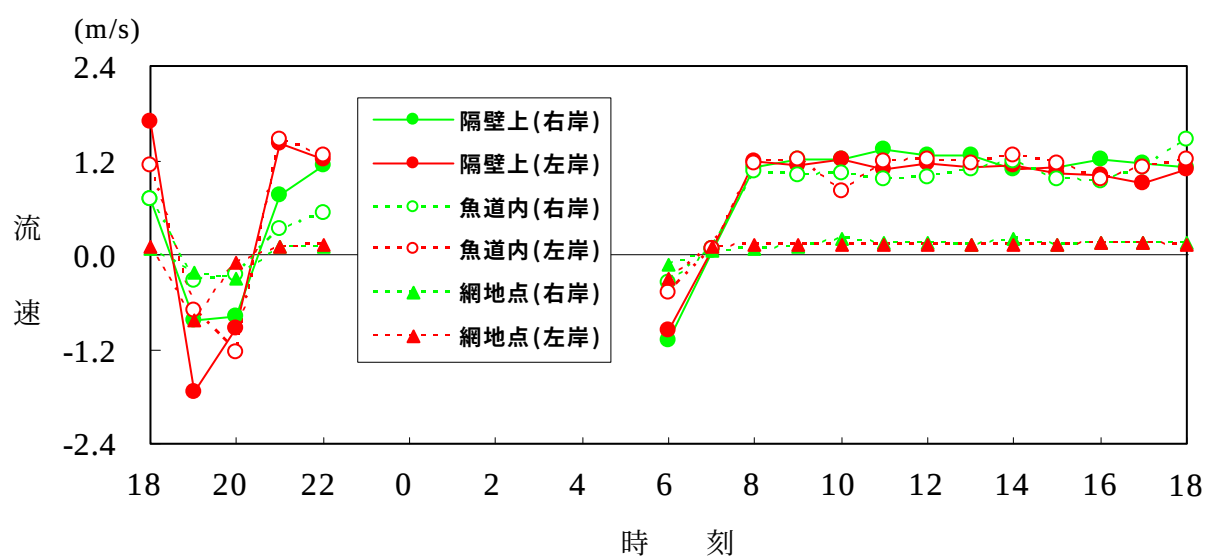
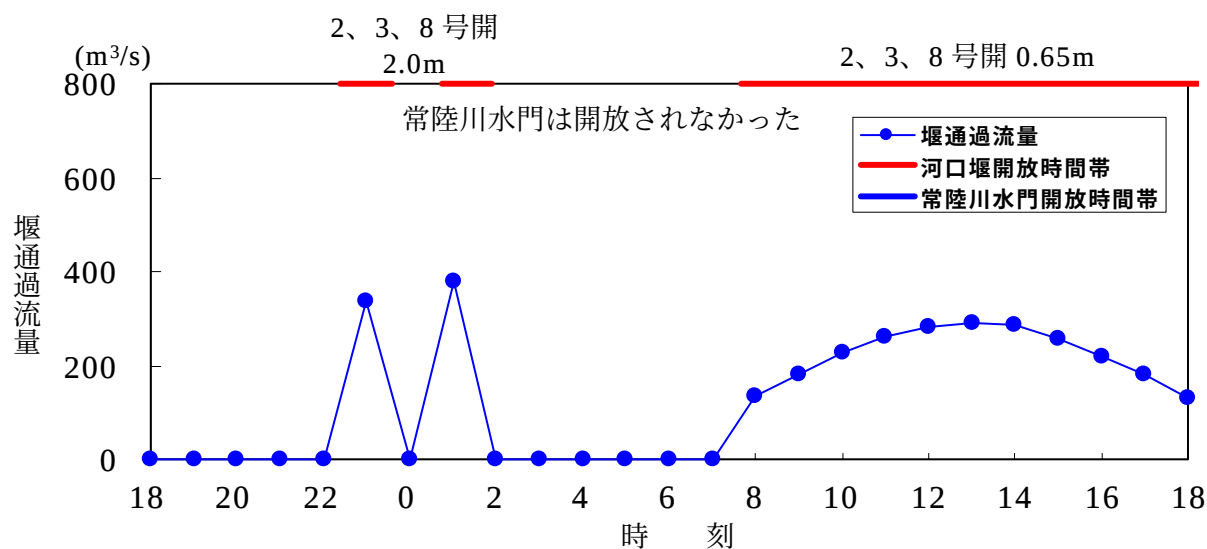
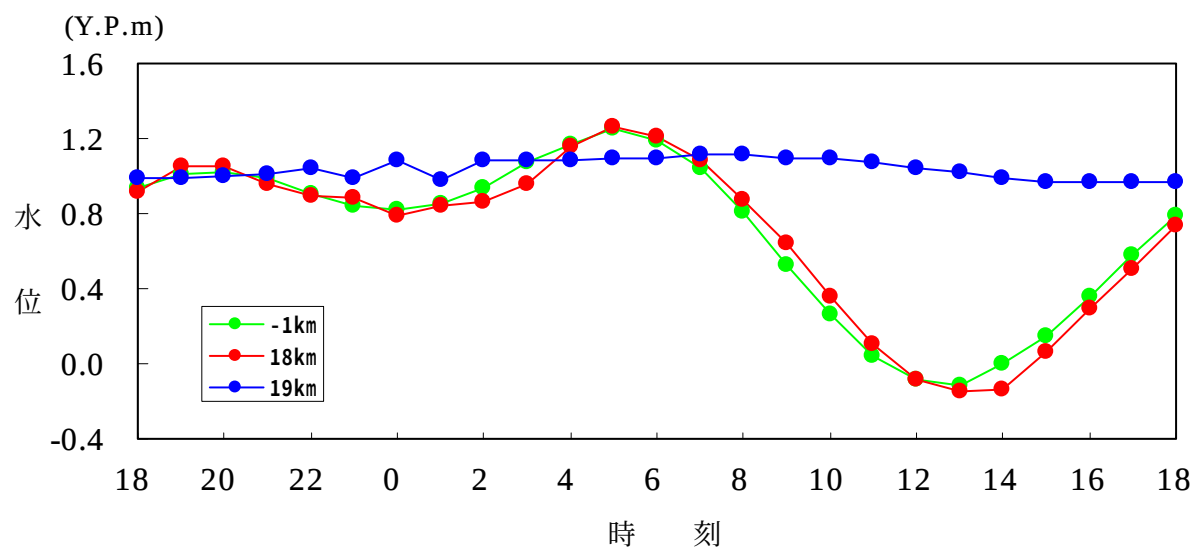
付図 1(3) 第 1 回魚道上下流調査(魚道下流：2006/4/30-5/1)における水位、
堰通過流量、堰操作状況および流速



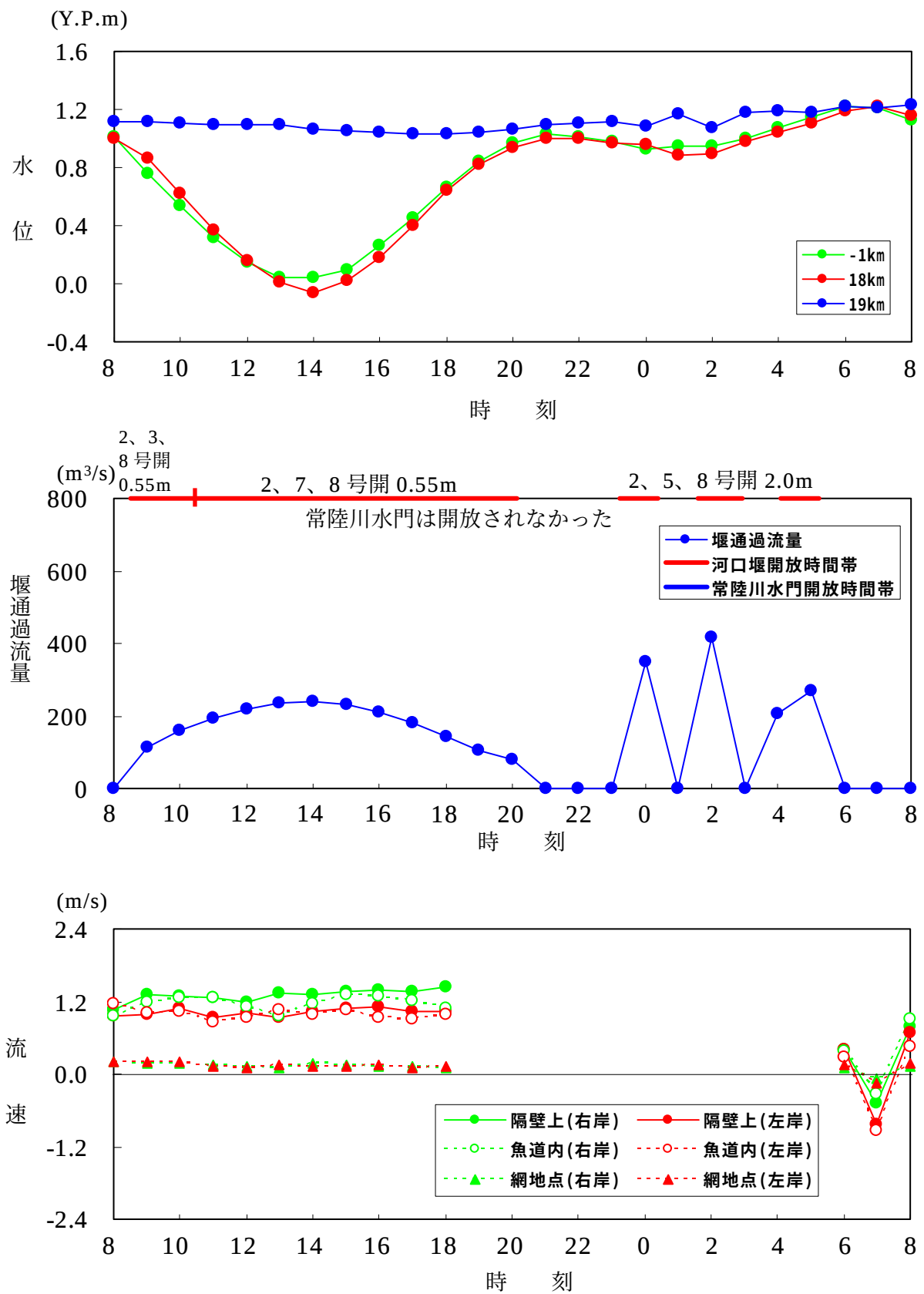
付図 1(4) 第 1 回魚道上下流調査(定点下流：2006/4/30-5/1)における水位、
堰通過流量、堰操作状況および流速
(ただし、定置網設置地点の流向流速は、Y 軸上側を下流(132.5 度)とし、凡例
中の長さを 10cm/s として示した)



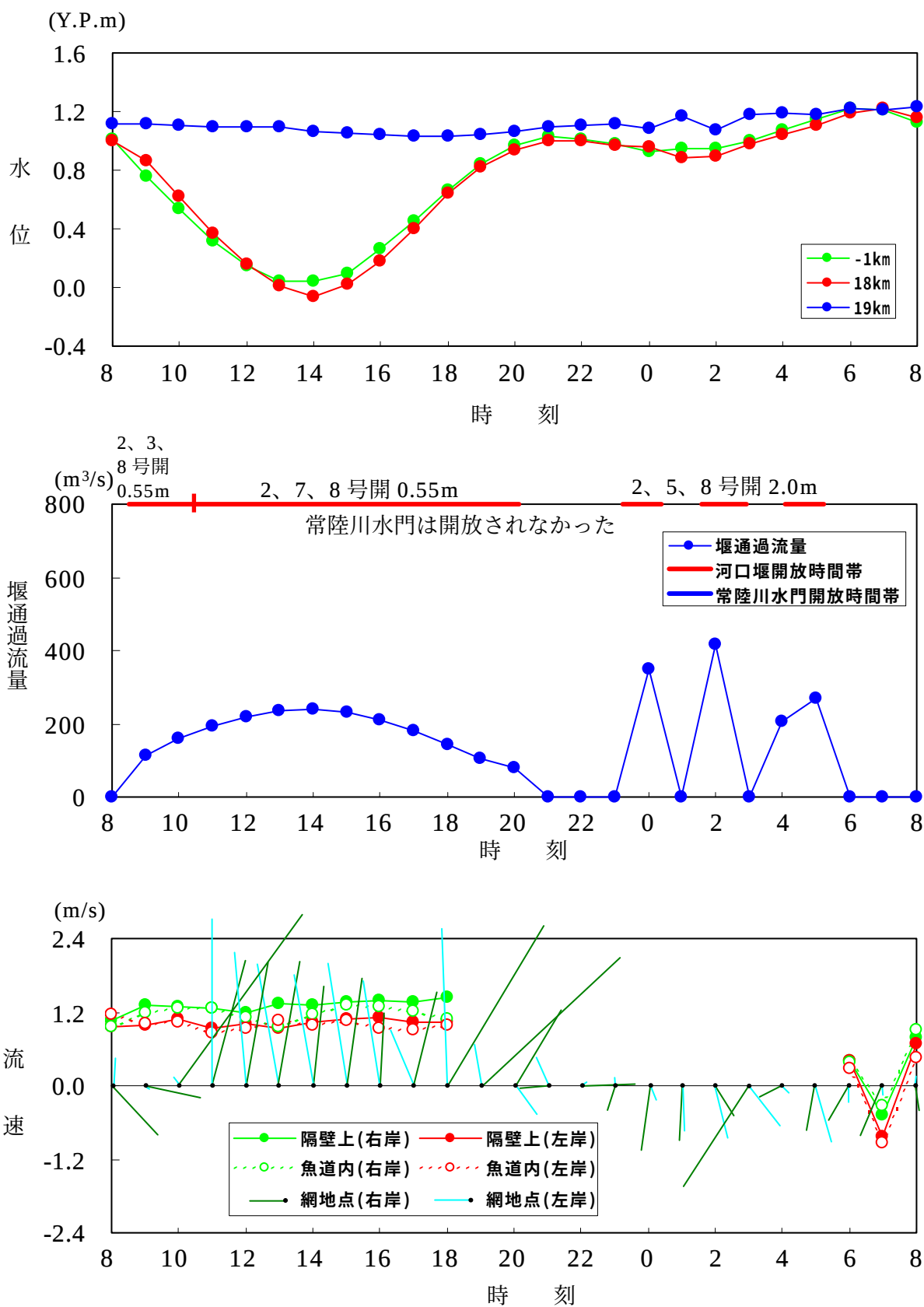
付図 2(1) 第 2 回魚道上下流調査(定点上流：2006/5/15-16)における水位、
堰通過流量、堰操作状況および流速
(ただし、定置網設置地点の流向流速は、Y 軸上側を下流(132.5 度)とし、凡例
中の長さを 5cm/s として示した)



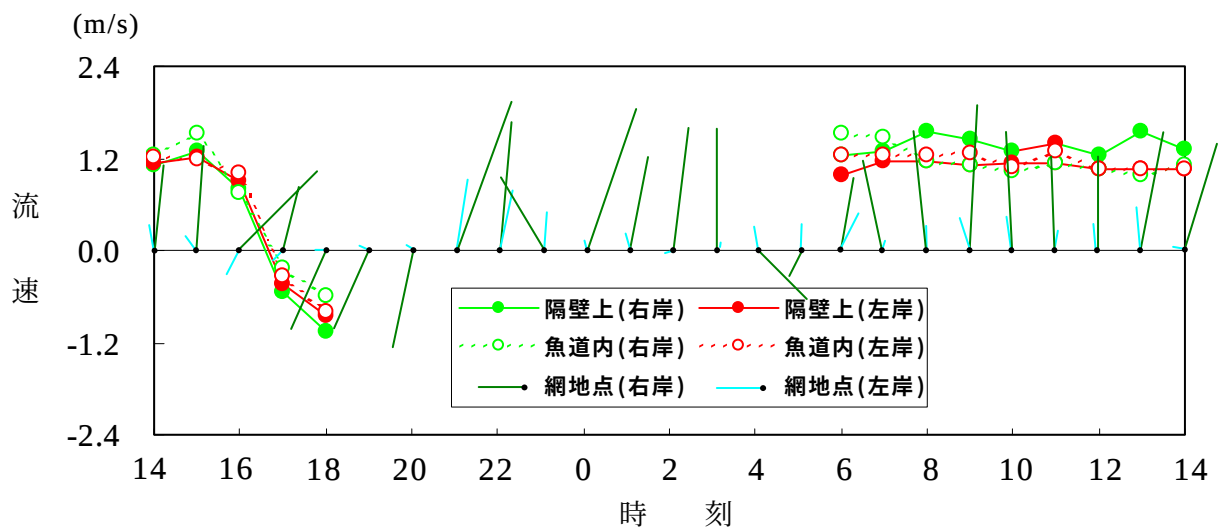
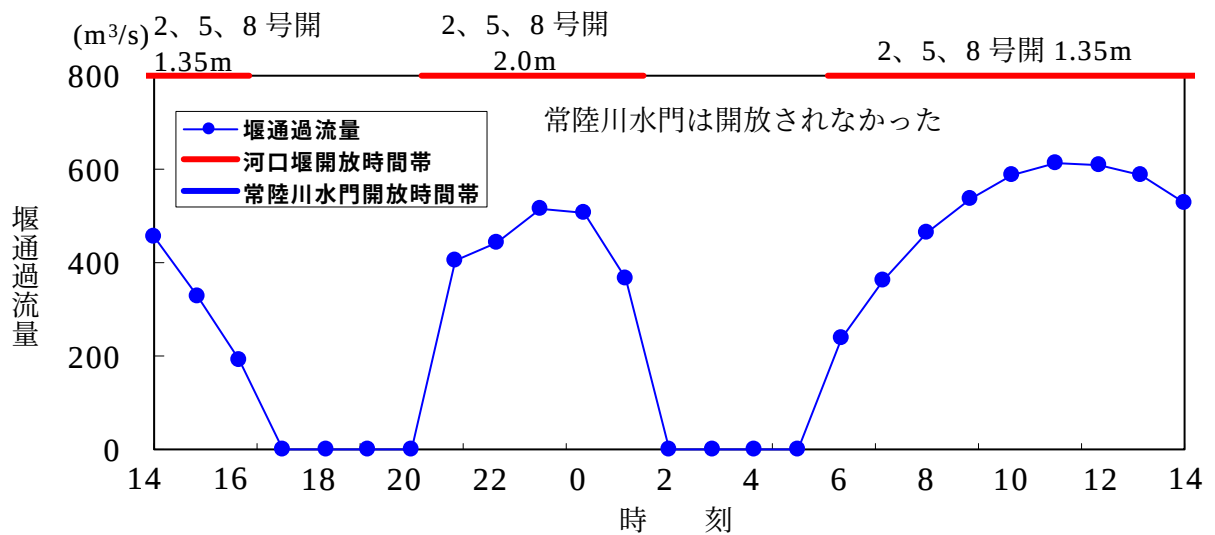
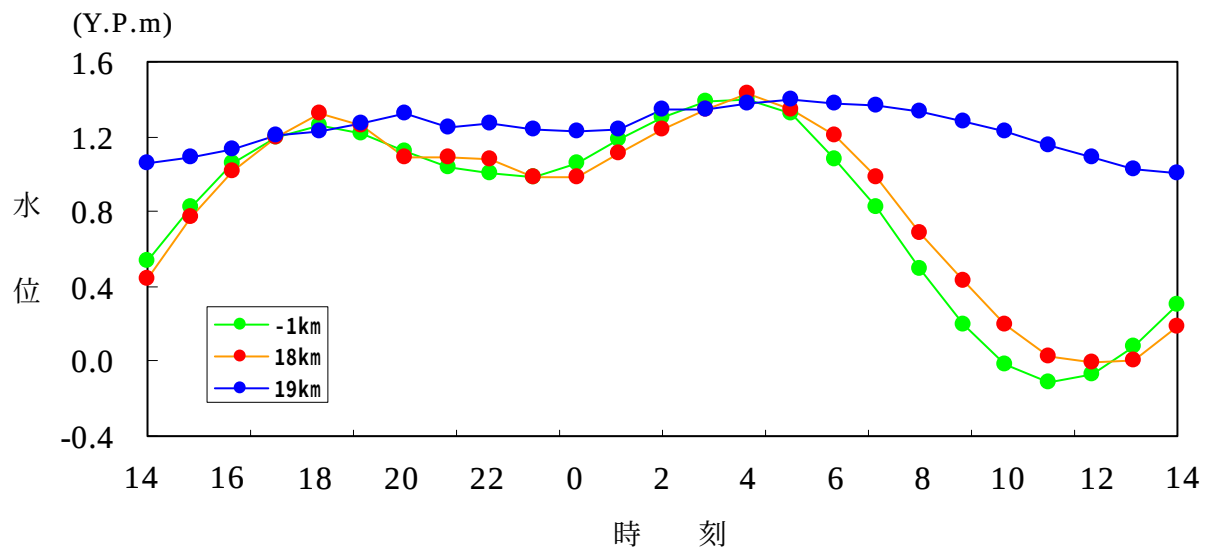
付図 2(2) 第 2 回魚道上下流調査(魚道上流：2006/5/16-17)における水位、堰通過流量、堰操作状況および流速



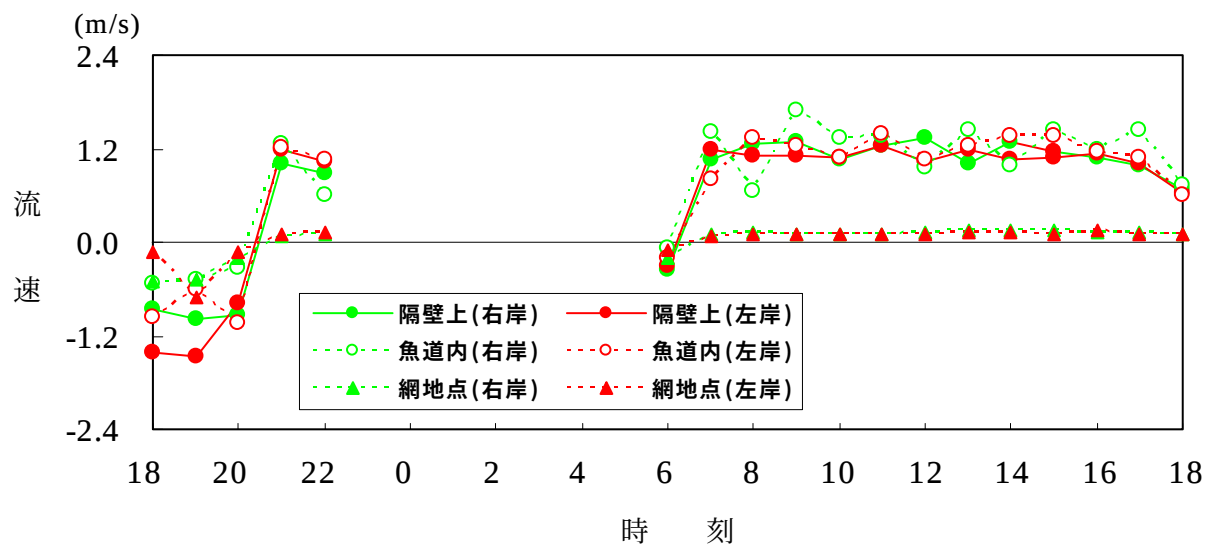
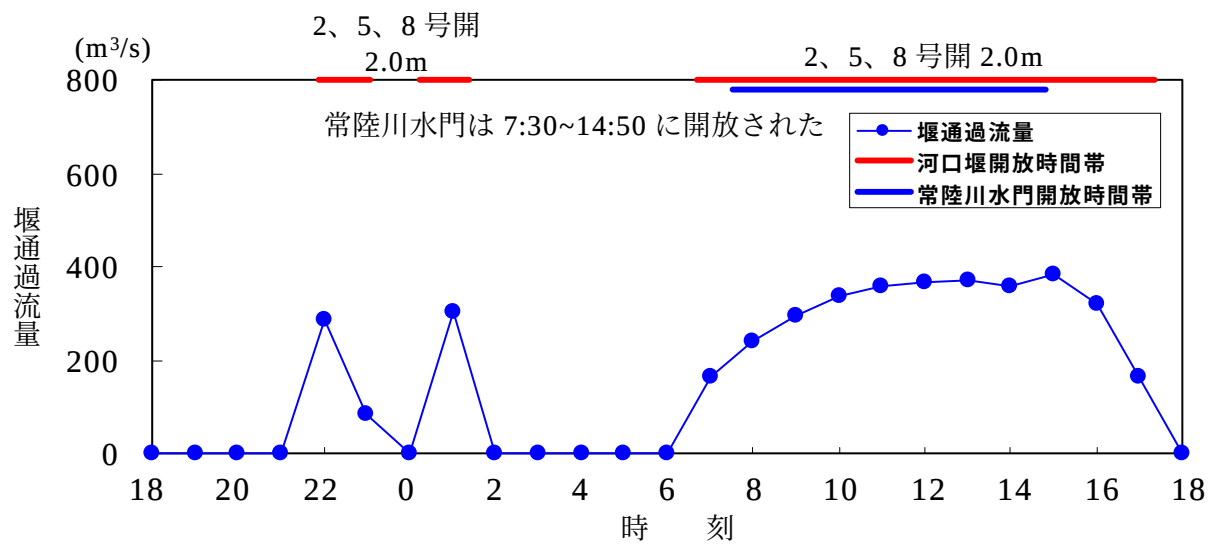
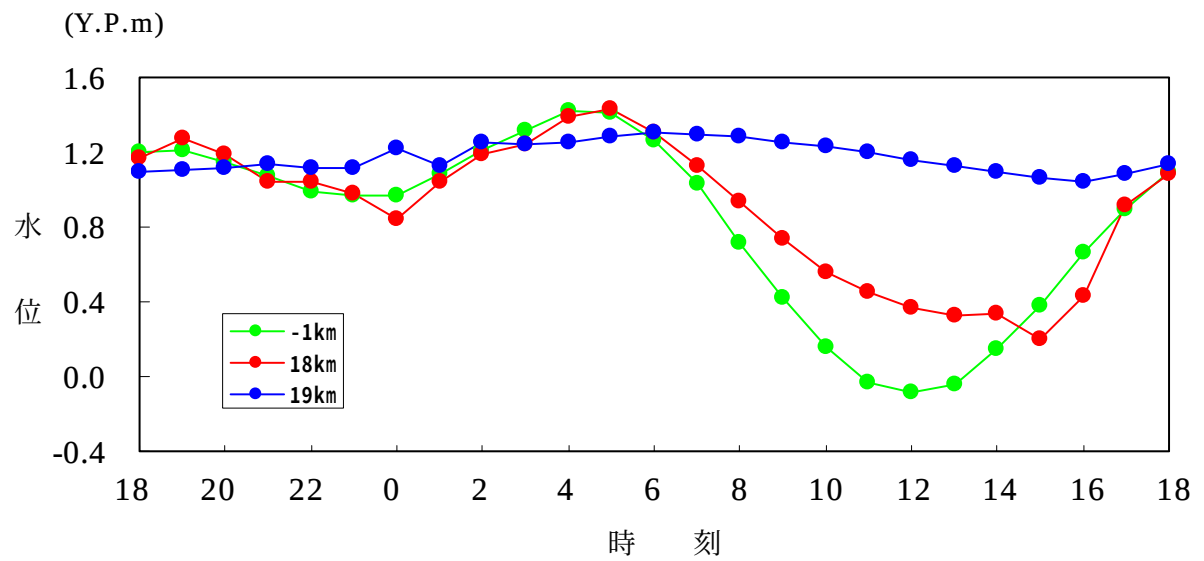
付図 2(3) 第 2 回魚道上下流調査(魚道下流：2006/5/18-19)における水位、堰通過流量、堰操作状況および流速



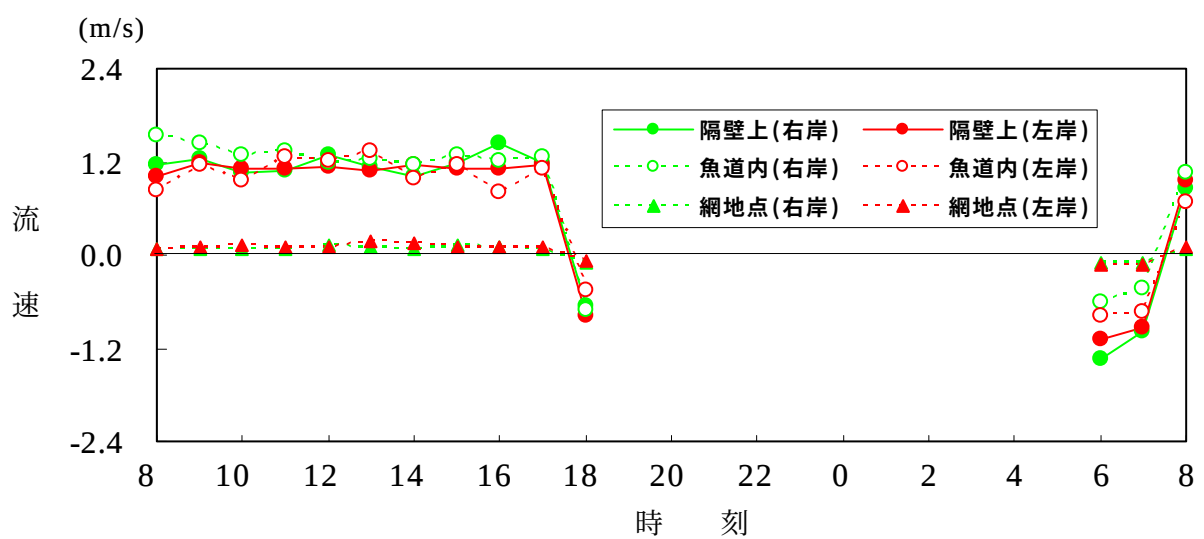
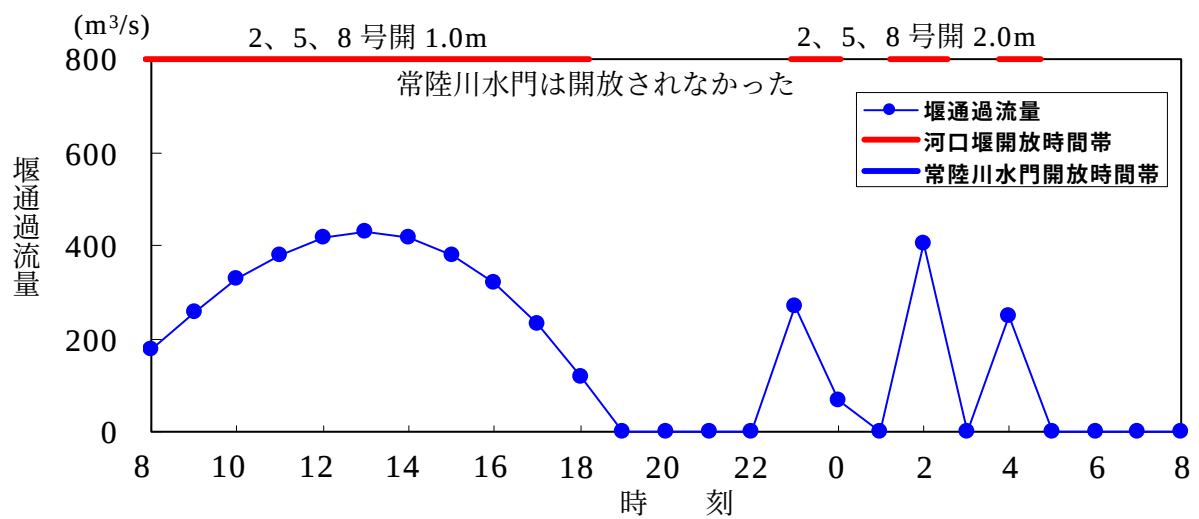
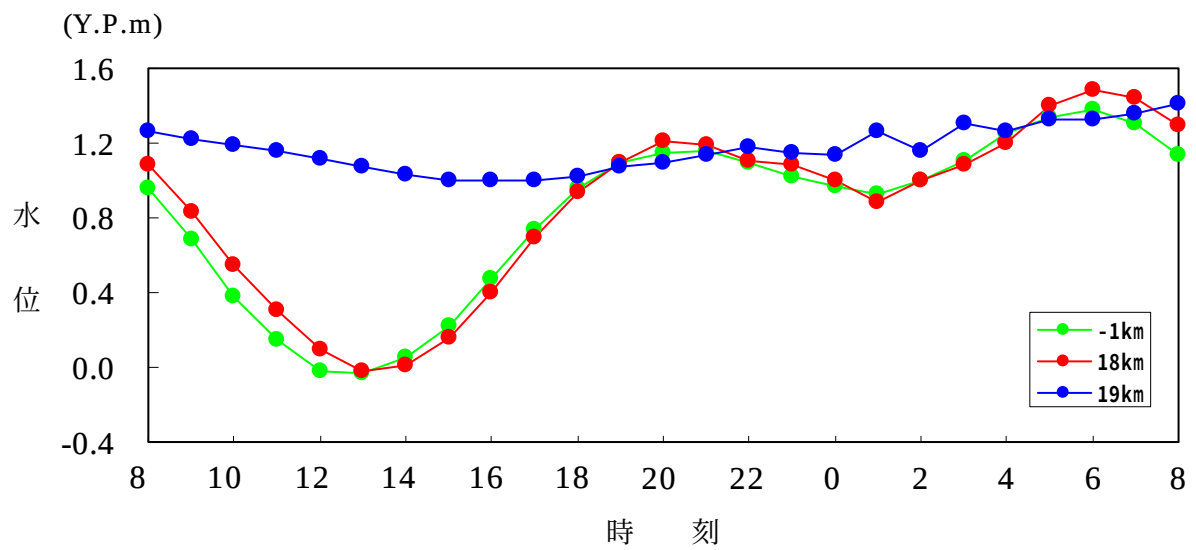
付図 2(4) 第 2 回魚道上下流調査(定点下流：2006/5/18-19)における水位、
 堰通過流量、堰操作状況および流速
 (ただし、定置網設置地点の流向流速は、Y 軸上側を下流(132.5 度)とし、凡例
 中の長さを 10cm/s として示した)



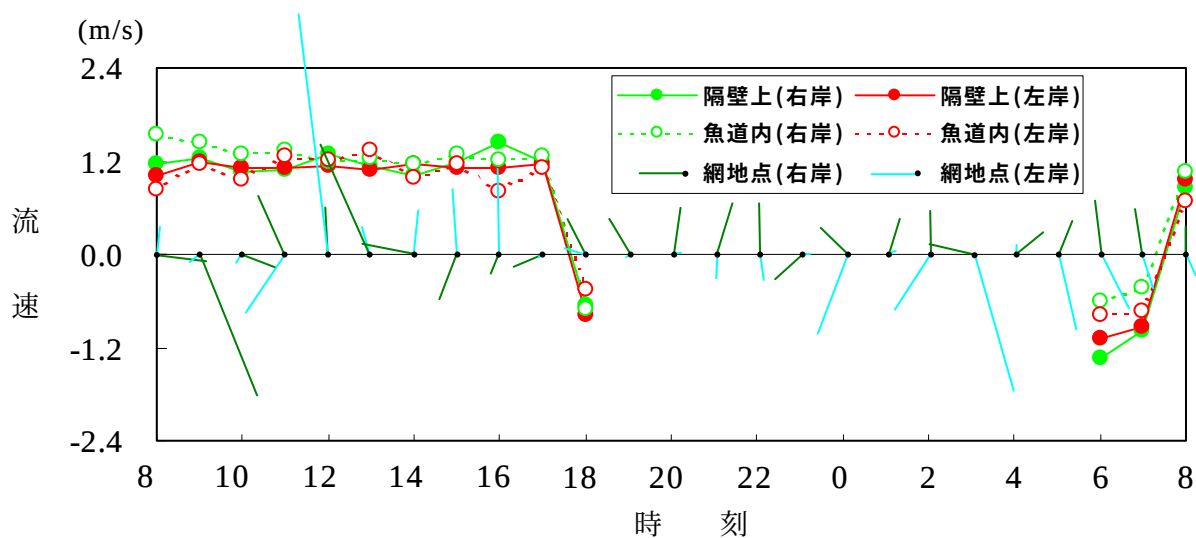
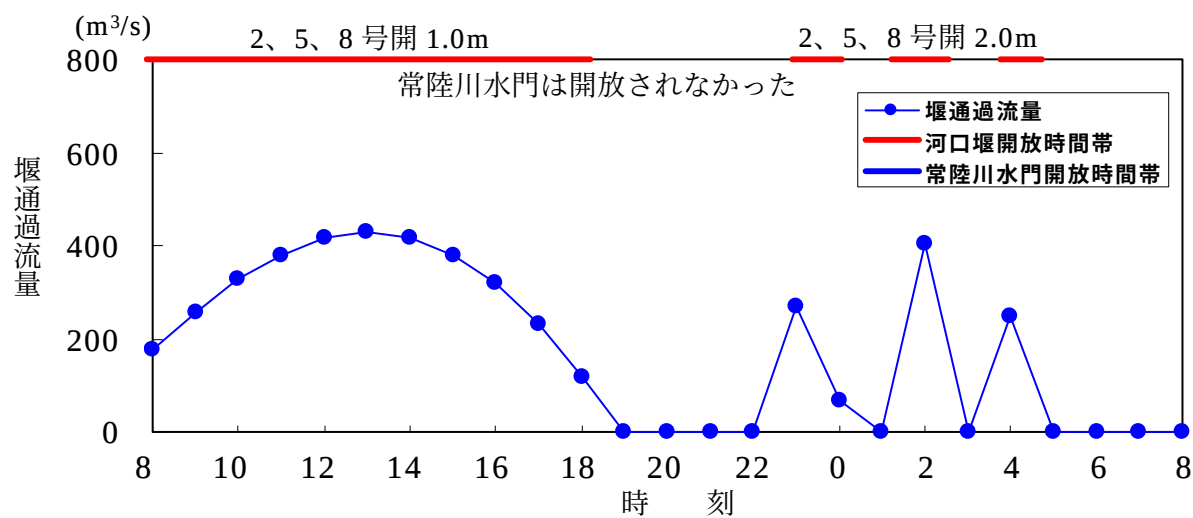
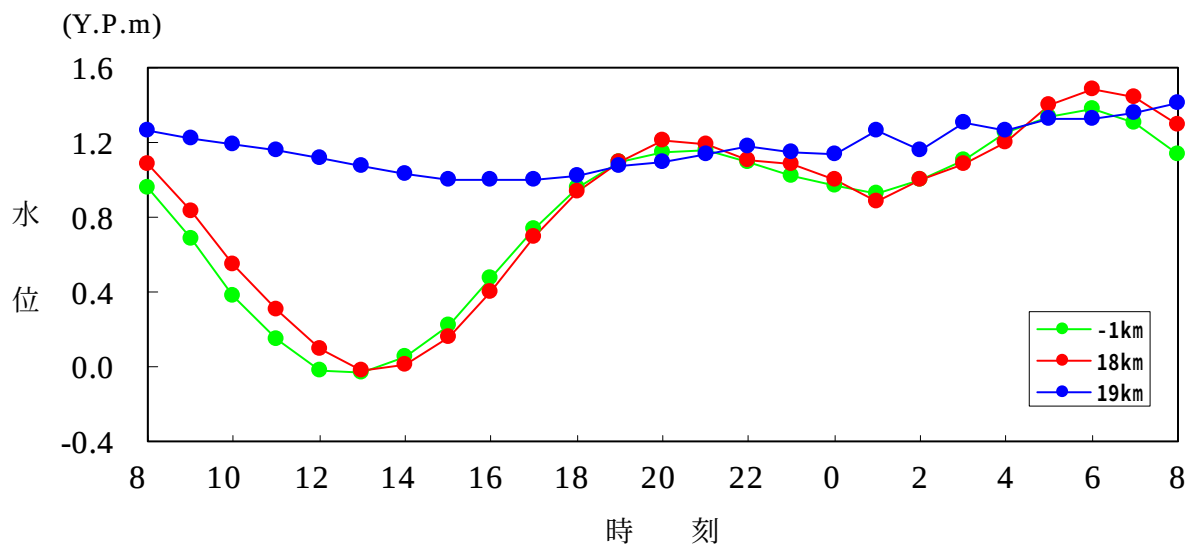
付図 3(1) 第 3 回魚道上下流調査(定点上流：2006/6/12-13)における水位、
堰通過流量、堰操作状況および流速
(ただし、定置網設置地点の流向流速は、Y 軸上側を下流(132.5 度)とし、凡例
中の長さを 5cm/s として示した)



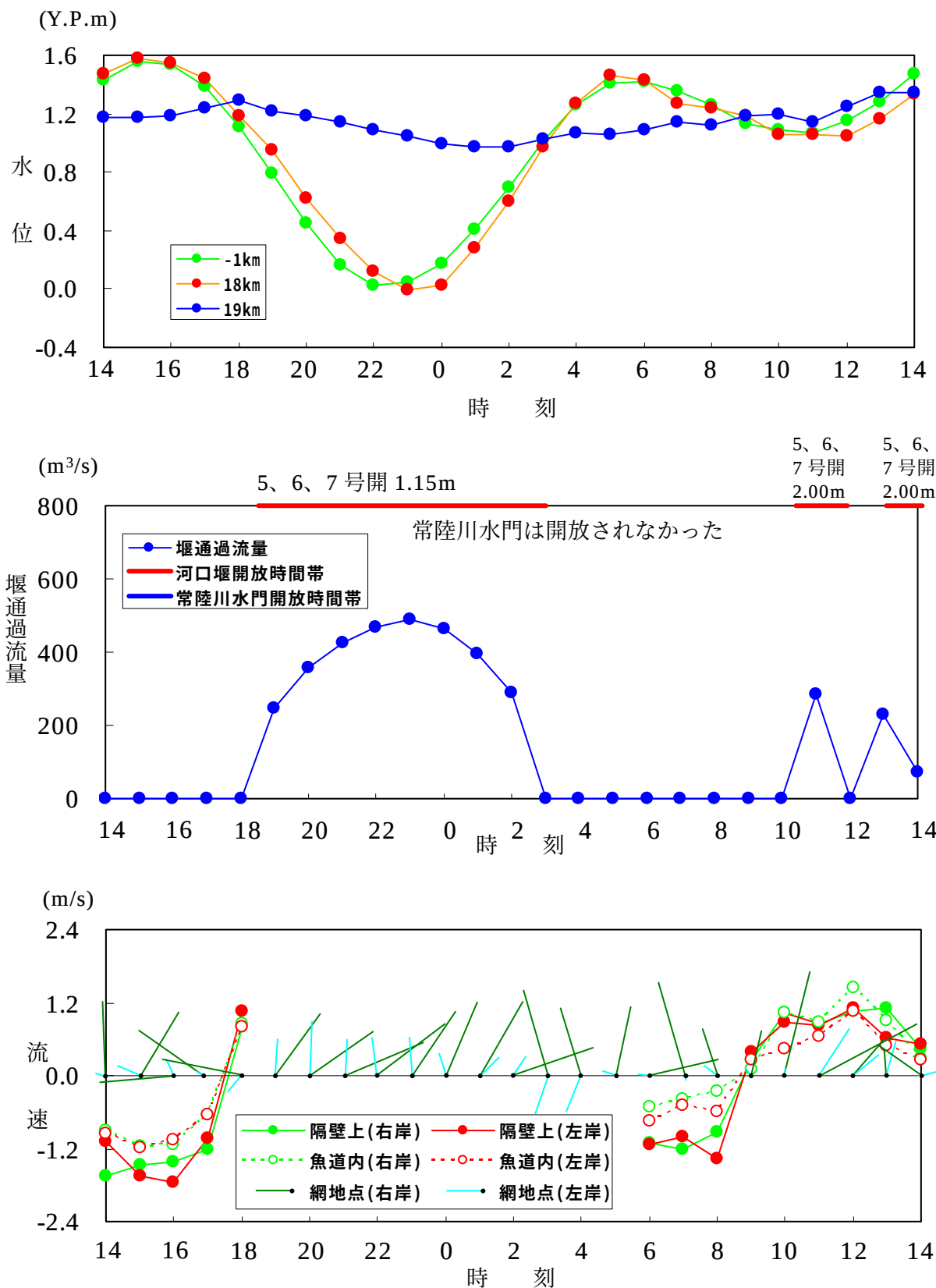
付図 3(2) 第 3 回魚道上下流調査(魚道上流：2006/6/13-14)における水位、堰通過流量、堰操作状況および流速



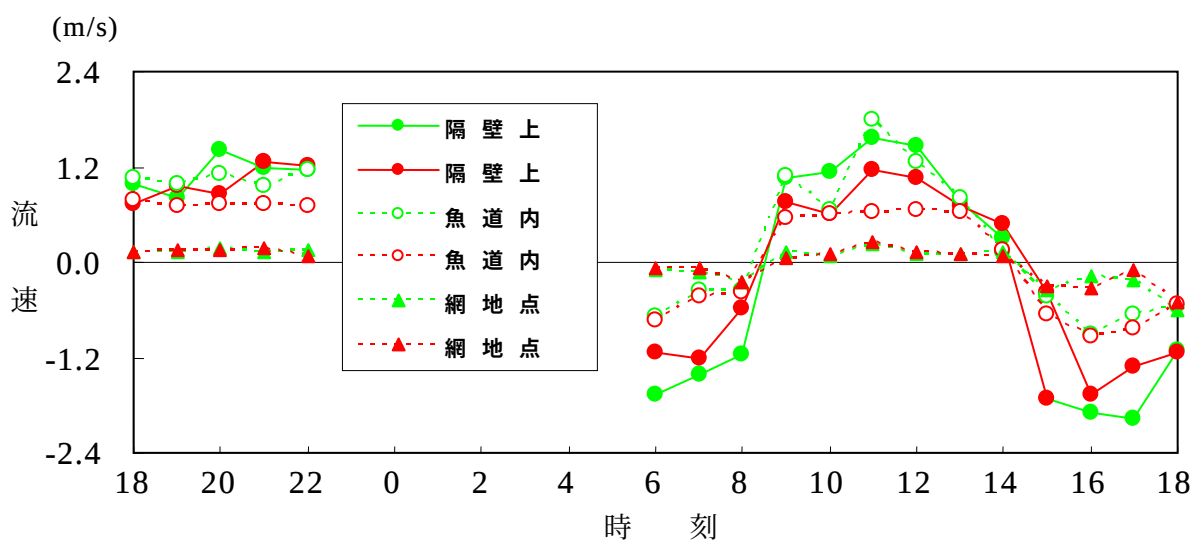
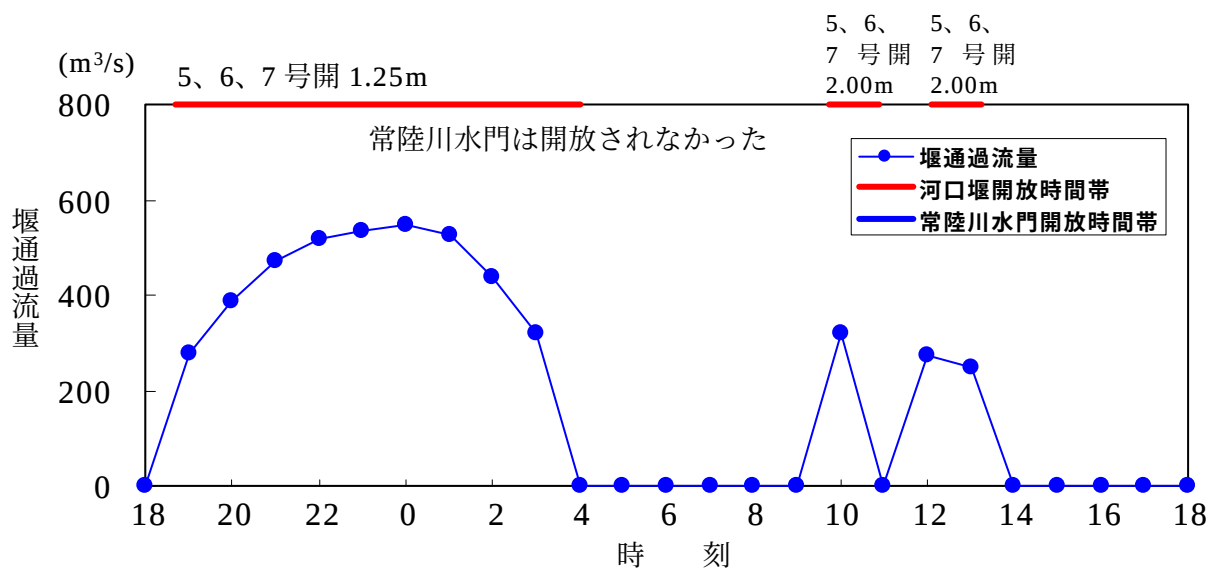
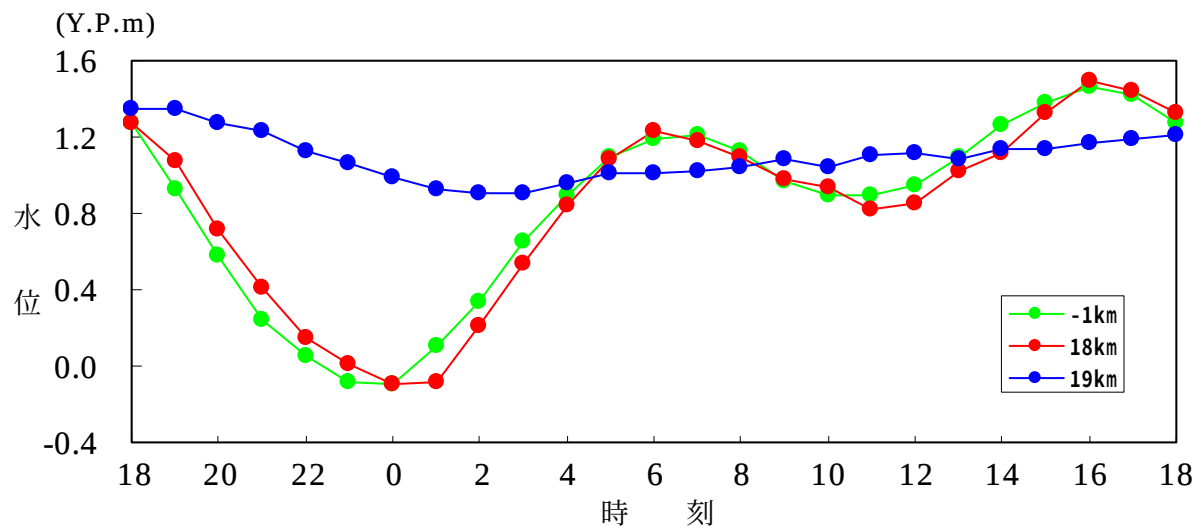
付図 3(3) 第 3 回魚道上下流調査(魚道下流：2006/6/15-16)における水位、堰通過流量、堰操作状況および流速



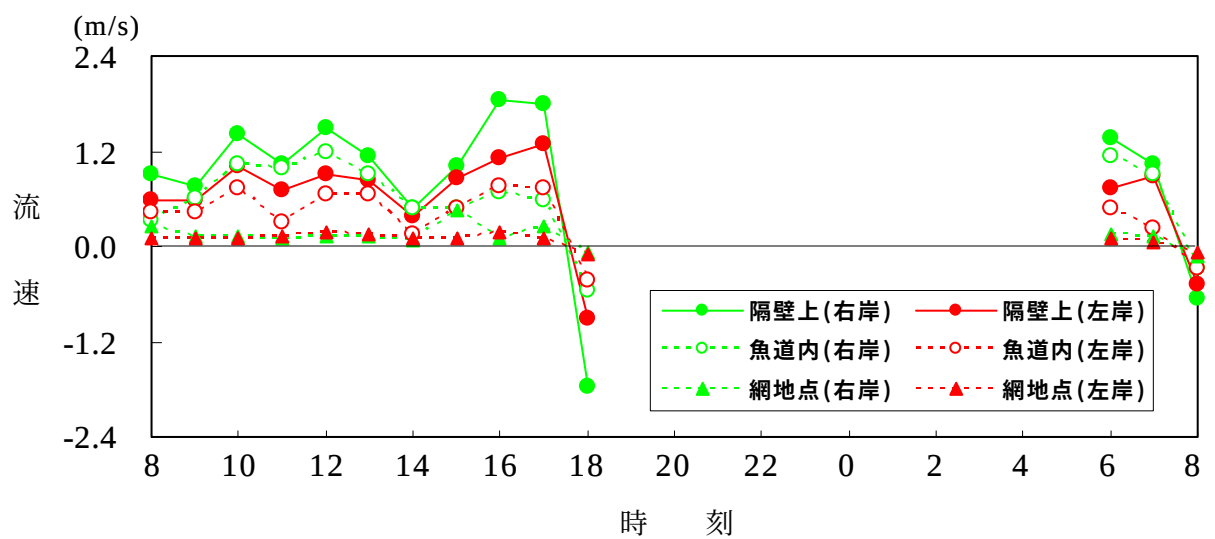
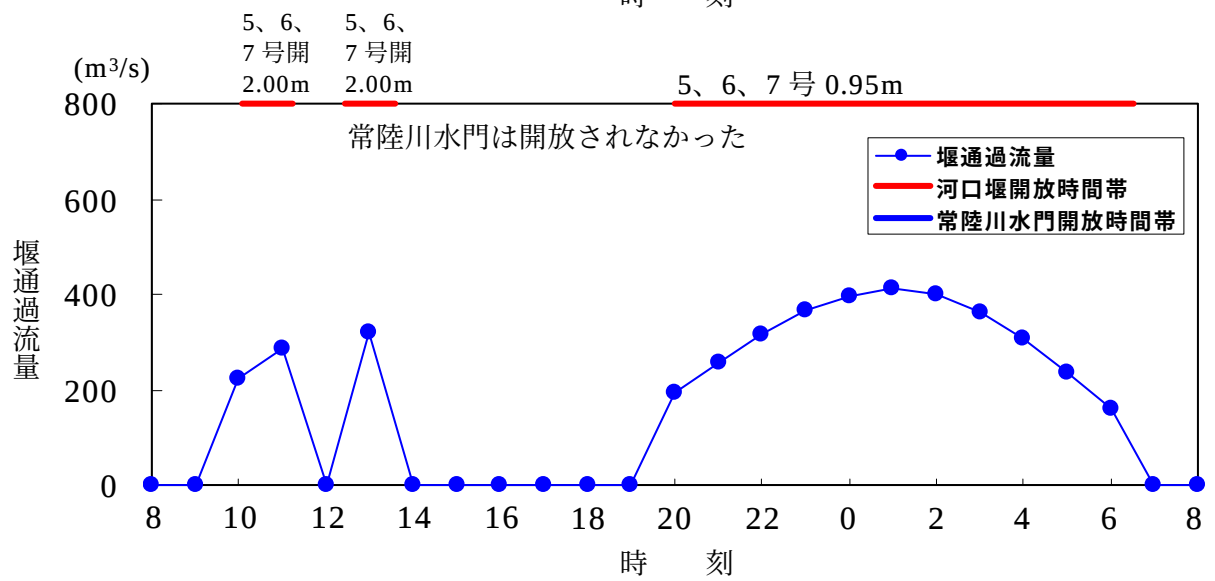
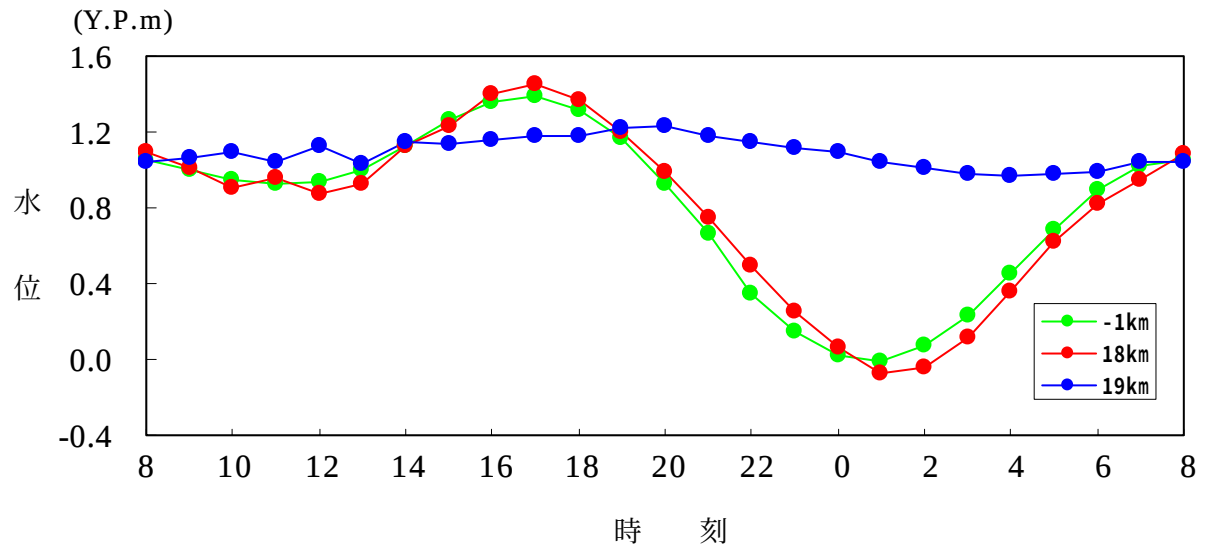
付図 3(4) 第 3 回魚道上下流調査(定点下流：2006/6/15-16)における水位、
堰通過流量、堰操作状況および流速
(ただし、定置網設置地点の流向流速は、Y 軸上側を下流(132.5 度)とし、凡例
中の長さを 10cm/s として示した)



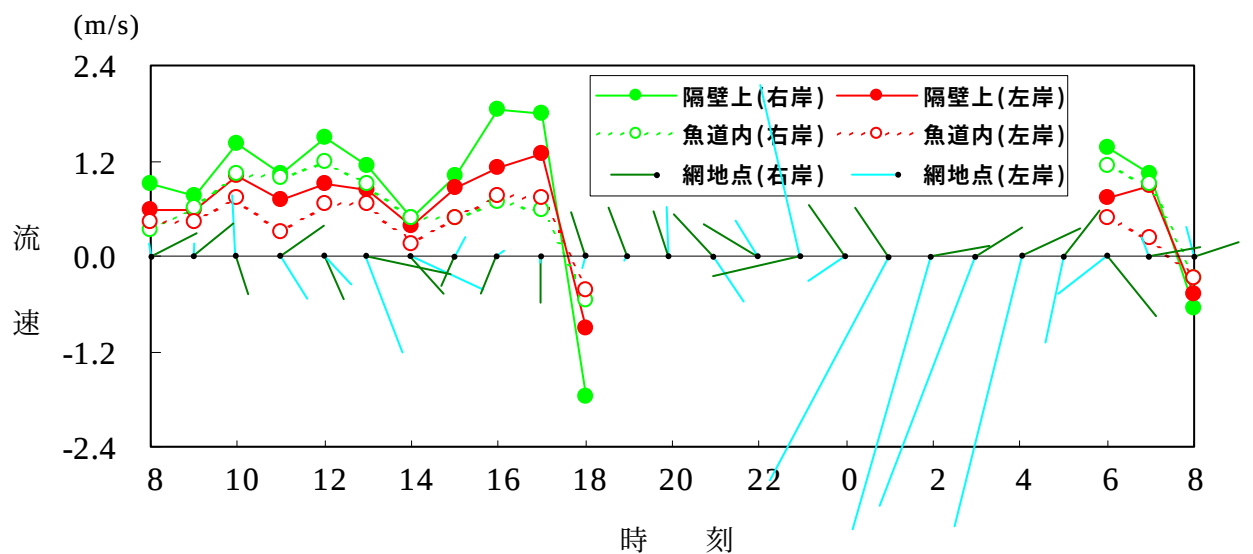
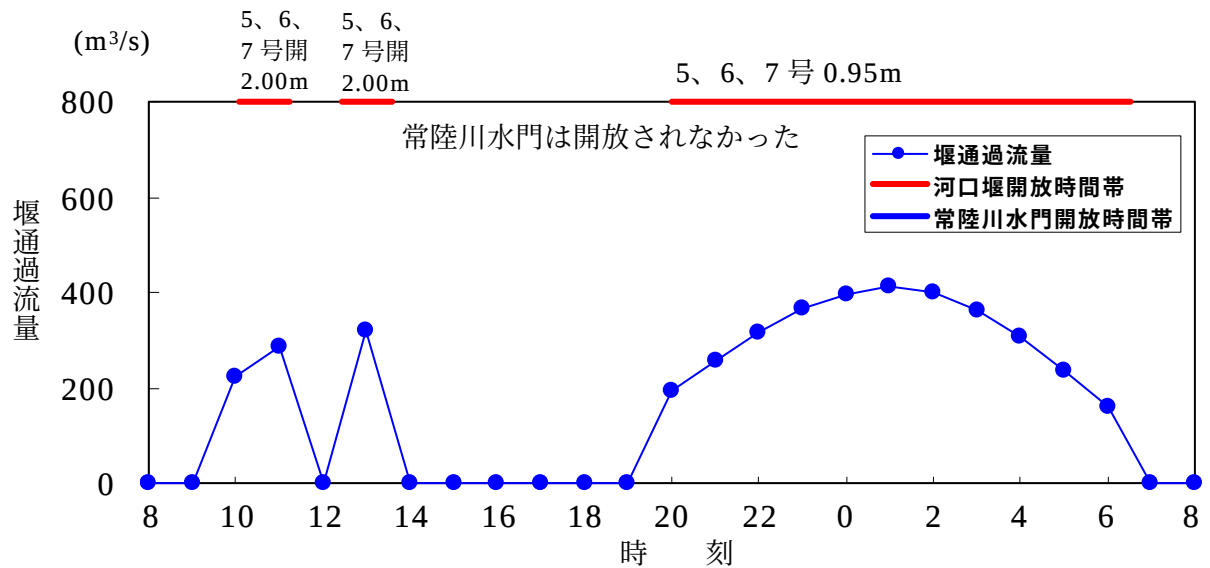
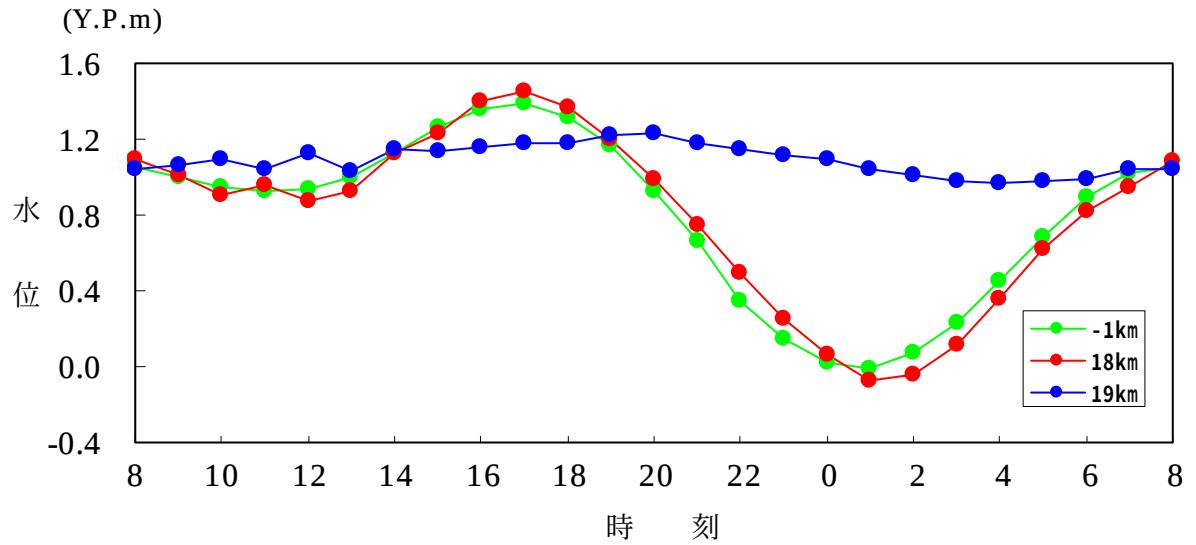
付図 4(1) 第 4 回魚道上下流調査(定点上流：2006/11/6-7)における水位、堰通過流量、堰操作状況および流速
(ただし、定置網設置地点の流向流速は、Y 軸上側を下流(132.5 度)とし、凡例中の長さを 5cm/s として示した)



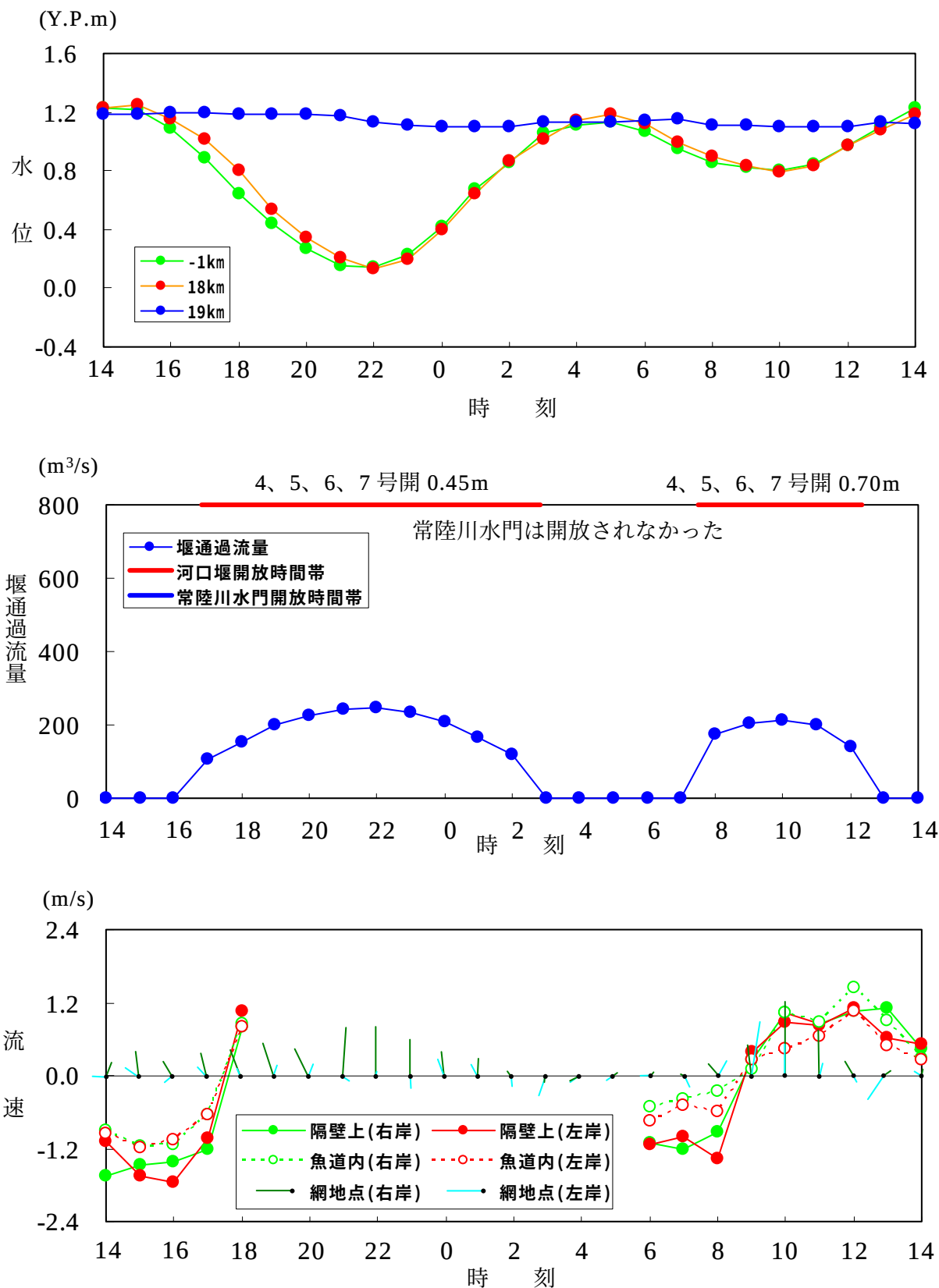
付図 4(2) 第 4 回魚道上下流調査(魚道上流：2006/11/7-8)における水位、堰通過流量、堰操作状況および流速



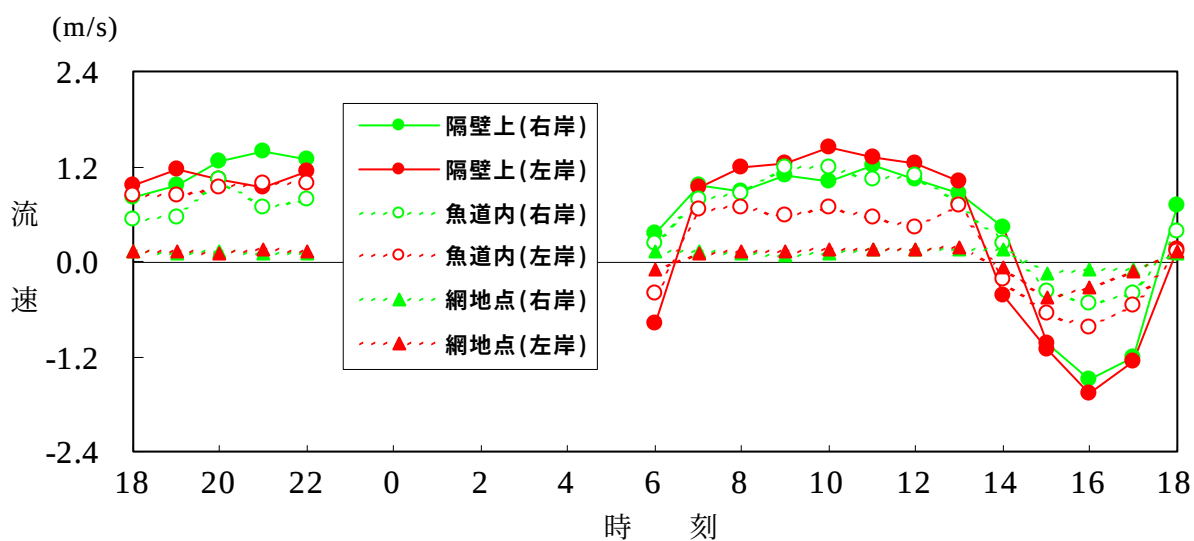
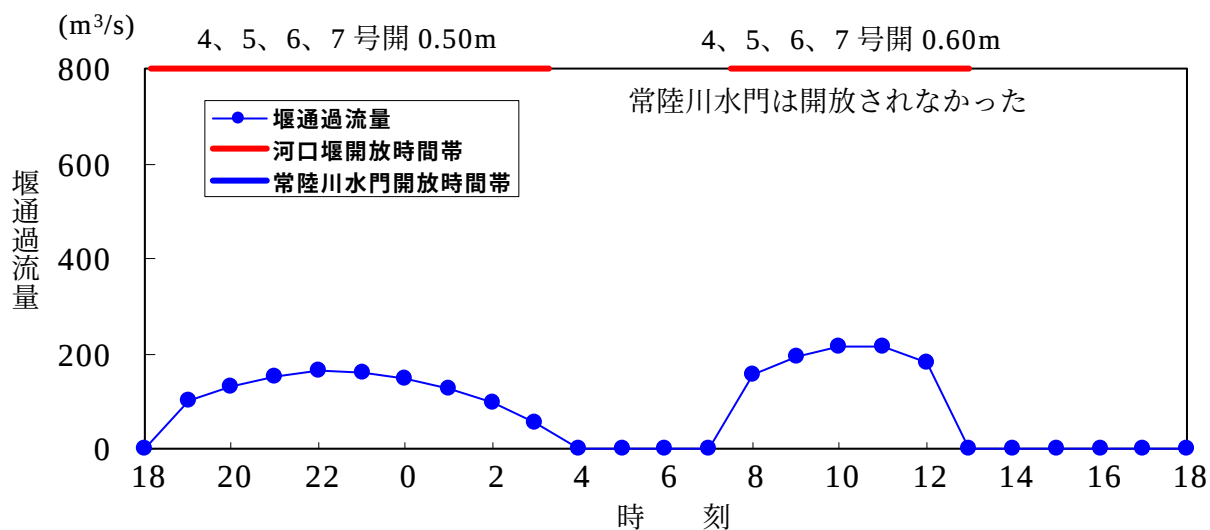
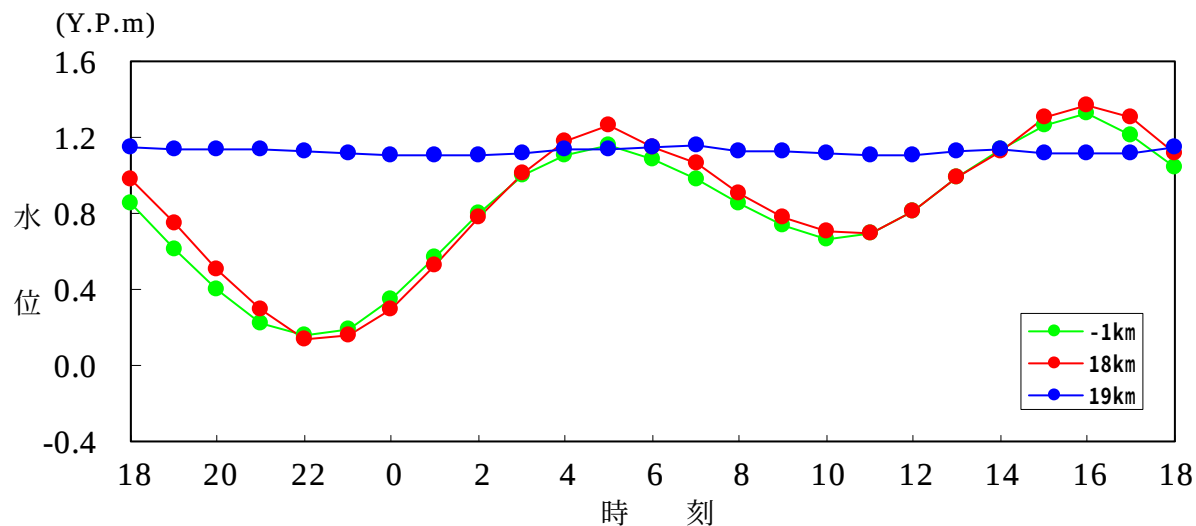
付図 4(3) 第 4 回魚道上下流調査(魚道下流：2006/11/9-10)における水位、堰通過流量、堰操作状況および流速



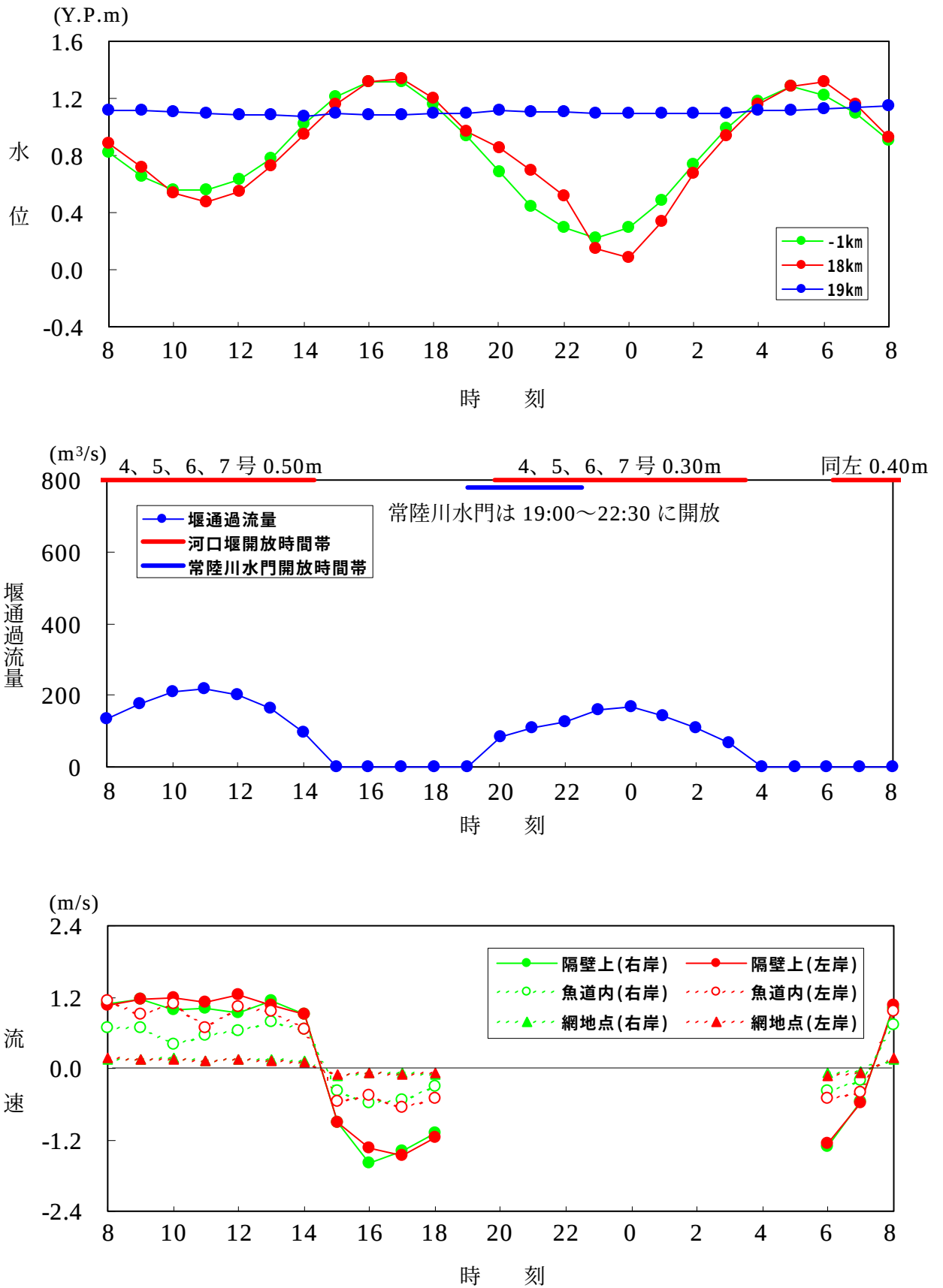
付図 4(4) 第 4 回魚道上下流調査(定点下流：2006/11/9-10)における水位、
堰通過流量、堰操作状況および流速
(ただし、定置網設置地点の流向流速は、Y 軸上側を下流(132.5 度)とし、凡例
中の長さを 10cm/s として示した)



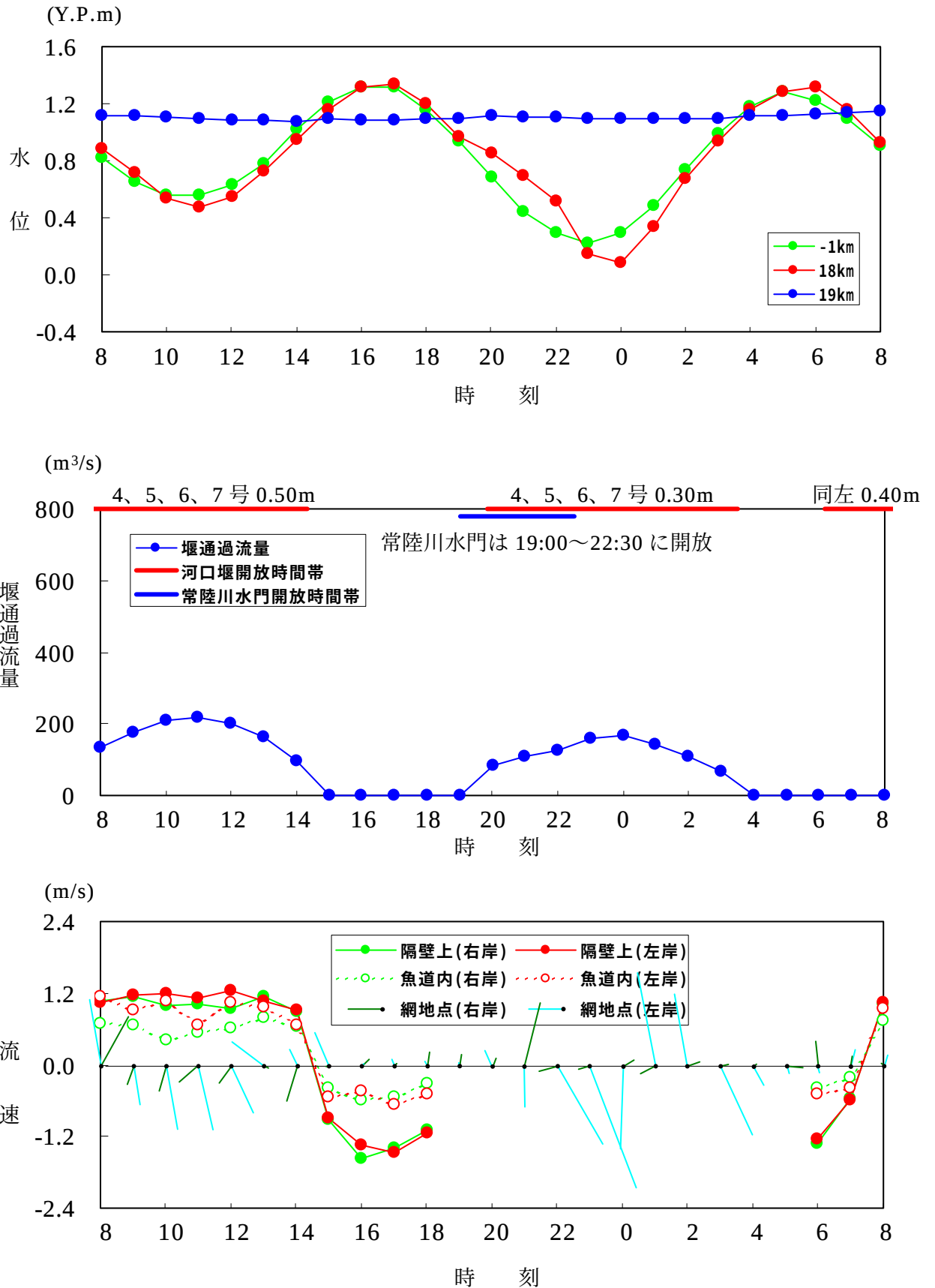
付図 5(1) 第 5 回魚道上下流調査(定点上流：2007/3/1-2)における水位、
堰通過流量、堰操作状況および流速
(ただし、定置網設置地点の流向流速は、Y 軸上側を下流(132.5 度)とし、凡例
中の長さを 5cm/s として示した)



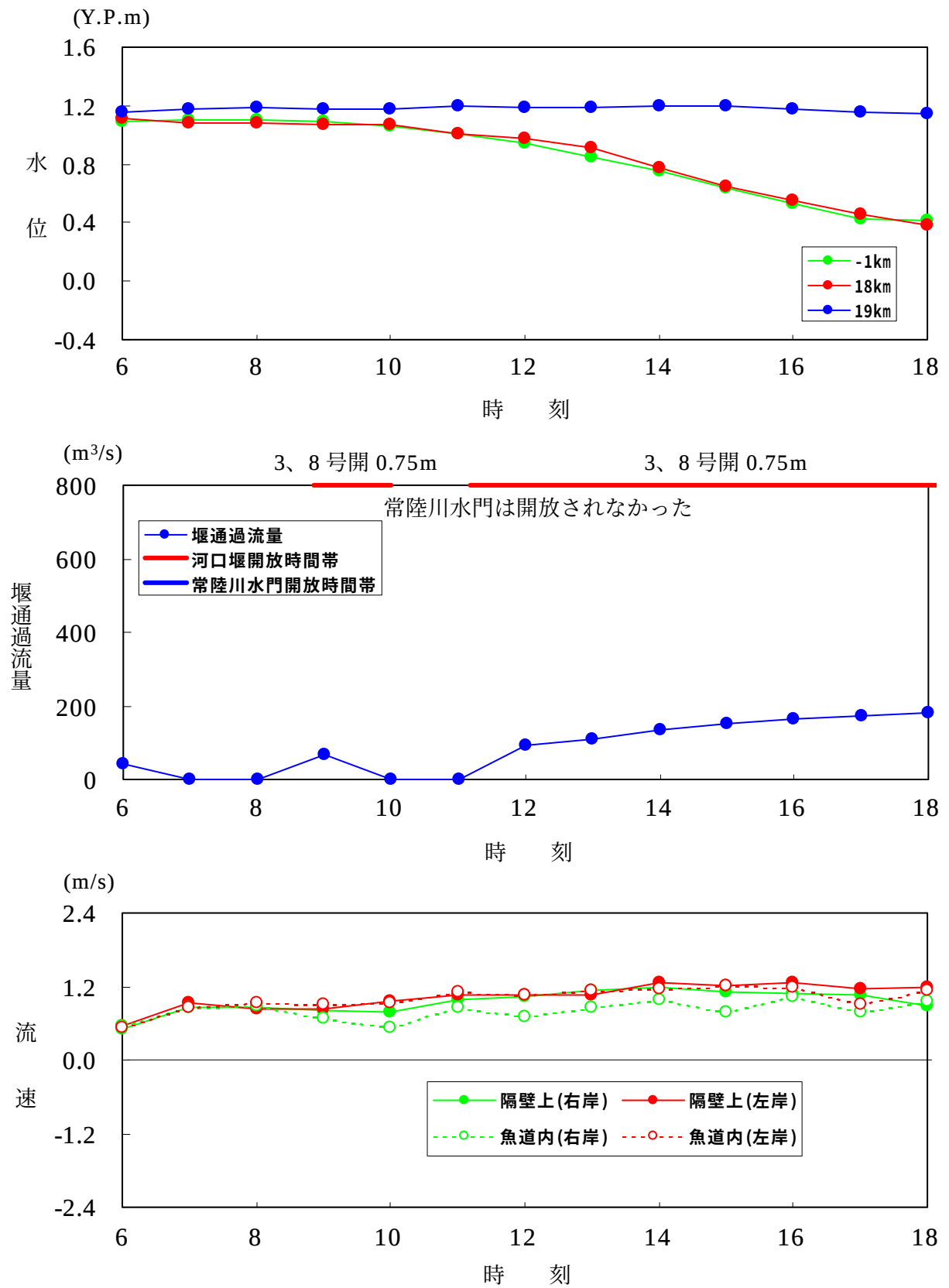
付図 5(2) 第 5 回魚道上下流調査(魚道上流：2007/3/2-3)における水位、
堰通過流量、堰操作状況および流速



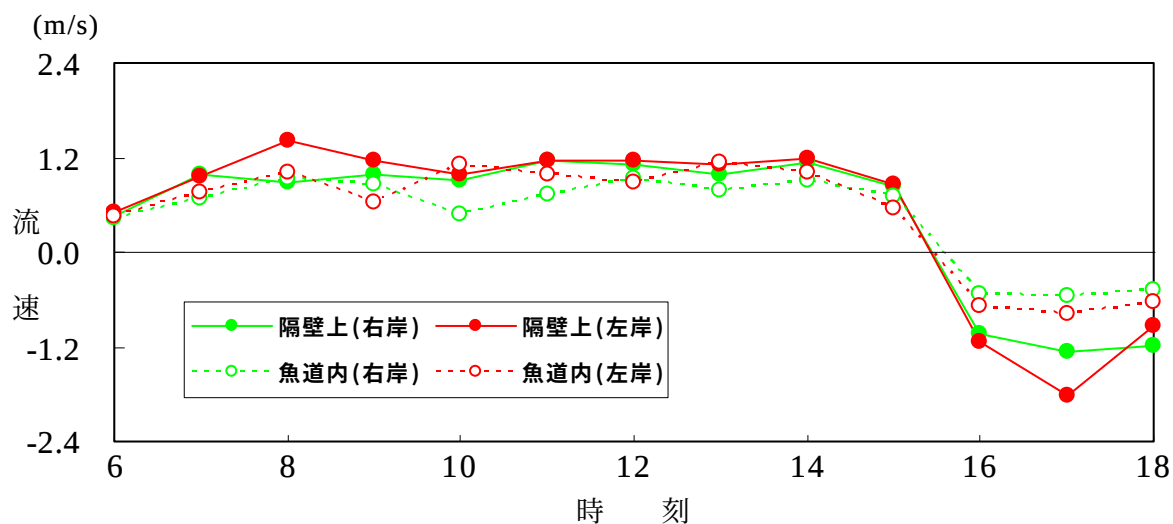
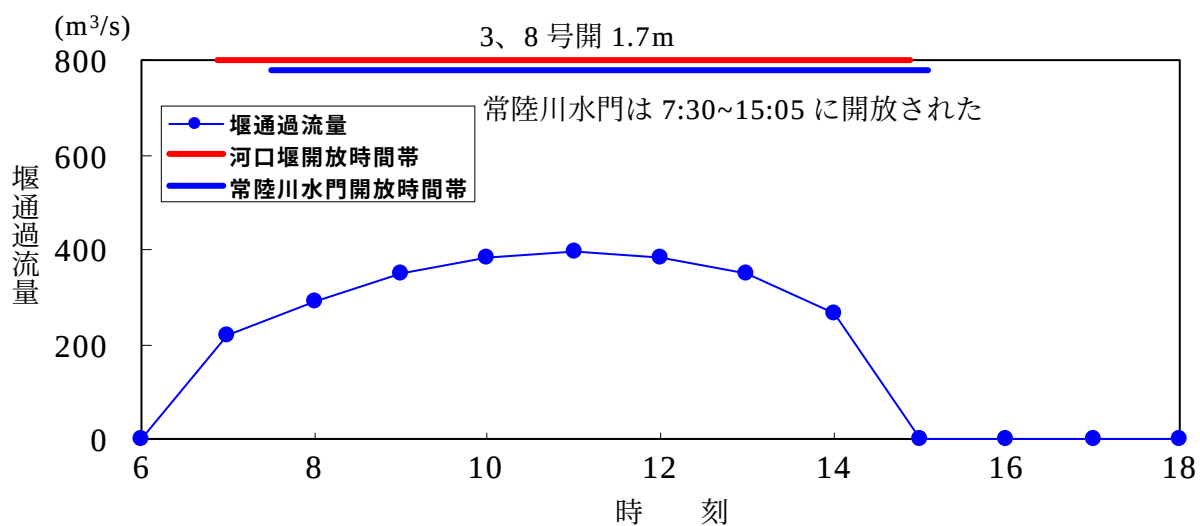
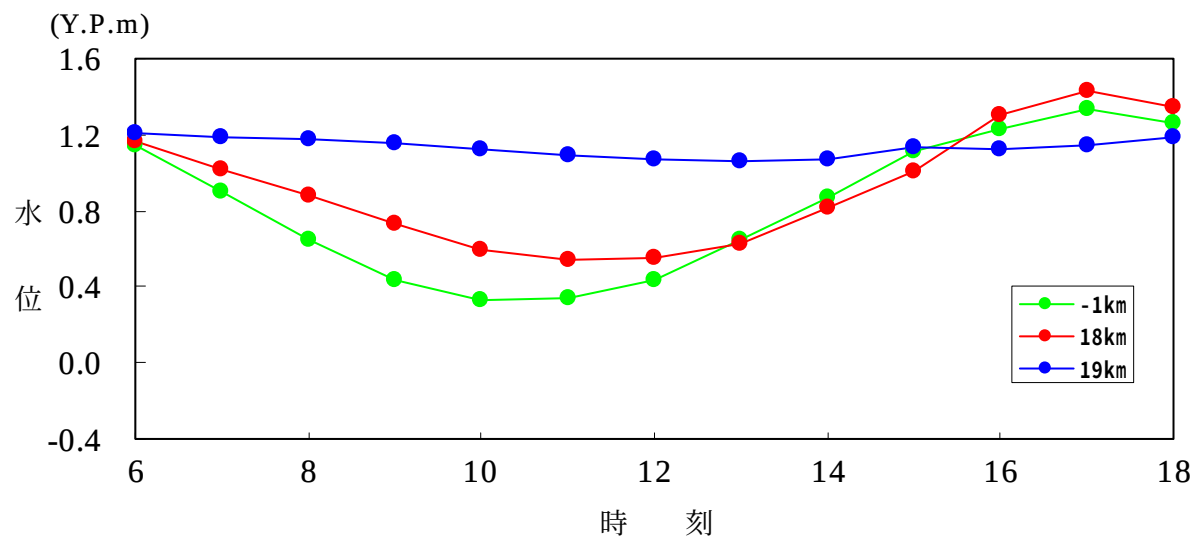
付図 5(3) 第 5 回魚道上下流調査(魚道下流：2007/3/4-5)における水位、堰通過流量、堰操作状況および流速



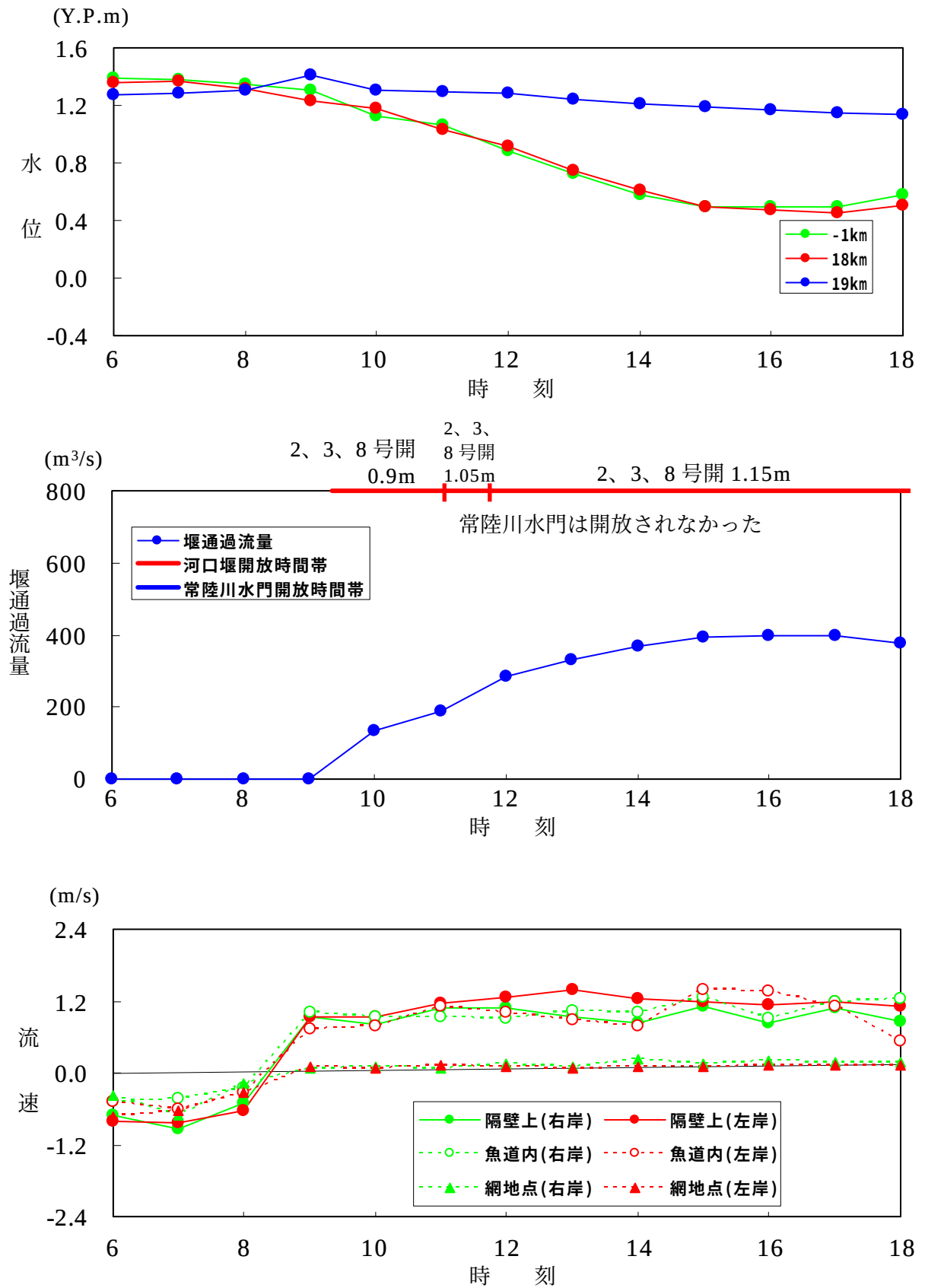
付図 5(4) 第 5 回魚道上下流調査(定点下流：2007/3/4-5)における水位、
堰通過流量、堰操作状況および流速
(ただし、定置網設置地点の流向流速は、Y 軸上側を下流(132.5 度)とし、凡例
中の長さを 10cm/s として示した)



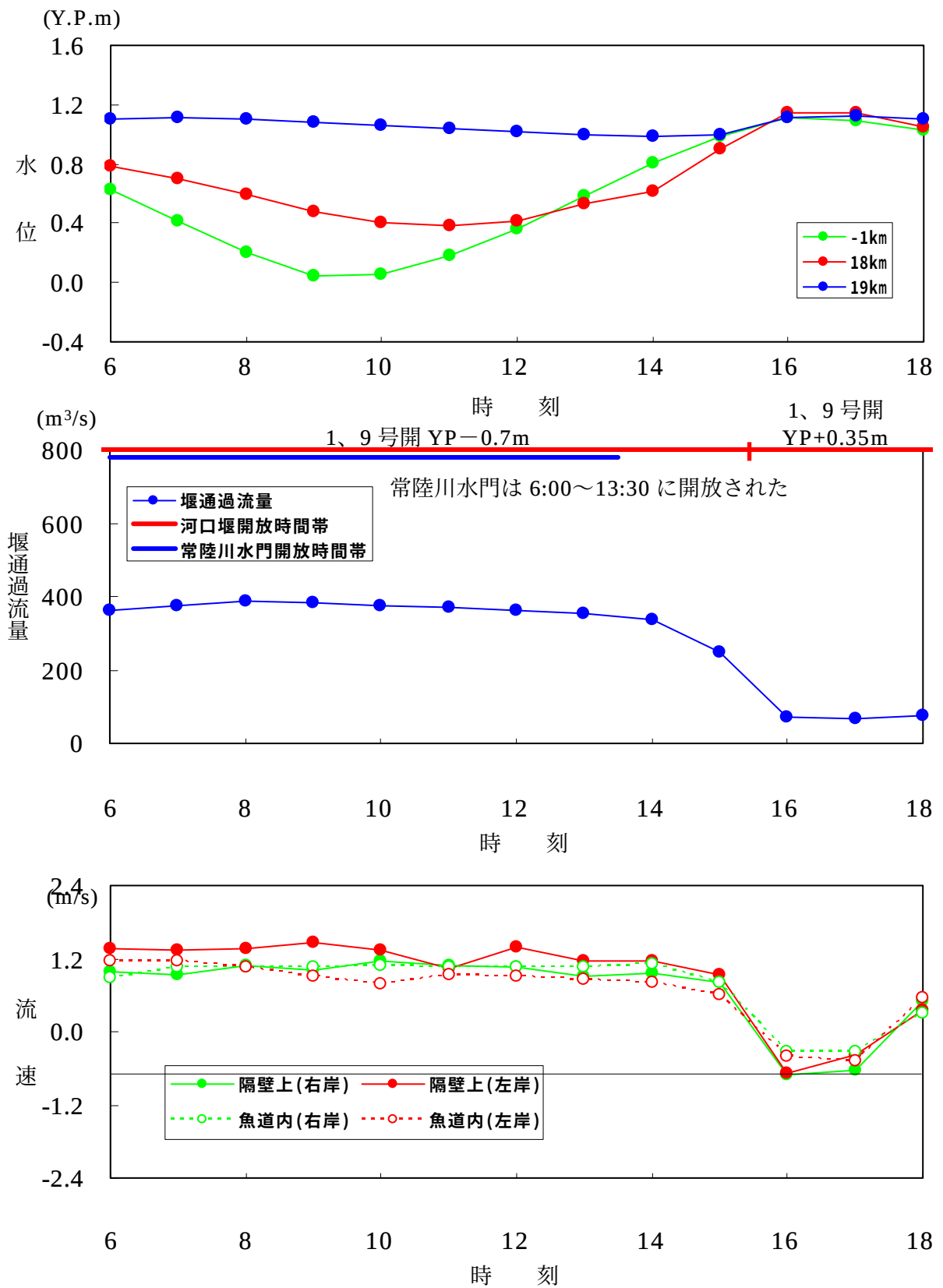
付図 6 第 1 回稚アユ遡上調査 II(2006/4/7)における水位、堰通過流量、堰操作状況および流速



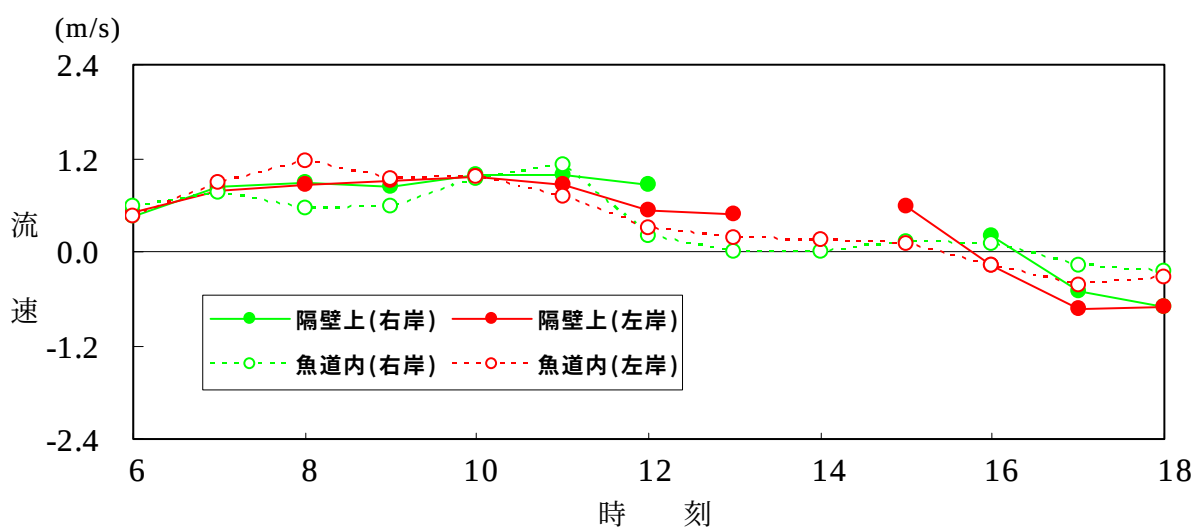
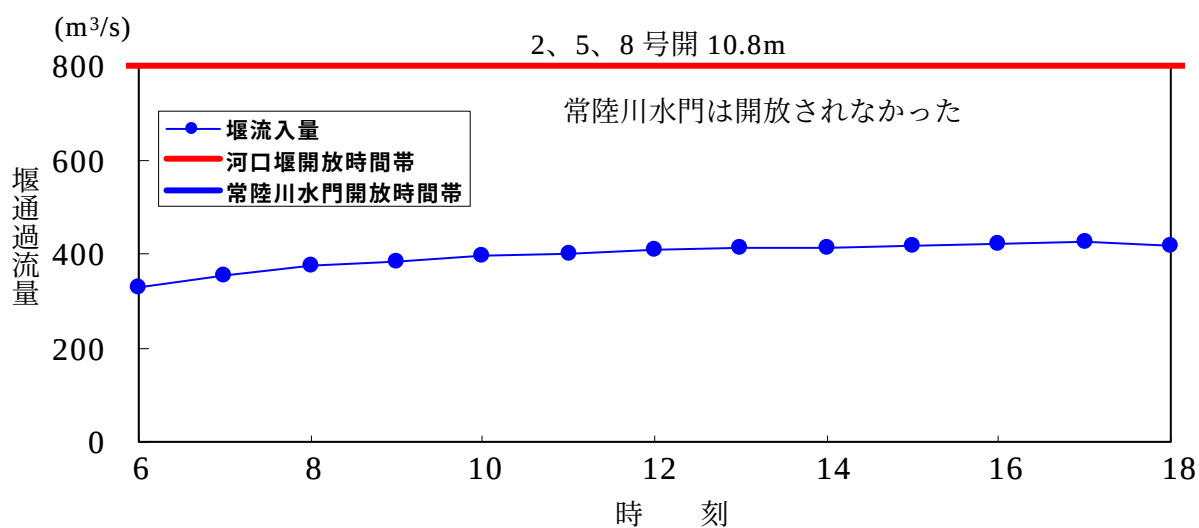
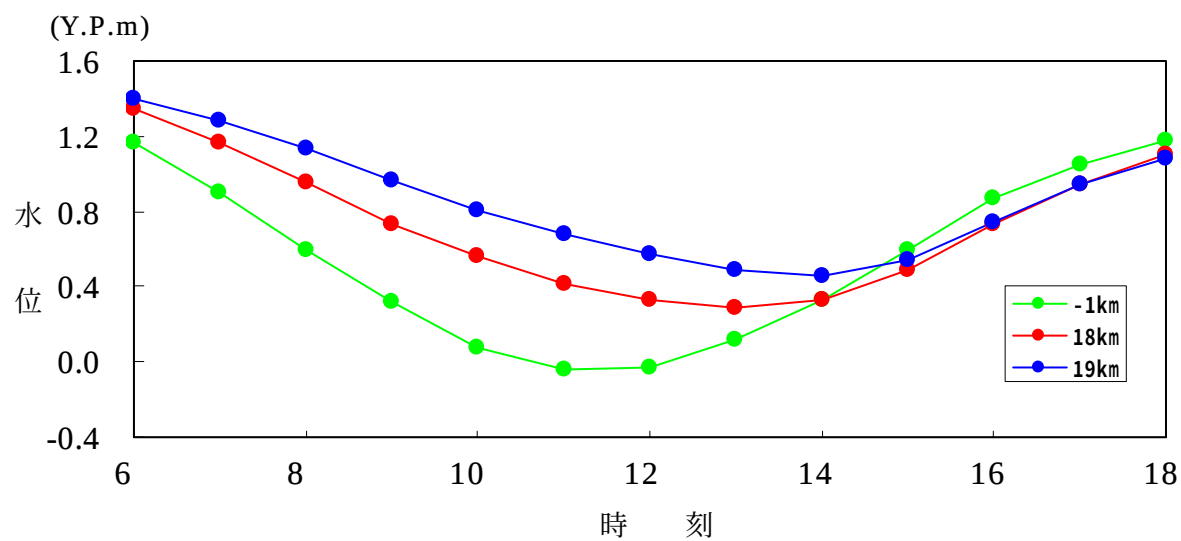
付図 7 第 2 回稚アユ遡上調査 II(2006/4/14)における水位、
堰通過流量、堰操作状況および流速



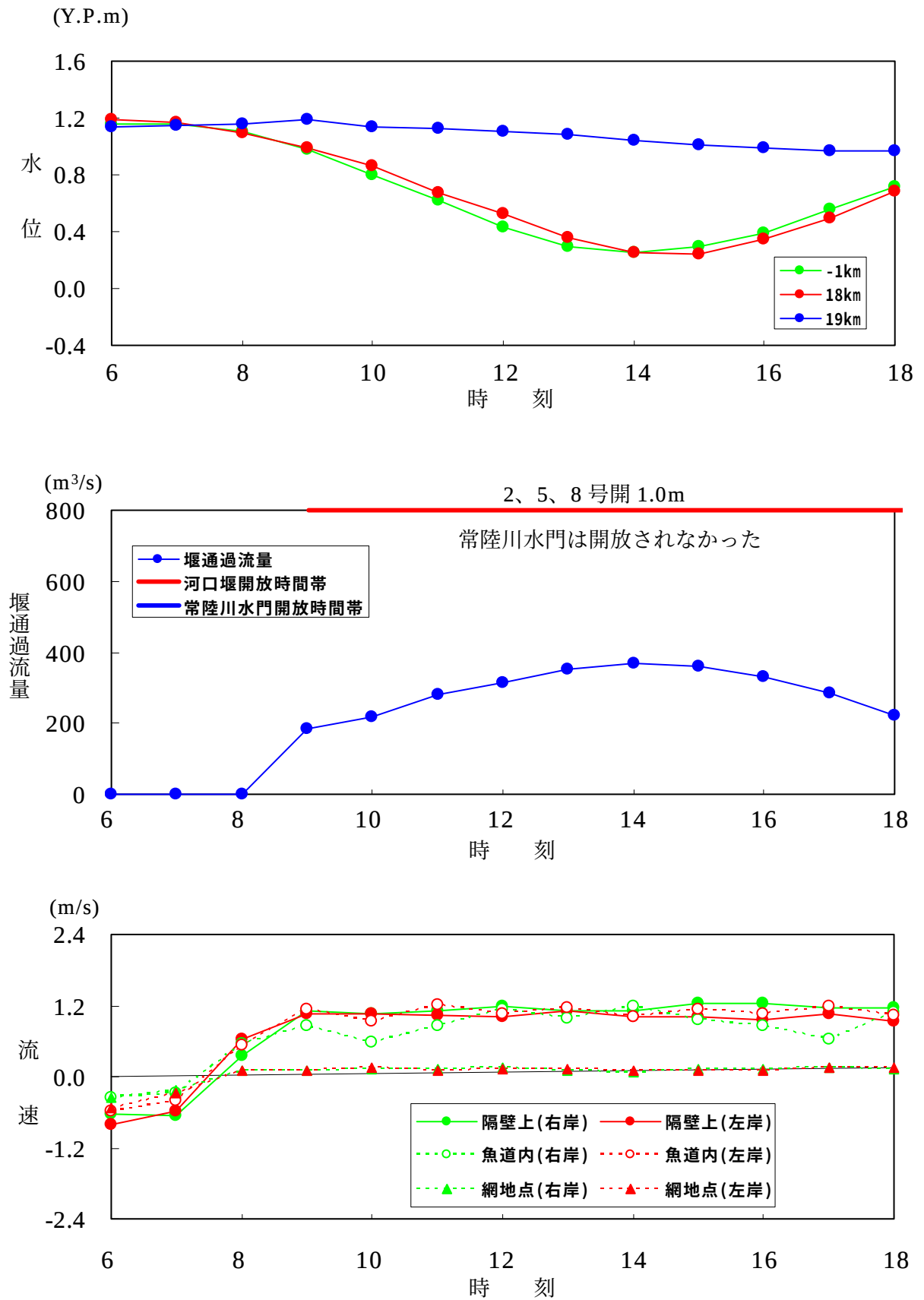
付図 8 第 1 回稚アユ遡上調査 I (2006/4/21)における水位、
堰通過流量、堰操作状況および流速



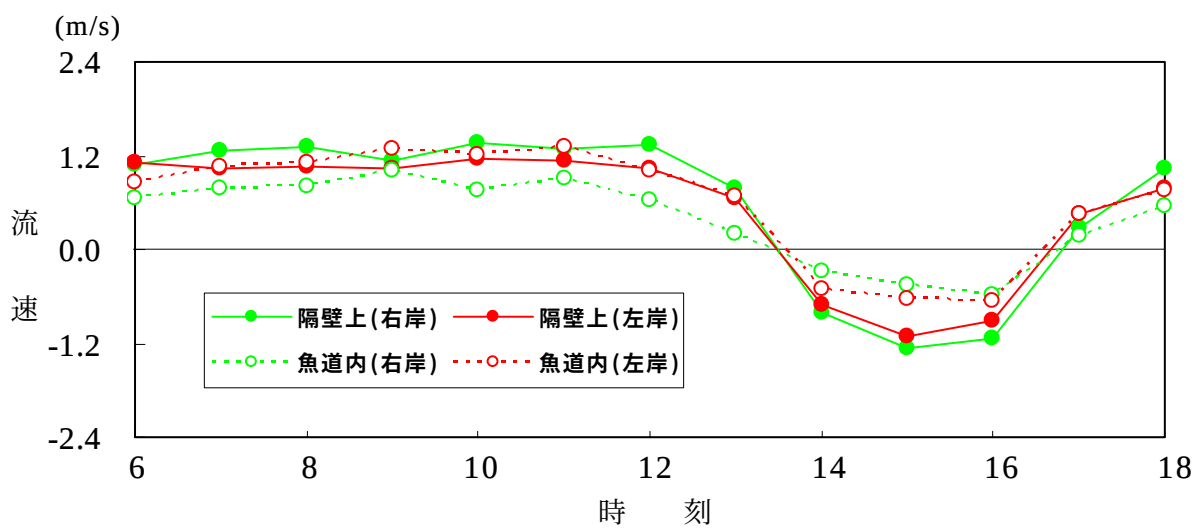
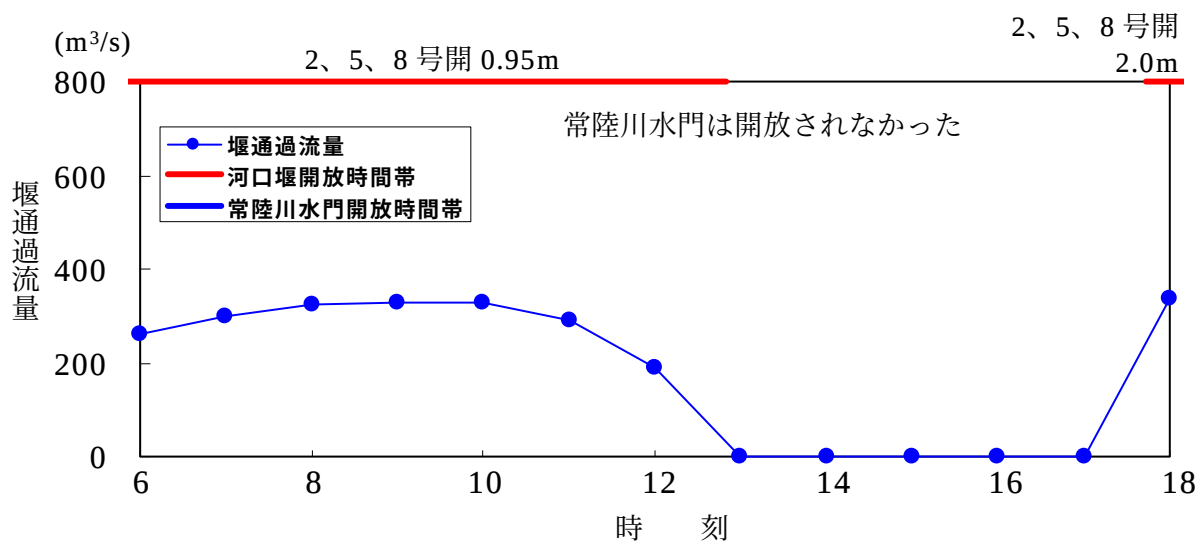
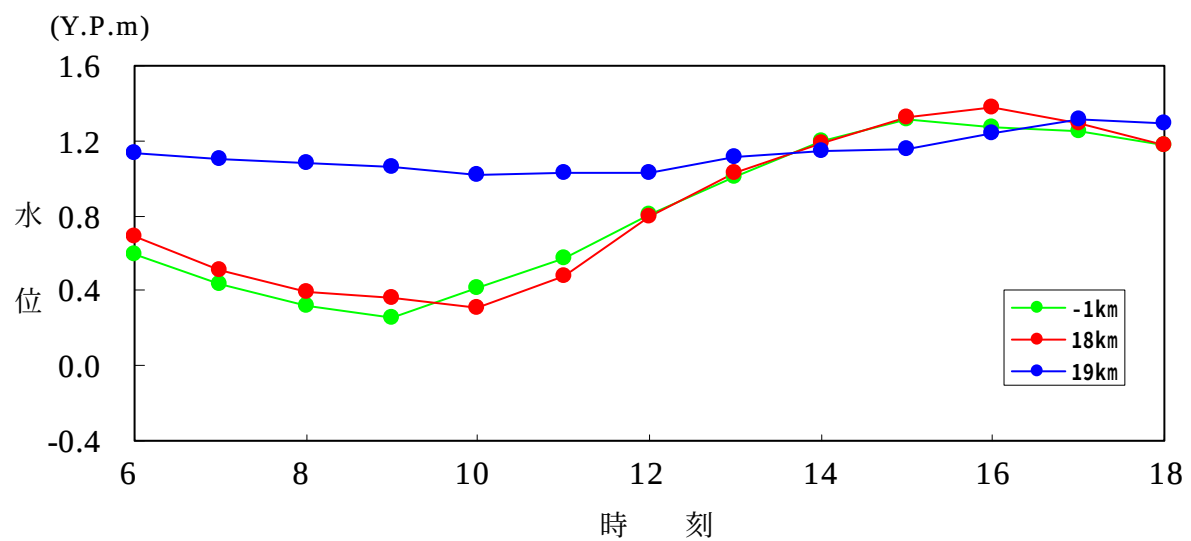
付図9 第3回稚アユ遡上調査II(2006/5/12)における水位、堰通過流量、堰操作状況および流速



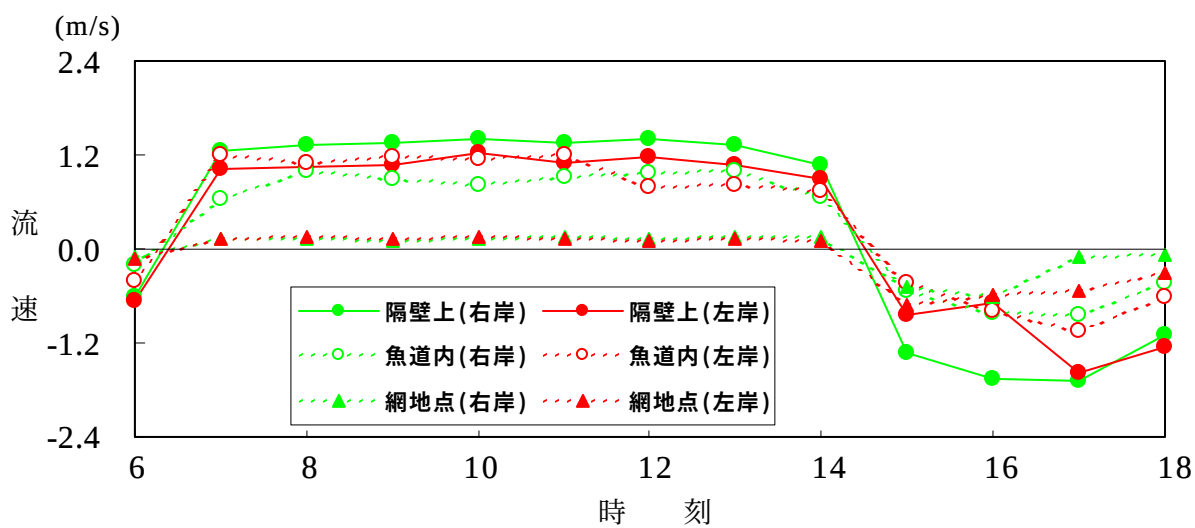
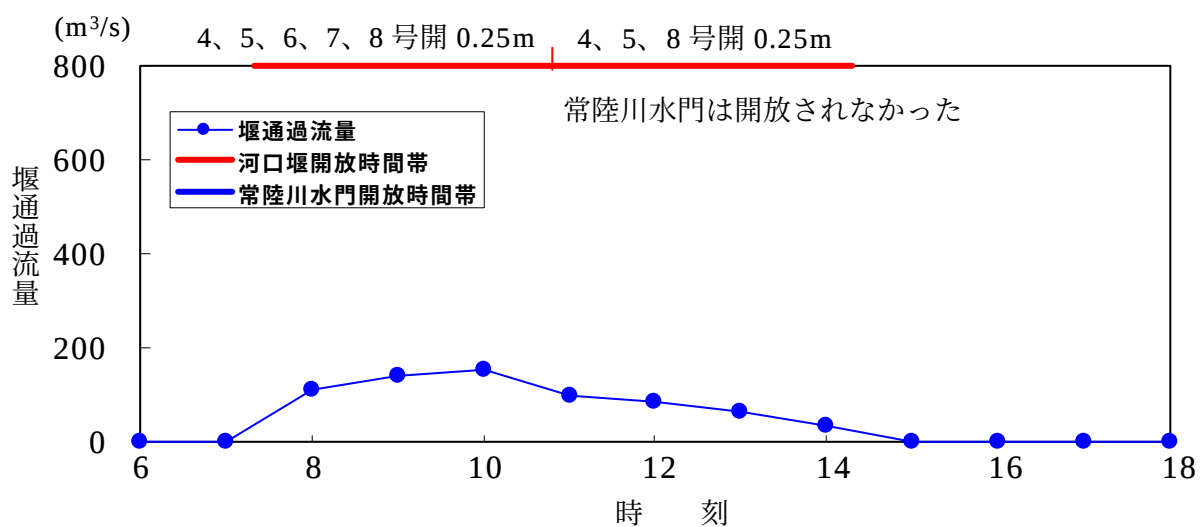
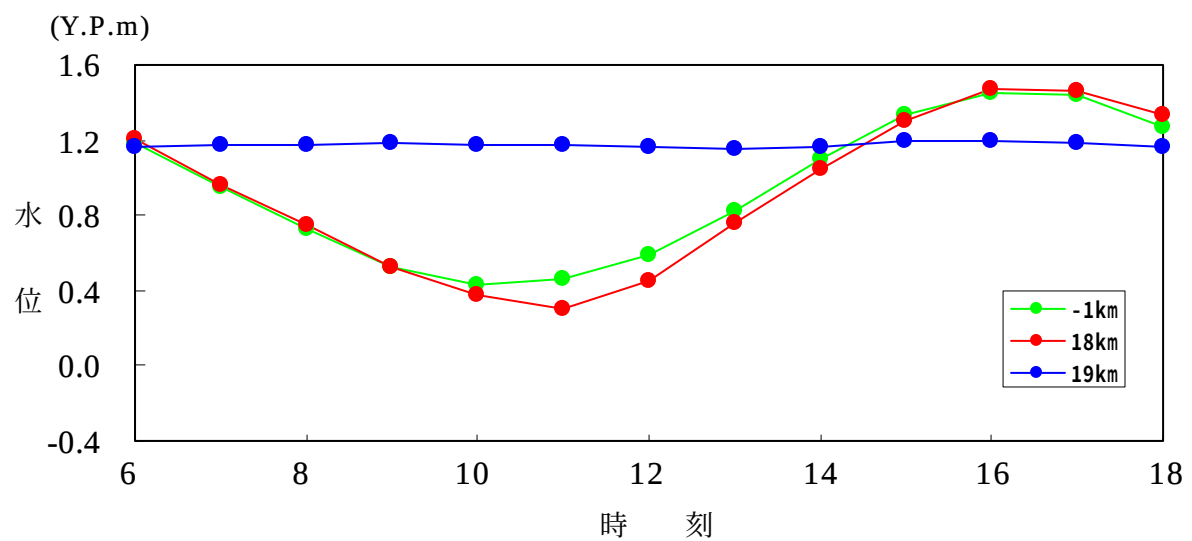
付図 10 第 4 回稚アユ遡上調査 II(2006/5/29)における水位、
堰通過流量、堰操作状況および流速



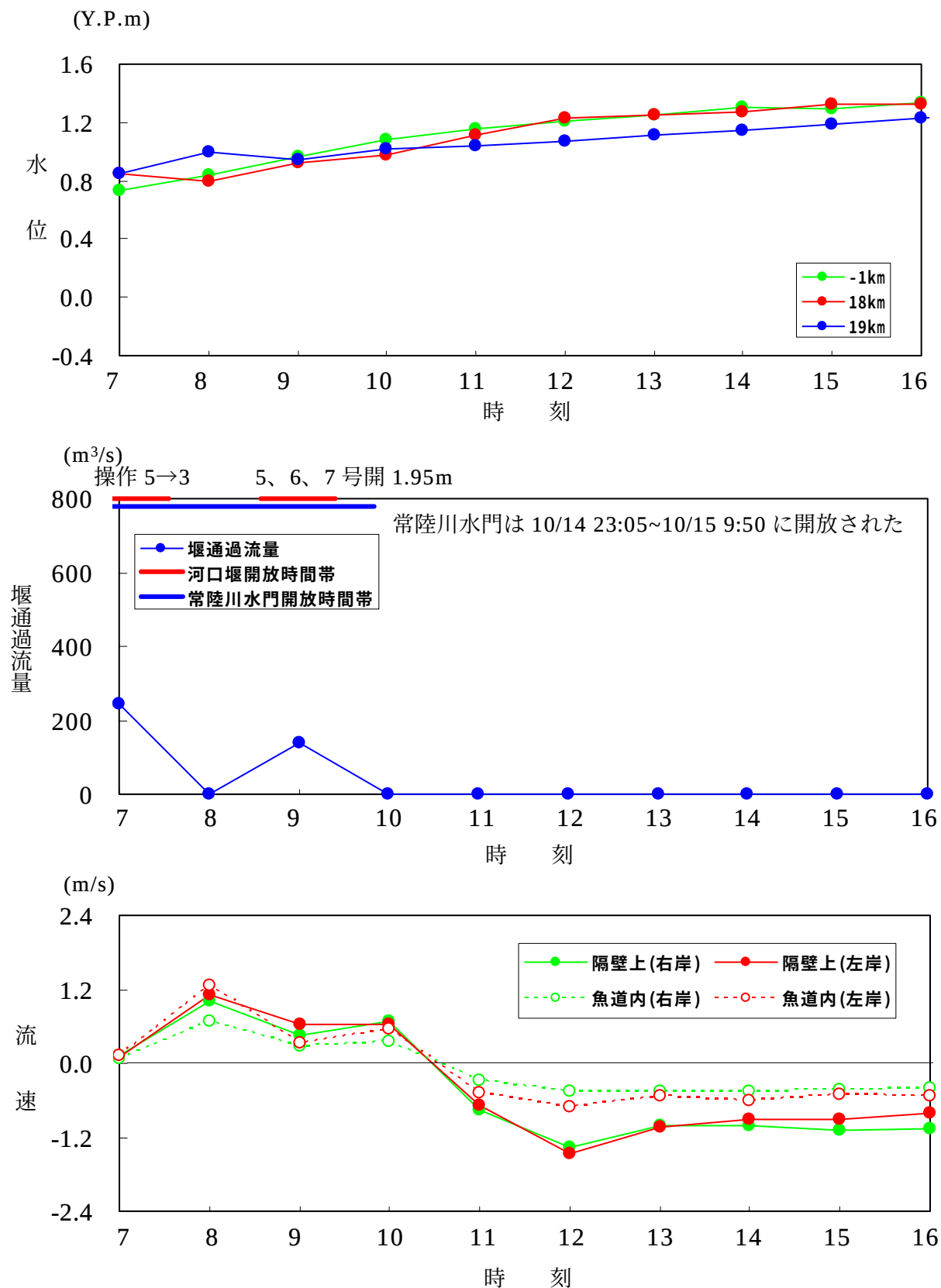
付図 11 第 2 回稚アユ遡上調査 I (2006/6/2)における水位、
堰通過流量、堰操作状況および流速



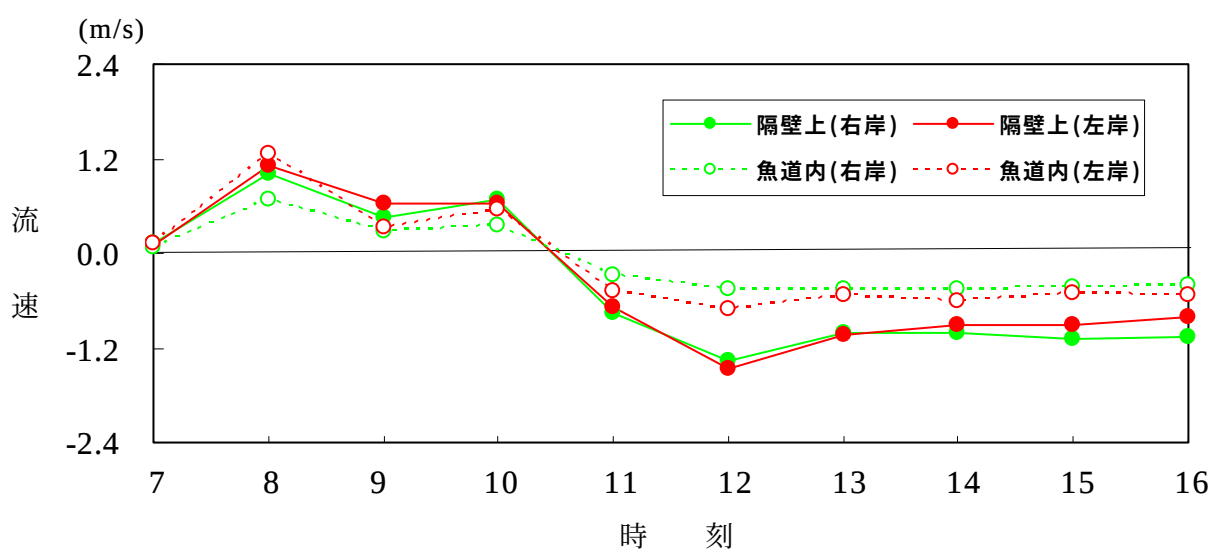
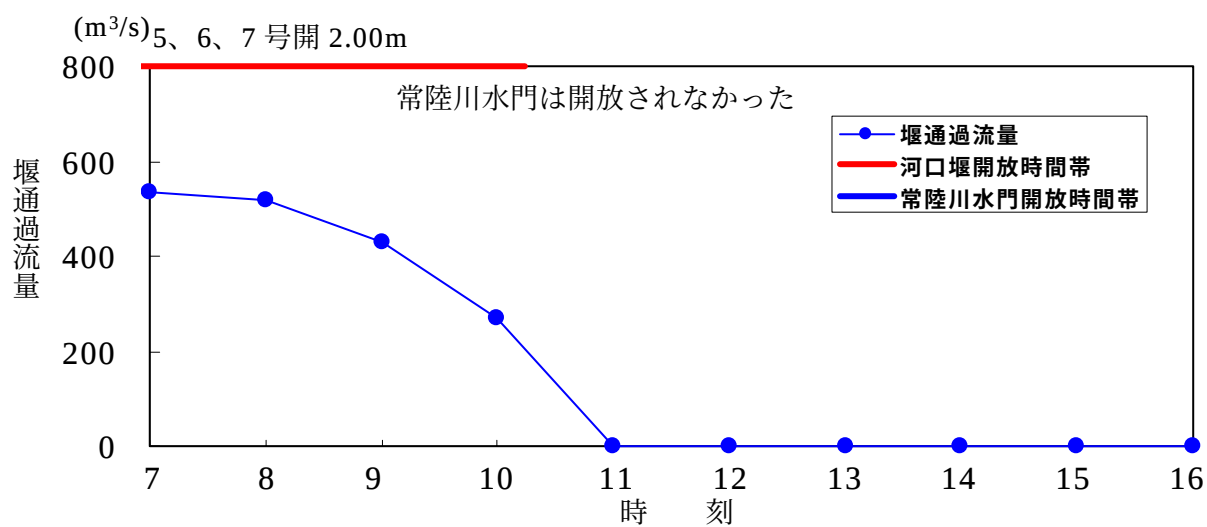
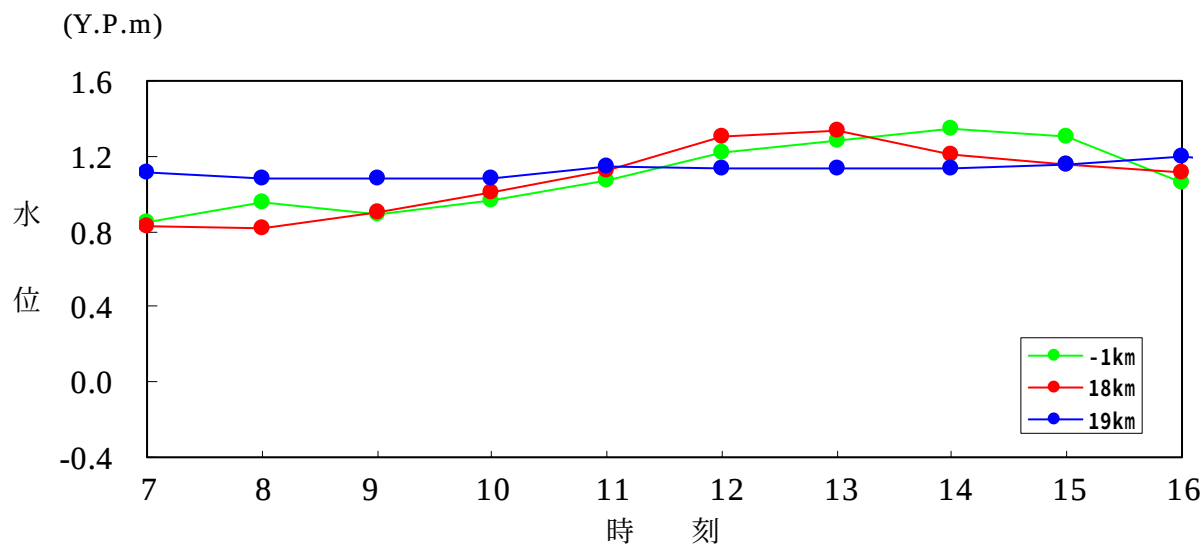
付図 12 第 5 回稚アユ遡上調査 II(2006/6/9)における水位、
堰通過流量、堰操作状況および流速



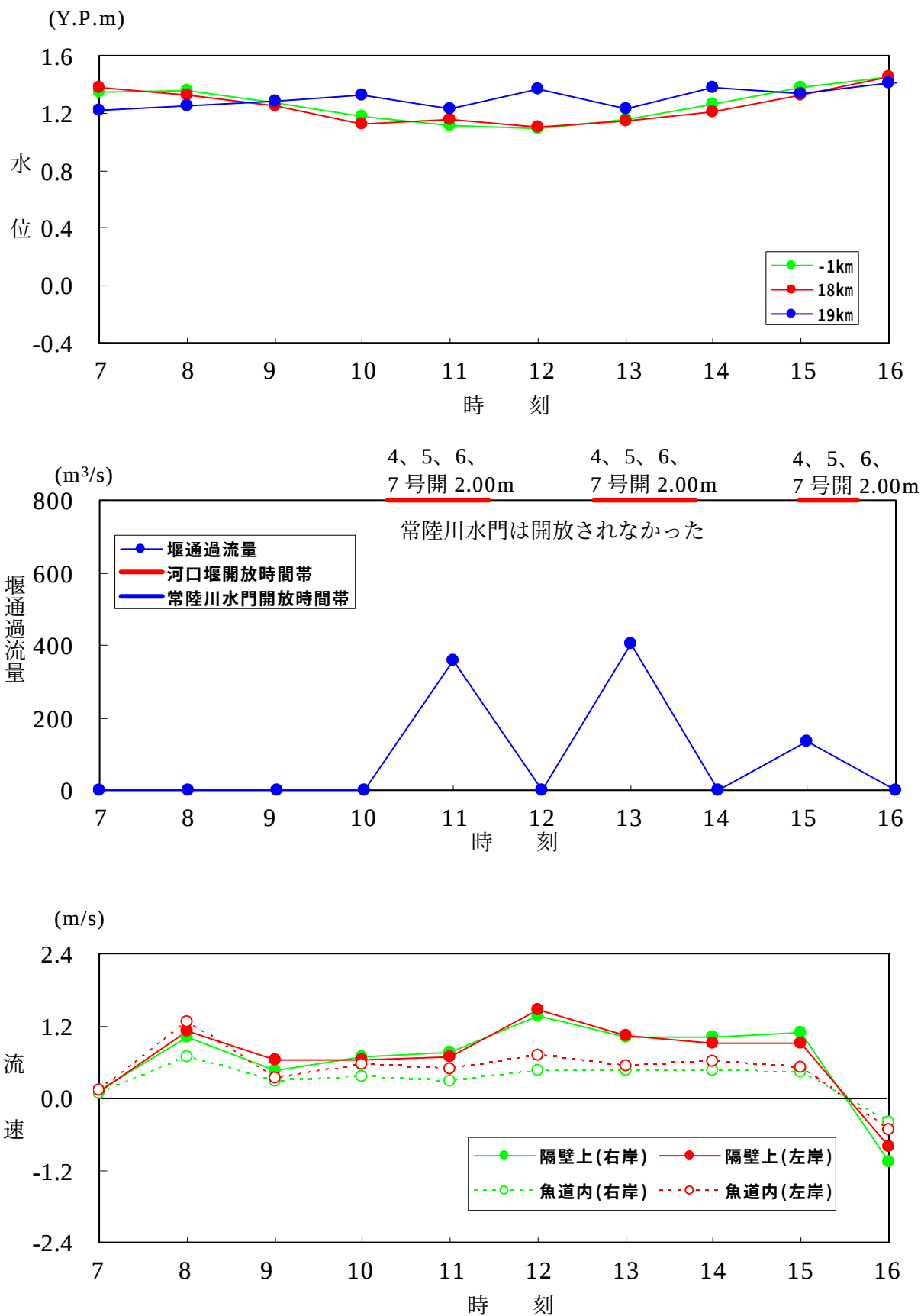
付図 13 第3回稚アユ遡上調査 I(2007/3/19)における水位、
堰通過流量、堰操作状況および流速



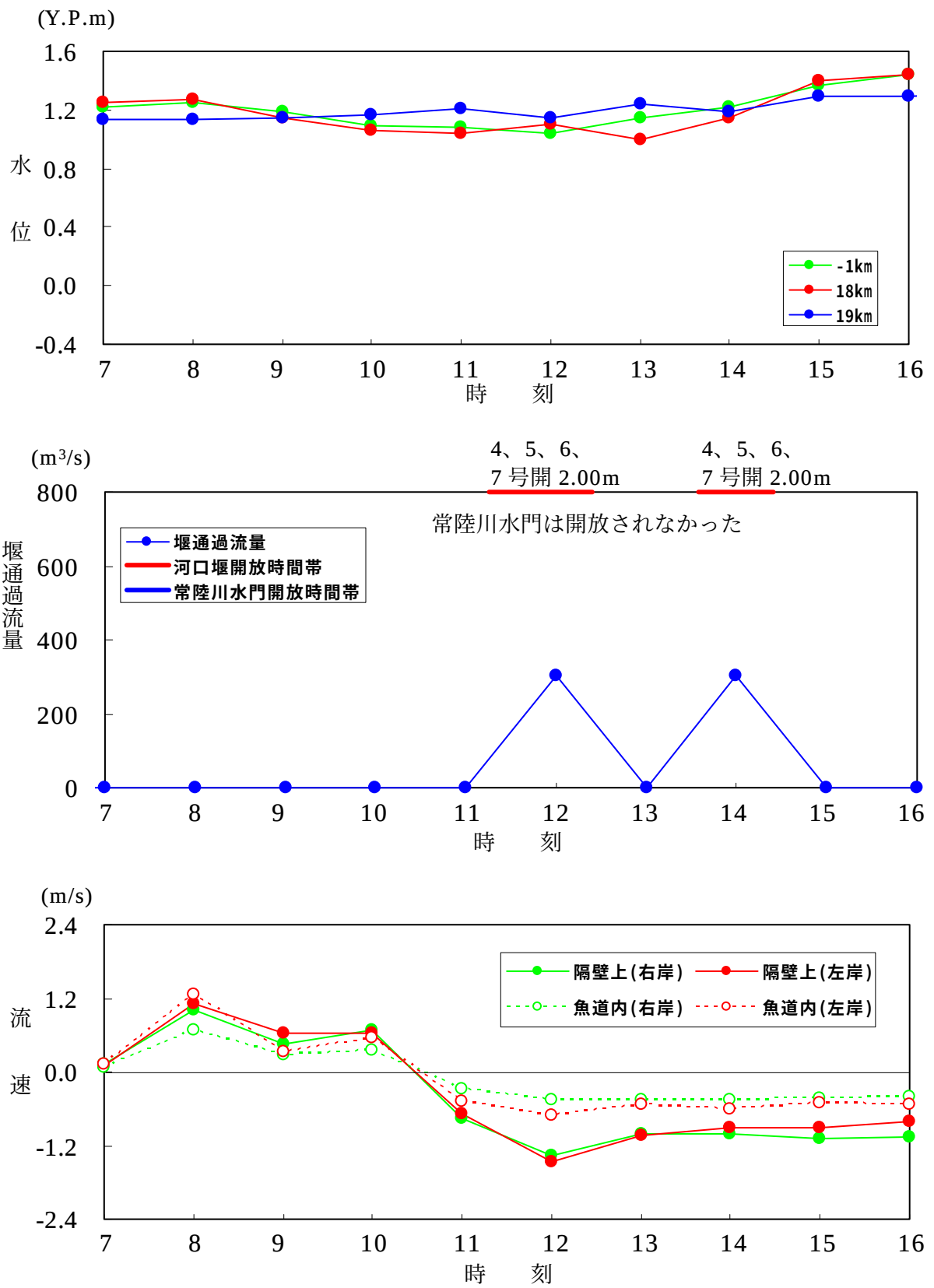
付図 14 第 1 回サケ遡上調査(2006/10/15)における水位、
堰通過流量、堰操作状況および流速



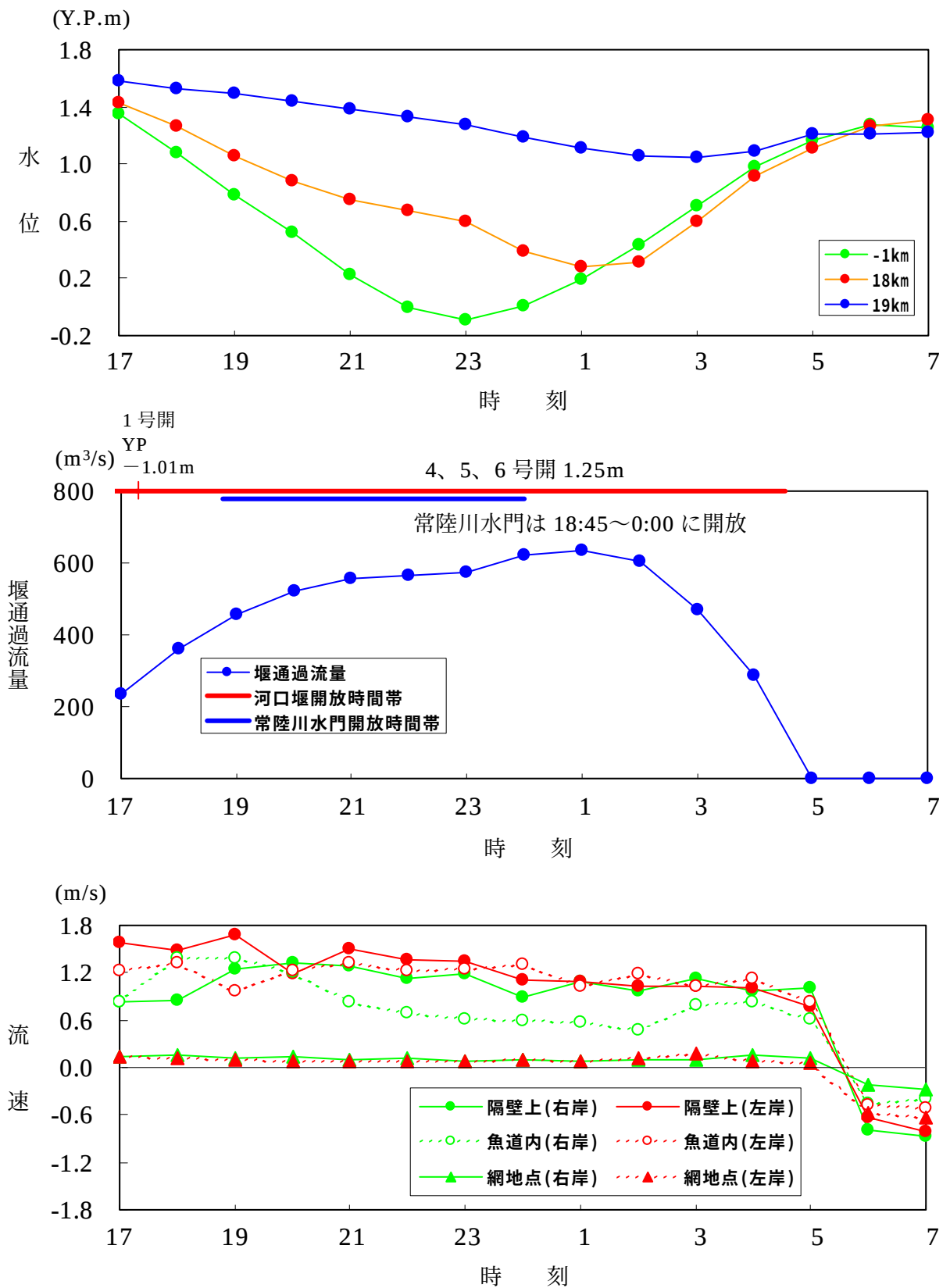
付図 15 第2回サケ遡上調査(魚道上流：2006/11/16)における水位、
堰通過流量、堰操作状況および流速



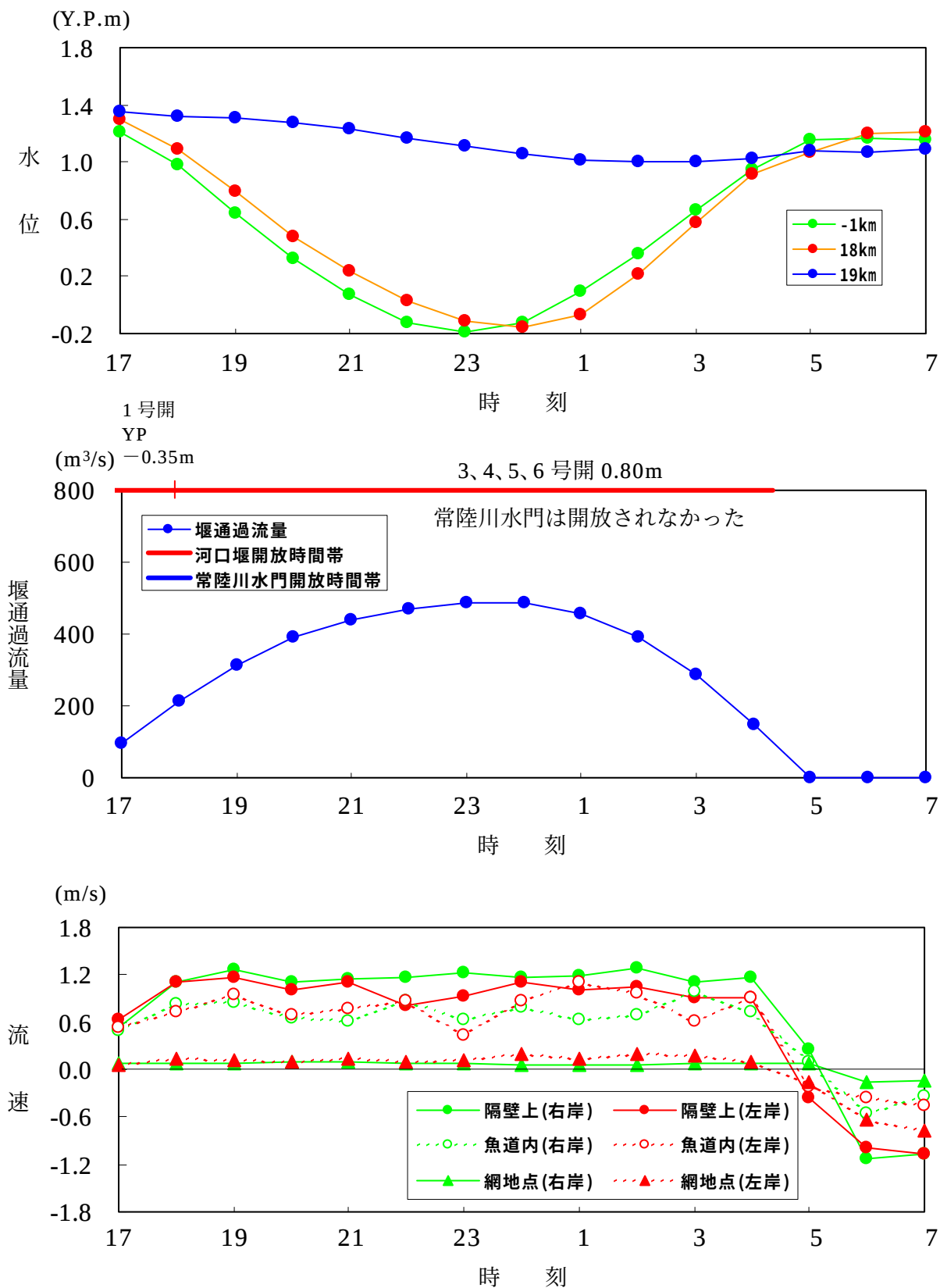
付図 16 第 3 回サケ遡上調査(魚道上流：2006/11/24)における水位、堰通過流量、堰操作状況および流速



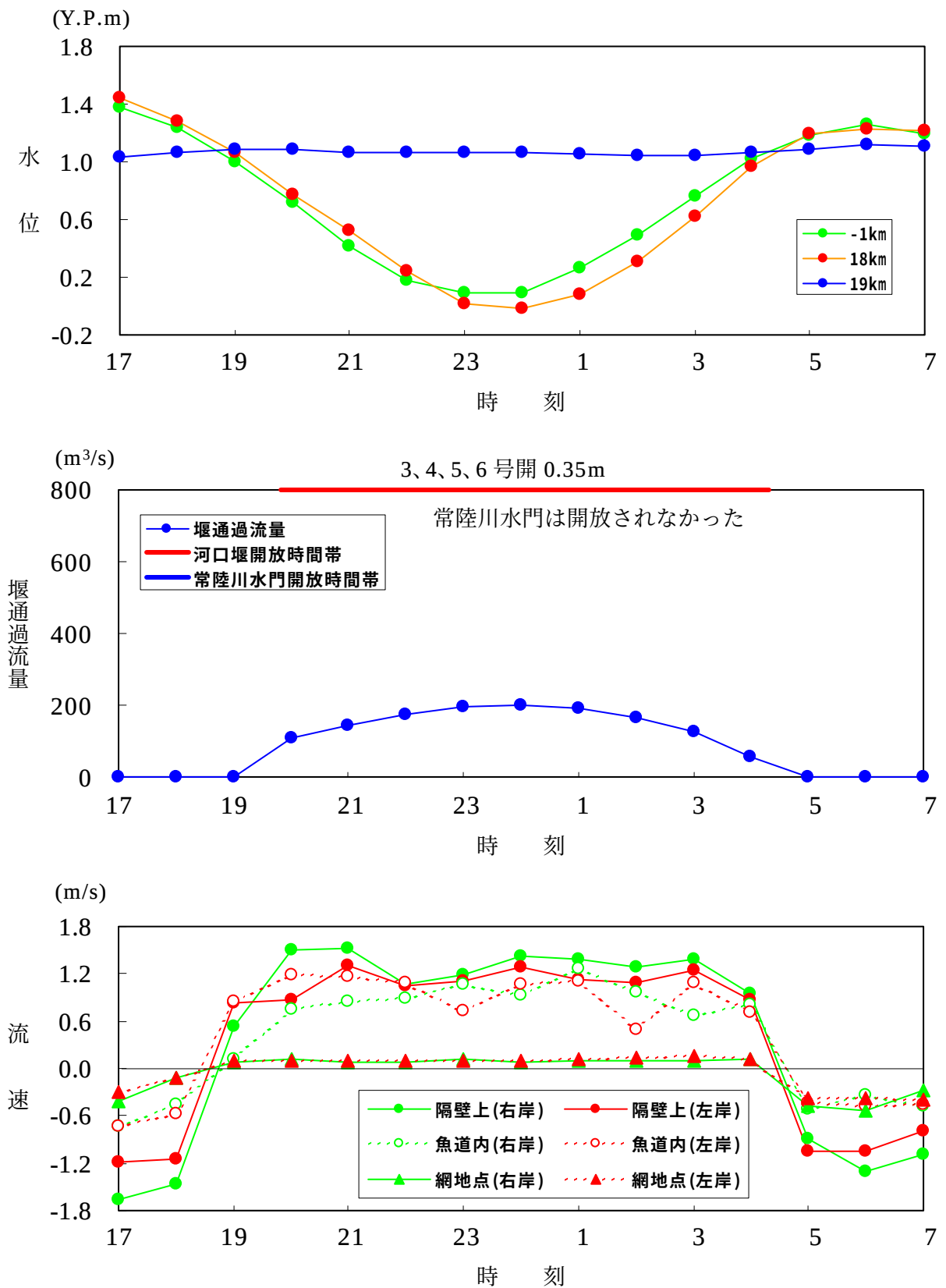
付図 17 第 4 回サケ遡上調査(魚道上流：2006/12/8)における水位、堰通過流量、堰操作状況および流速



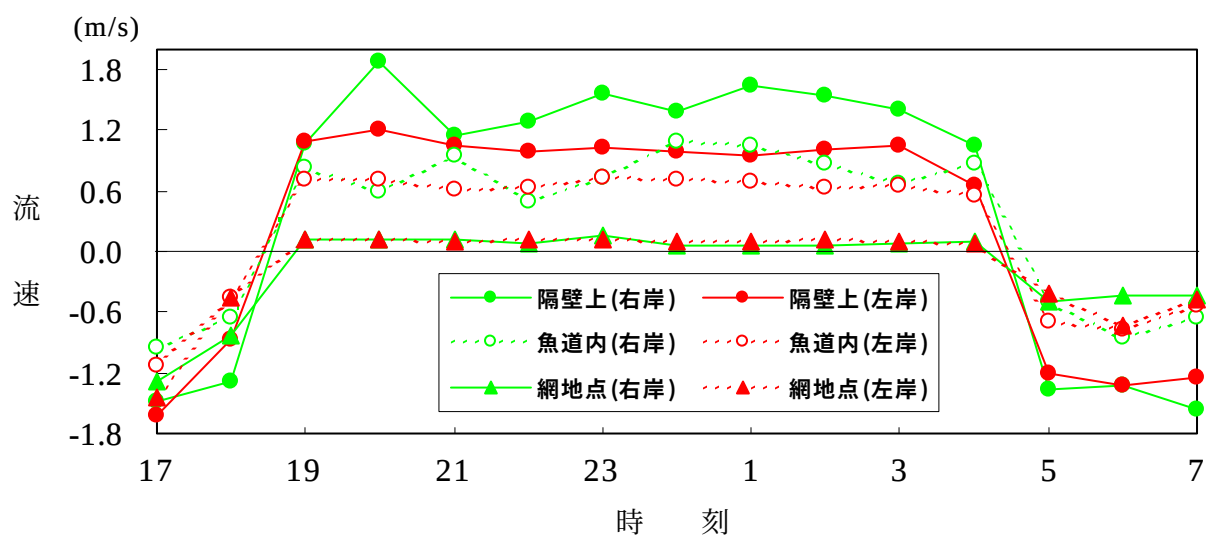
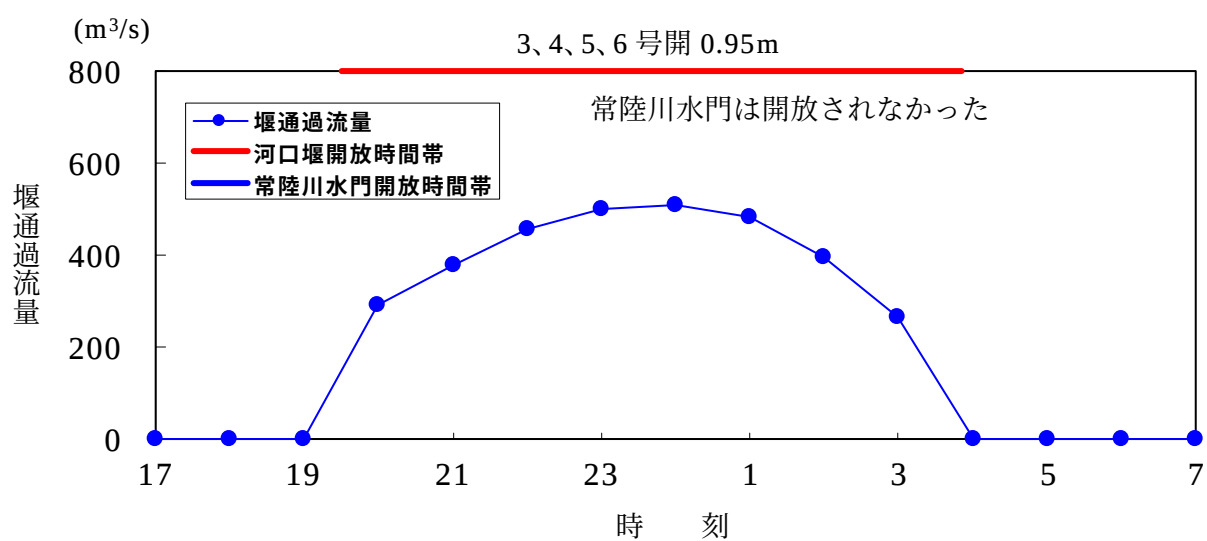
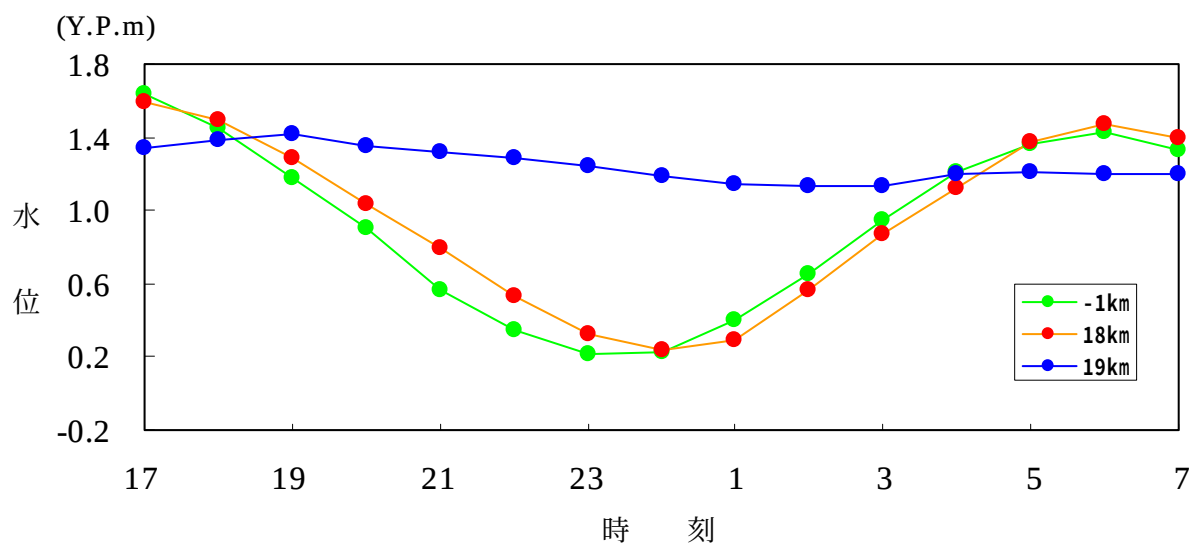
付図 18 第 1 回シラスウナギ調査(2007/1/4~5)における水位、
堰通過流量、堰操作状況および流速



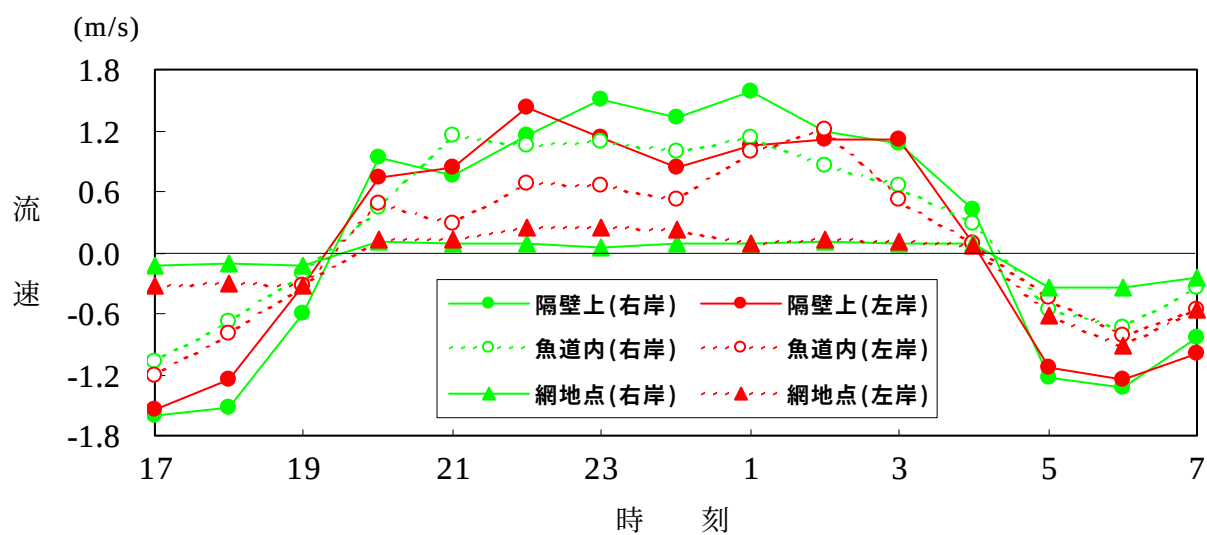
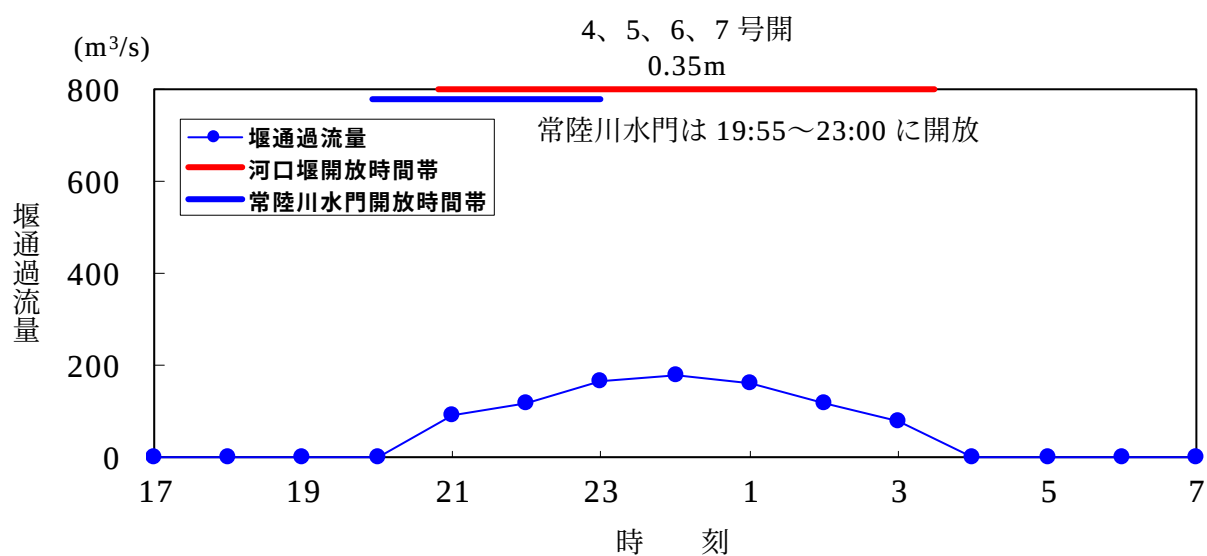
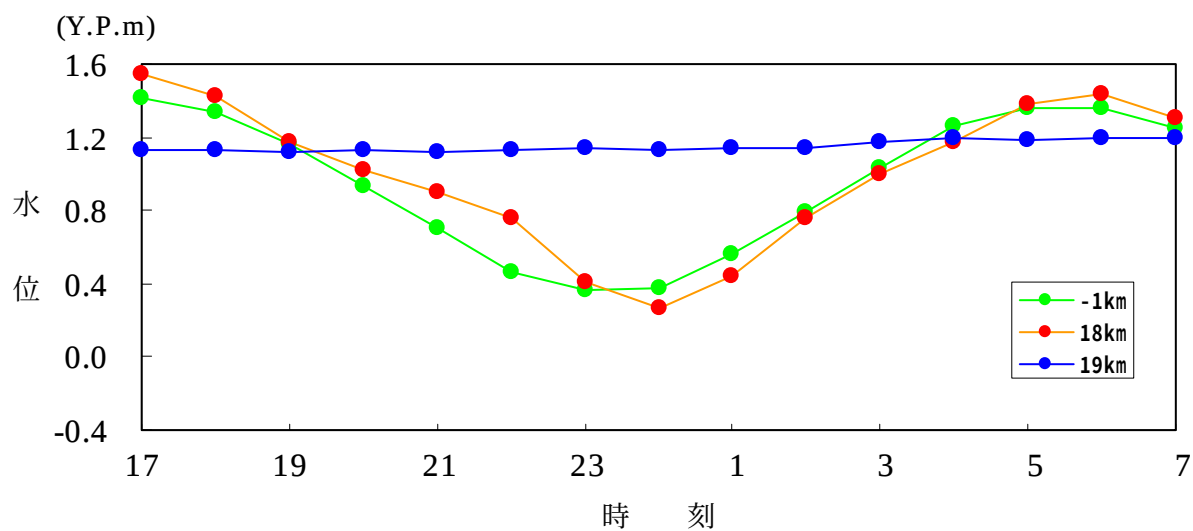
付図 19 第 2 回シラスウナギ調査(2007/1/19~20)における水位、
堰通過流量、堰操作状況および流速



付図 20 第 3 回シラスウナギ調査(2007/2/3～4)における水位、堰通過流量、堰操作状況および流速



付図 21 第4回シラスウナギ調査(2007/2/18～19)における水位、
堰通過流量、堰操作状況および流速



付図 22 第 5 回シラスウナギ調査(2007/3/5～6)における水位、
堰通過流量、堰操作状況および流速

付録：各調査日における遡上個体数から期間内の遡上個体数を計算する方法

1. 各調査日の結果から、24 時間遡上個体数を推定する。推定は、以下の方法で行った。
 - a) 24 時間の採捕調査が行われた場合には、採捕個体数を 24 時間遡上個体数とした。
 - b) 6:00～18:00 の、12 時間の採捕調査が行われた場合には、採捕個体数を 1.18 倍して、24 時間遡上個体数とした。
 - c) 6:00～18:00 の、12 時間の目視調査のみが行われた場合には、目視個体数(x)を以下の式によって 6:00～18:00 の採捕個体数(y)に換算し、更に 1.18 倍して、24 時間遡上個体数とした。尚、目視個体数には遡上個体数を用いた。

$$y=513.41 \times \log(x/2+27.63)-1555.22 \dots\dots\dots (右岸)$$

$$y=1.2969(x/2) \dots\dots\dots (左岸)$$

2. 3 月 1 日から第 1 回調査までの日数と、第 1 回調査から第 2 回調査までの日数を 2 等分したものを足し合わせ、この期間内は第 1 回調査で測定された 1 日あたり遡上量でアユ稚魚が遡上しているものと仮定して、1 日あたり遡上量×日数でこの期間の遡上量を計算する(図 A)。

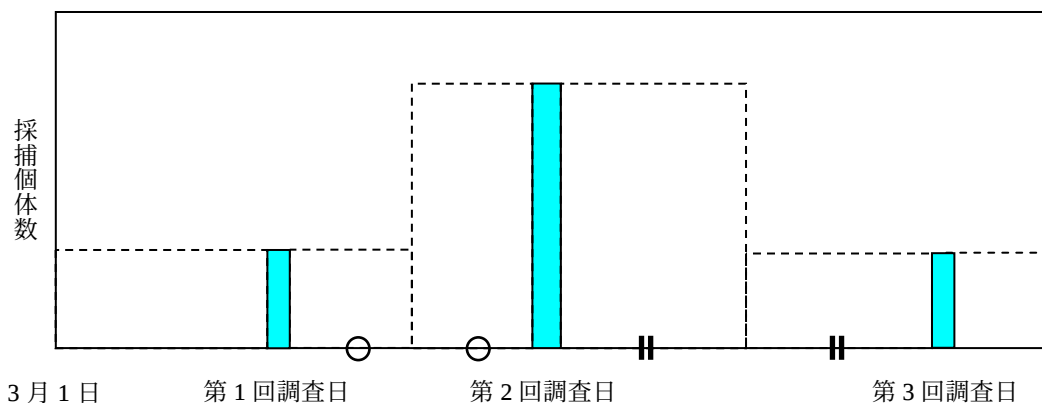


図 A 1 日あたり遡上量を引き伸ばす方法の概念図

3. それに続いて、第 1 回調査から第 2 回調査までの日数を 2 等分したものと、第 2 回調査から第 3 回調査までの日数を 2 等分したものを足し合わせ、この期間内は第 2 回調査で測定された 1 日あたり遡上量でアユ稚魚が遡上しているものと仮定して、1 日あたり遡上量×日数でこの期間の遡上量を計算する(図 1)。以下同様に、第 3 回調査、第 4 回調査…で測定された 1 日あたり遡上量でアユ稚魚が遡上しているものと仮定される期間の日数を計算し、その期間の遡上量を同様に計算する。

4. 最終調査日が5月31日以前の場合には、最終調査から5月31日までは最終調査で測定された1日あたり遡上量でアユ稚魚が遡上しているものと仮定し、6月1日以後の場合には、その間を上記2項の方法で2分し、5月31までを対象にして、期間内遡上量を計算する。
5. 2～4で計算された、各期の推定遡上量を合計して、推定年間遡上量とする。
実際の計算の途中経過と結果を表Aに示す。

表A 平成18年3月1日から5月31日の期間内における推定遡上個体数

調査日	遡上個体数						
	調査時間帯	右 岸	左 岸	両 岸	24時間補正	日数	期間内遡上数
2006/3/2	1800-1800	3	3	6	6	8.5	51
2006/3/17	0600-1800	58	78	136	160	18.0	2,888
2006/4/7	0600-1800	242	2	244	288	14.0	4,028
2006/4/14	0600-1800	888	326	1,214	1,432	7.0	10,027
2006/4/21	0600-1800	658	396	1,054	1,243	7.0	8,704
2006/4/28	1800-1800	812	725	1,537	1,537	10.5	16,139
2006/5/12	0600-1800	377	488	866	1,021	9.0	9,191
2006/5/16	1800-1800	1,221	1,025	2,246	2,246	10.5	23,583
2006/6/2	0600-1800	562	476	1,038	1,225	7.5	9,184
合 計						92.0	83,794