

H25年度 知床ルシャ川等における サケ類の遡上数等調査事業



テッパンベツ川 河口付近



ルシャ川 河口付近

平成26年1月
(株)建設環境研究所

目 次

1. 調査目的
2. 調査箇所
3. 調査概要
4. 調査方法
5. 調査結果
6. 調査結果の分析
7. モニタリングの課題整理

<参考資料>

1. 調査目的

本事業は、知床世界自然遺産地域科学委員会の助言を受けて策定した長期モニタリング計画に基づき、ルシャ川およびテッパンベツ川に産卵遡上するカラフトマスを対象とした調査を行ったものである。

カラフトマスの豊漁年に相当する平成25年度では、平成24年度に引き続き、「遡上数、産卵場所および産卵床数」等に関する調査を実施した。



ルシャ川



テッパンベツ川

2. 調査箇所

- ・遡上数調査：ルシャ川本川・派川(右流)、テツパンベツ川の河口橋梁部3定点
- ・産卵床調査：ルシャ川(河口～3.1km)、テツパンベツ川(河口～2.0km)

遡上数調査定点
(橋梁上)



3. 調査概要(実施時期・回数)

○遡上数調査(目視観察)

ルシャ川 計18回 (8/23~10/22)

テッパンベツ川 計18回 (8/23~10/22)

○遡上数調査(24時間連続計測)

ルシャ川 第1回 (9/ 2~ 3)

第2回 (9/23~24)

○産卵床調査

ルシャ川 第1回 (9/23~24)

第2回 (10/2)

テッパンベツ川 第1回 (9/26)

第2回 (10/1)

○ヒグマ出没記録調査

※上記調査中にヒグマを発見した際に適宜実施。(本報告では**省略**)

遡上数調査実施日

	日	月	火	水	木	金	土
8月				1	2	3	4
	5	6	7	8	9	10	11
	12	13	14	15	16	17	18
	19	20	21	22	23	24	25
	26	27	28	29	30	31	
9月							1
	2	3	4	5	6	7	8
	9	10	11	12	13	14	15
	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29
	30						
10月		1	2	3	4	5	6
	7	8	9	10	11	12	13
	14	15	16	17	18	19	20
	21	22	23	24	25	26	27
	28	29					

- : 遡上数調査(目視観察)
- : 遡上数調査(24時間連続計測)
- ↔ : 産卵床調査

4. 調査方法

○遡上数調査(目視観察) 各河川計18回

・河口付近の橋梁部に定点を設置し、8～16時の2時間毎に20分間、定点を通過するカラフトマスの遡上数、降下数をそれぞれ目視でカウントした。

・なお、ルシャ川では流程200m付近で二分流するため、本川(左流)および派川(右流)の両方に定点を設置した。

○遡上数調査(24時間連続測定) ルシャ川本川のみ計2回

・目視観察定点下流において、超音波音響カメラ(DIDSON)を設置し、カメラ前面を通過するカラフトマスを24時間撮影し、画像解析により遡上数、降下数をそれぞれ計数した。



ルシャ川本川(左流)

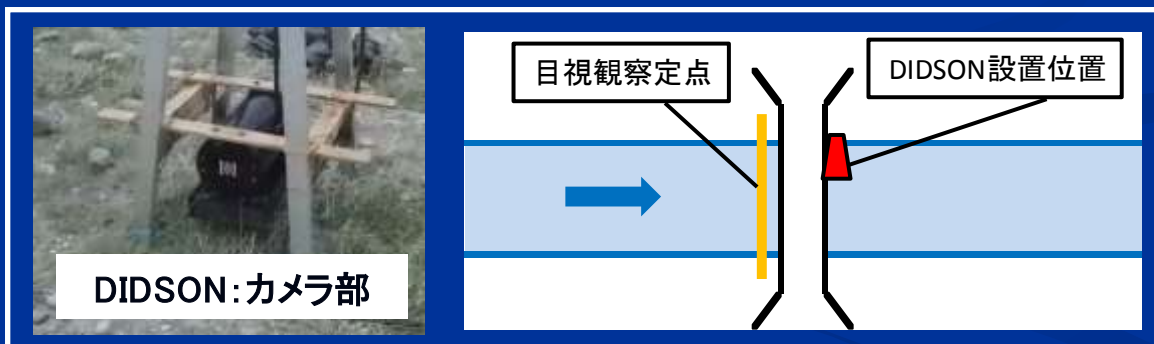


ルシャ川派川(右流)



テッパンベツ川

遡上数調査定点



○産卵床調査 各河川計2回

・遡上数調査定点～扇状地地形の上端(H24年度に設定)において、100m毎に出現するカラフトマスの産卵床数を記録した。

・また、河口部～遡上数定点までの産卵床についても、同様に記録した。



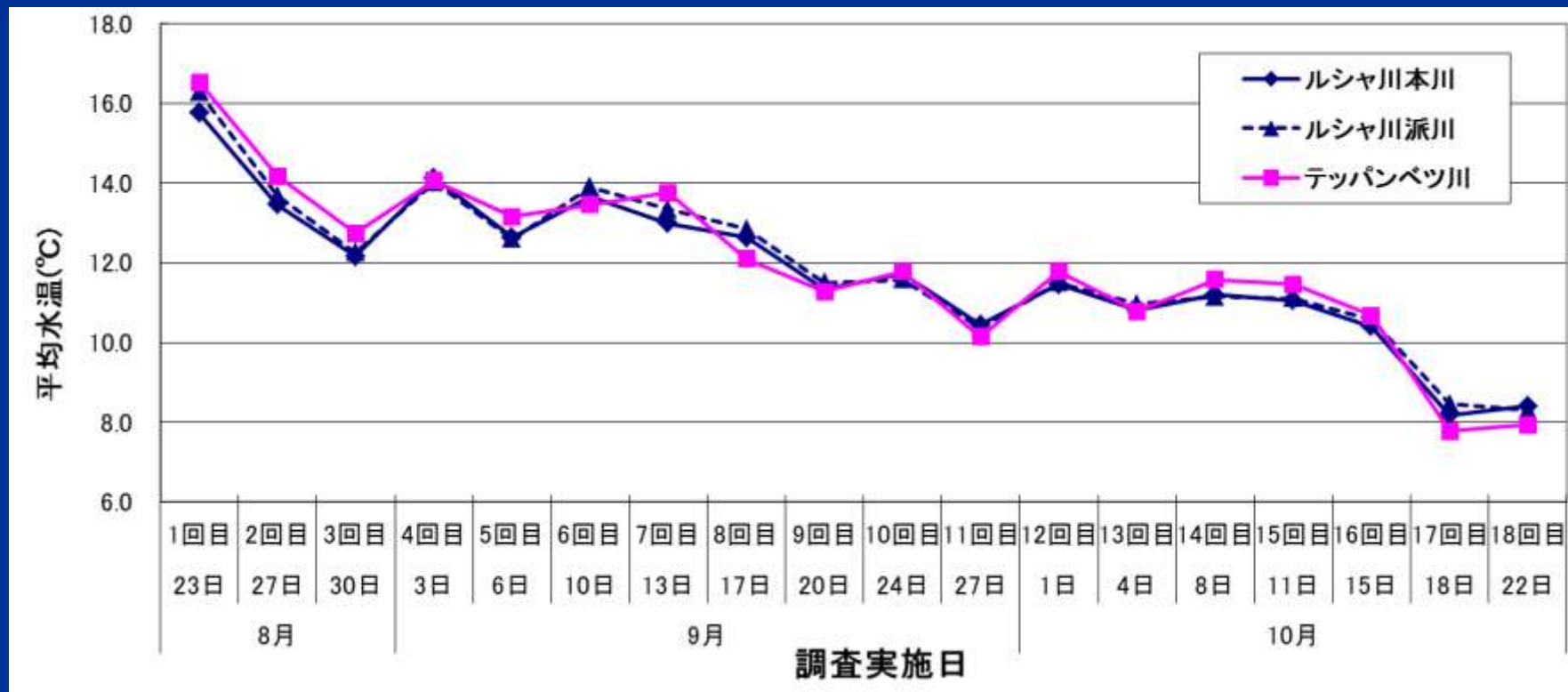
5. 調査結果



5.1 遡上数調査

①調査期間中の水温変化

- ・各調査時の表層水温は、3回目 (8/27)以降 14°C 以下となり、 10°C 程度までは徐々に低下したが、17回目(10/18)以降は 10°C 以下に急落した。
- ・水温の変化は、3調査定点でほとんど差異が無かった。



調査時に実測した表層水温の平均値の推移

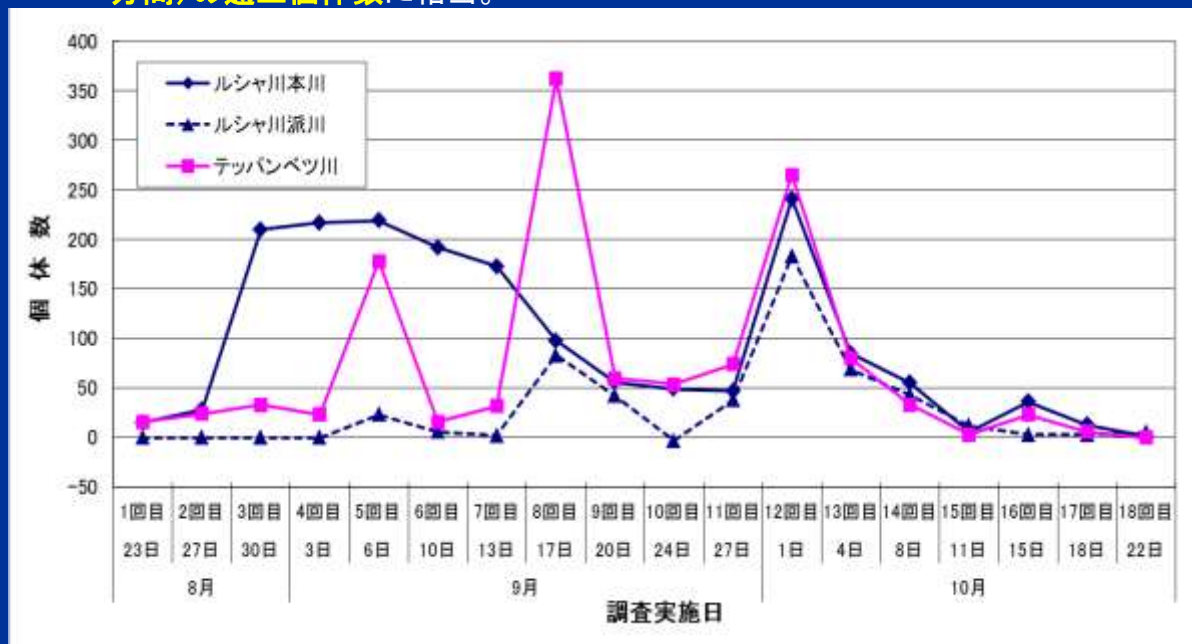
5.1 遡上数調査

②目視観察による遡上数(目視によるカウント数)

調査期間全体での目視カウント合計数

河川名	遡上合計	降下合計	差分*
ルシャ川本川	4,517	2,776	1,741
ルシャ川派川	1,151	642	509
テッパンベツ川	2,928	1,646	1,282

*: 差分は、目視によりカウントされた8・10・12・14・16時台各20分間(合計100分間)の遡上個体数に相当。



○遡上数

- ルシャ川全体では、テッパンベツ川の約1.8倍であった。
- ルシャ川派川は、ルシャ川全体の約1/4弱に相当した。

○遡上盛期

- 9/24(10回目)の前後でそれぞれ遡上盛期があった。
- ルシャ川本川**: 前半は長期間盛期が継続、後半は12回目の1回のみであった。
- ルシャ川派川**: 5・8・12回目にピークがあり、遅い時期ほど大きかった。
- テッパンベツ川**: 上記と同様に5・8・12回目にピークがあり、最大は8回目であった。

目視によりカウントされた各調査回100分間当たりの遡上数の推移

5.1 遡上数調査

③-1 DIDSONによる24時間遡上数(ルシャ川本川のみ)

調査期間全体での自動カウント合計数

調査日	遡上合計	降下合計	差分*	昼夜比
1回目(9月2~3日)	21,396	17,806	3,590	
昼:6時台~17時台	11,466	10,235	1,231	34.3%
夜:18時台~5時台	9,930	7,571	2,359	65.7%
2回目(9月23~24日)	22,780	19,582	3,198	
昼:6時台~17時台	11,592	10,286	1,306	40.8%
夜:18時台~5時台	11,188	9,296	1,892	59.2%

*:差分は、自動カウントされた24時間の遡上個体数に相当。

注)昼夜の区分は、概ね日出・日没を考慮して、暫定的に設定。

○総遡上数(24時間)

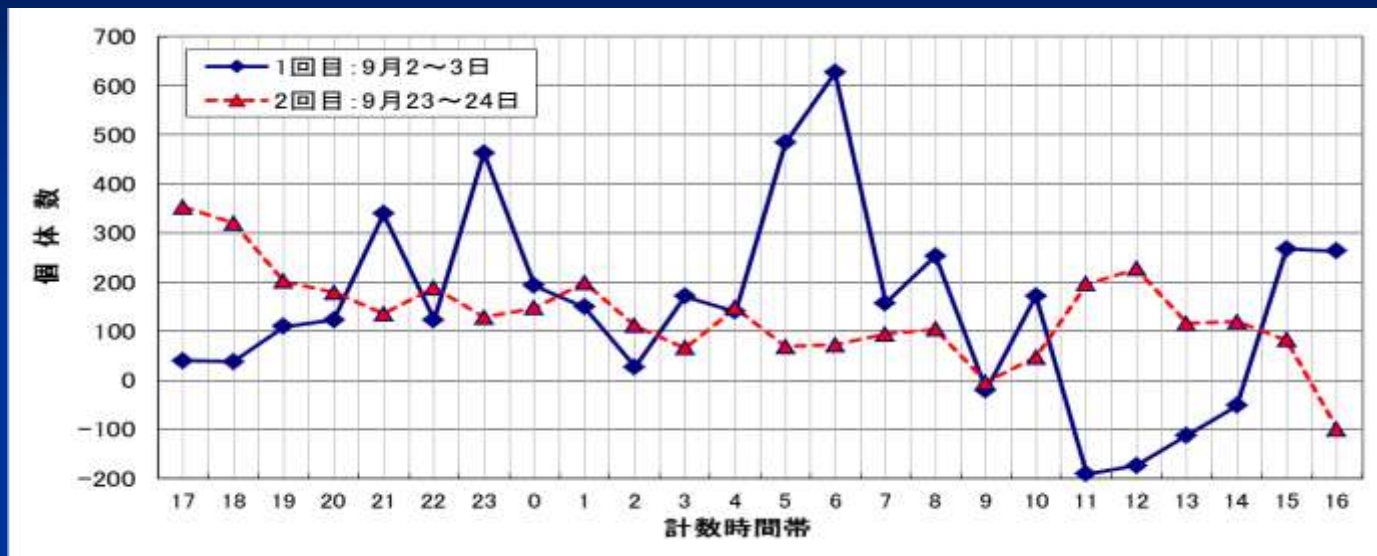
- ・1回目はルシャ川における前期の遡上盛期、2回目は前期遡上盛期の終盤にそれぞれ相当した。
- ・2回目の総遡上数は1回目の約9割であった。

○日変化

- ・昼夜別遡上比は、1回目で夜間が昼間の約1.9倍、2回目で約1.4倍であった。

5.1 遡上数調査

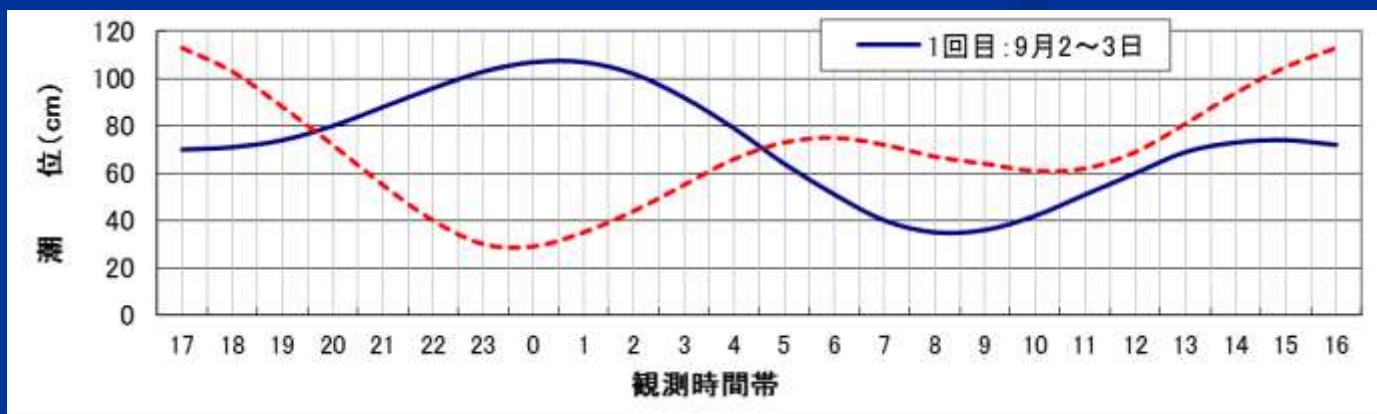
③-2 DIDSONによる24時間遡上数(ルシャ川本川のみ)



・遡上数の経時変化は、潮汐変化と同時刻的には一致しないが、似た波形を示した。

このことから、カラフトマスの遡上には、潮汐が何らかの影響を及ぼしていることが考えられる。

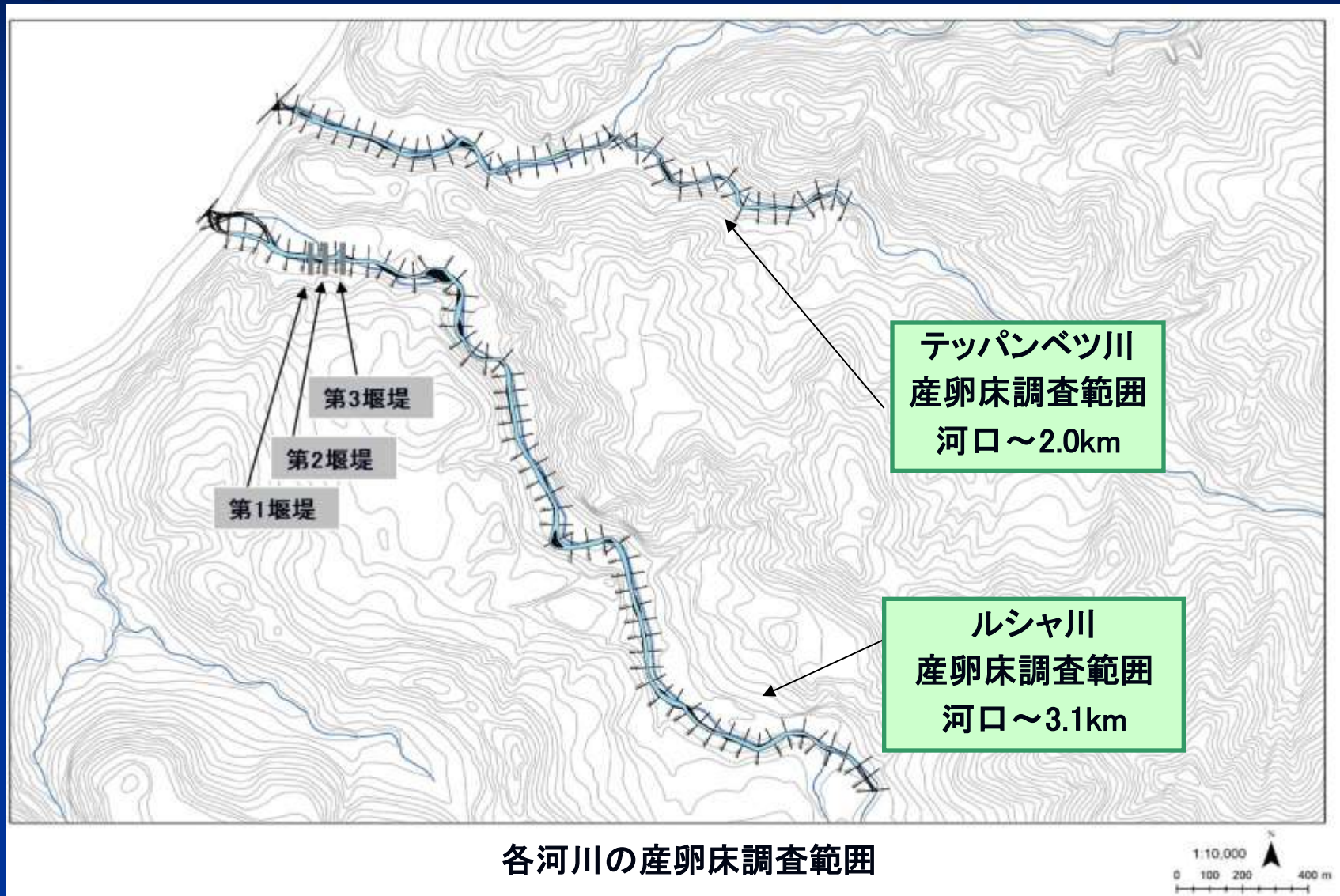
DIDSONによる時間帯(1時間)毎の遡上数の推移



調査期間中の網走港の潮汐(気象庁HP掲載 実測データより)

5.2 産卵床調査

①調査範囲



5.2 産卵床調査

②各河川の産卵床確認状況

産卵床数・産卵行動確認数

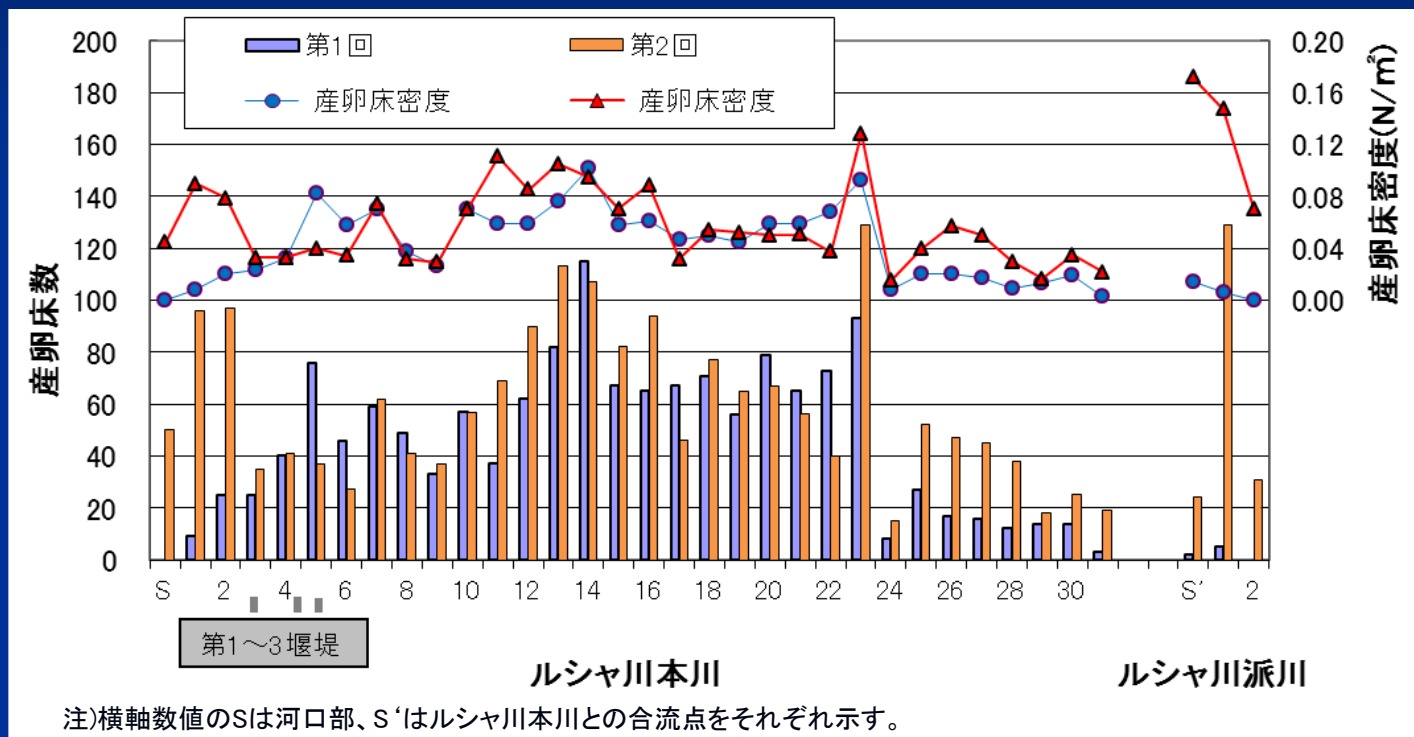
河川名	調査時期	河床面積(m ²)	産卵床数 合計	産卵床数	産卵床密度(/m ²)	産卵行動 確認件数
		上段:(最小-最大) 下段:平均		上段:(最小-最大) 下段:平均	上段:(最小-最大) 下段:平均	
ルシャ川本川 (河口~3,100m地点)	第1回(9/23~24)	(623.8~1,445.1)	1,462	(0~115) 46	(0.00~0.10) 0.04	126
	第2回(10/2)	1,073.4	1,874	(15~129) 59	(0.02~0.13) 0.06	190
ルシャ川派川 (本川合流点~約250m地点)	第1回(9/24)	(139.6~874.9)	7	(0~5) 2	(0.00~0.01) 0.00	22
	第2回(10/2)	484.6	184	(24~129) 61	(0.07~0.17) 0.13	21
テッパンベツ川 (河口~2,000m地点)	第1回(9/26)	(455.1~1,229.6)	1,052	(9~99) 50	(0.01~0.10) 0.06	36
	第2回(10/1)	845.3	1,470	(14~126) 70	(0.02~0.16) 0.08	55

- ・確認された産卵床数は、第1回(9月下旬)よりも第2回(10月上旬)の方が多く、ルシャ川派川で特に顕著であった。
- ・平均河床面積からみると、ルシャ川本川と比較して、テッパンベツ川は河川規模(流路幅等)が2割程度小さいが、平均産卵床密度はルシャ川本川よりも高い値を示した。
- ・一方、産卵行動確認件数がルシャ川の方が多かったのは、遡上盛期がテッパンベツよりも長期間であったため、産卵期間も長期に及んだ為である可能性が考えられる。

5.2 産卵床調査

②-1 各河川の産卵床の縦断分布

・ルシャ川(本川・派川)



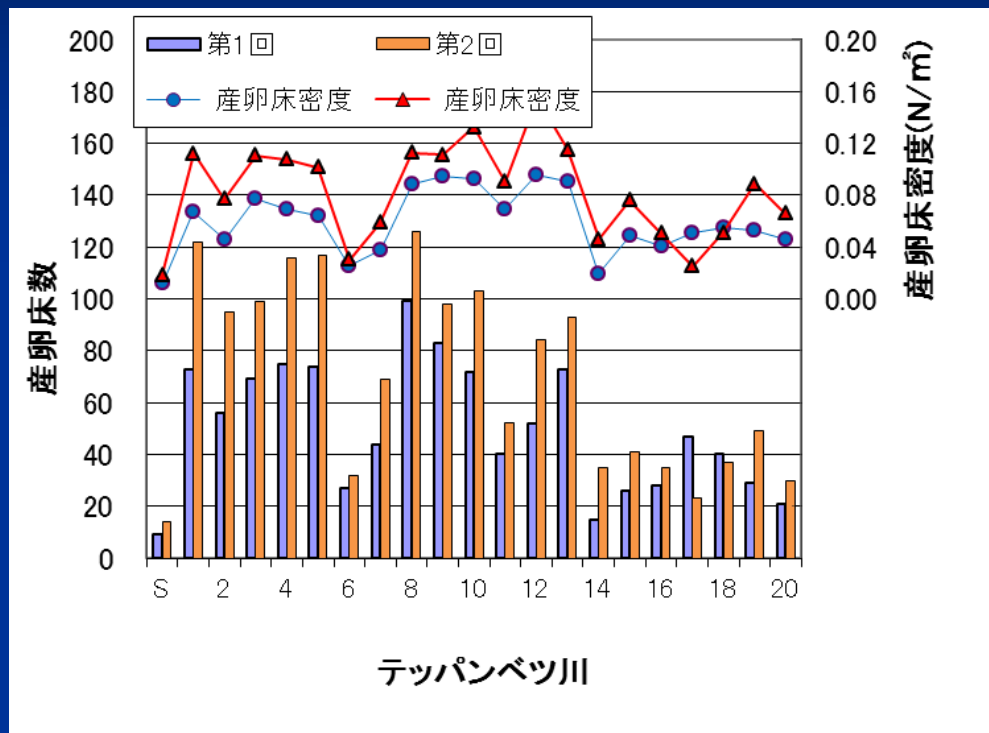
ルシャ川における産卵床数(棒グラフ)および密度(折れ線)の縦断分布

- ・第1回調査では、下流から徐々に産卵床数が増加し、主に1,000~2,300m付近で多く、これより上流域では顕著に少なくなった。
- ・第2回調査では、概ね第1回調査と同様の分布を示したが、第1回では少ない区間であった堰堤下流域(本川・派川の下端~200m)で産卵床数が激増した。

5.2 産卵床調査

②-2 各河川の産卵床の縦断分布

・テッパンベツ川



テッパンベツ川における産卵床数(棒グラフ)および密度(折れ線)の縦断分布

- ・第1回・第2回調査ともほぼ同様の分布傾向を示し、河口～0mでは産卵床が極めて少なく、0～1,300m付近が多かった(ただし、500～700mでは少なかった)。
- ・なお、これより上流域では顕著に少なくなった。

5.3 調査結果のまとめ

項目	調査結果の概要
遡上数調査 (目視観察)	<p>○カウントされた遡上数(100分間×18回)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ルシャ川全体(2,250個体)ではテッパンベツ川(1,282個体)の約1.8倍。 ・ルシャ川派川(509個体)は、ルシャ川全体の約1/4弱。 <p>○遡上盛期</p> <ul style="list-style-type: none"> ・9/24を境に前後でそれぞれに遡上盛期 ・ルシャ川本川:前半は長期間盛期が継続。後半は12回目の1回のみ。 ・ルシャ川派川:前半2回、後半1回の3回の遡上ピーク。遅いほど遡上大。 ・テッパンベツ川:ルシャ川派川と同時に3回遡上ピーク。最大は2回目のピーク。
遡上数調査 (24時間連続計測) ※ルシャ川のみ	<ul style="list-style-type: none"> ・総遡上個体数:9/2-3では3,590個体、9/23-24では3,198個体。 ・昼夜別の遡上数:夜間の方が多く、1回目で約1.9倍、2回目で約1.4倍。 ・遡上数の経時変化:潮汐変化と同時刻的には一致しないが、似た波形を示しており、潮汐が何らかの影響を及ぼしていると考えられる。
産卵床調査	<ul style="list-style-type: none"> ・産卵床数は9月下旬よりも10月上旬で増加。特にルシャ川派川で顕著。 ・ルシャ川:1,000~2,300m付近で産卵床が多く、上流域は顕著に少ない。 10月上旬には堰堤下流域(本川・派川の下端~200m)で激増。 ・テッパンベツ川:0~1,300m付近で多く、上流域は顕著に少ない。 ルシャ川よりも産卵床密度が若干高かった。

6. 調査結果の分析

6.1 遡上数の推定

①-1 AUC法による遡上数推定式

・推定式

$$AUC_d = \sum_{r=2}^5 \frac{(t_r - t_{r-1})(C_r + C_{r-1})}{2}$$

$$\chi_i = AUC_d \frac{C}{Cd}$$

$$AUC = \sum_{i=2}^n \frac{(D_i - D_{i-1})(\chi_{D_i} + \chi_{D_{i-1}})}{2} + \frac{\chi_{D_1} S}{2} + \frac{\chi_{D_n} S}{2}$$

AUC_d : 昼間(8~16時)の遡上数

5: 1日あたりの遡上数の計数回数(8時、10時、12時、14時、16時の5回)

r : 調査日における計測回次($r=2, 3, 4, 5$)

t_r : 計数をおこなった時刻(8時、10時、12時、14時、16時)

C_r : 調査日における r 回次の遡上数(実遡上数※)

※時間あたりに直すため、20分あたりの遡上数を3倍した

降下個体はマイナス値のまま台形補正を実施

C/Cd : 昼間(8~16時)の遡上数と日間(24時間)遡上数の比 =2 (H24年に帰山先生と協議)

※ここでは、H25調査結果(DIDSON)による昼夜差を反映していない。

D_i : 計数をおこなった調査日($i=2 \dots, n$)

x_{D_i} : 調査日 D_i ($i=2 \dots, n$)の日間(24時間)遡上数

S : カラフトマスの河川滞在日数 =8

※横山2010のH16~H20の平均値(小数点以下切り捨て)

AUC : 推定した総遡上数

6.1 遡上数の推定

①-1 AUC法による遡上数推定式

・誤差推定式

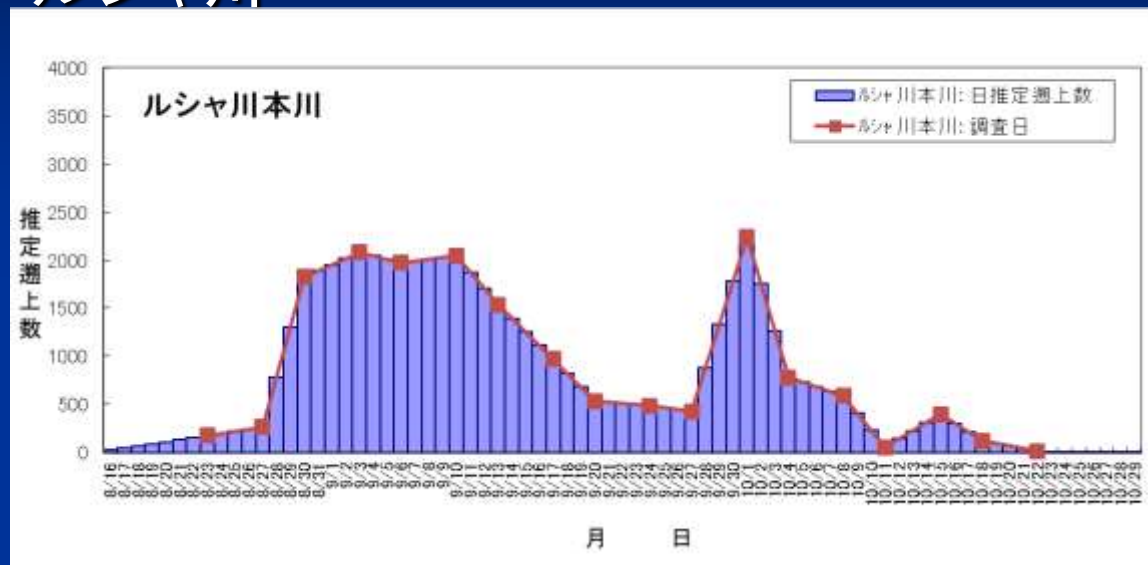
$$SE(AUC) = \sqrt{\frac{\sum_{b=1}^B (AUC_b - AUC_{bm})^2}{B-1}}$$

- ・ブートストラップのサンプルは、繰り返しを許してデータと同じ数の観測個体数をリサンプリング(ブートストラップ反復回数=10000回)
- ・パーセンタイル法による95%信頼区間の算定方法は、ブートストラップのサンプル α B番目を下側信頼限界、 $(1-\alpha)$ B番目を上側信頼限界とした(α 及び $(1-\alpha)$ Bは自然数であり、 $\alpha = 0.025$)

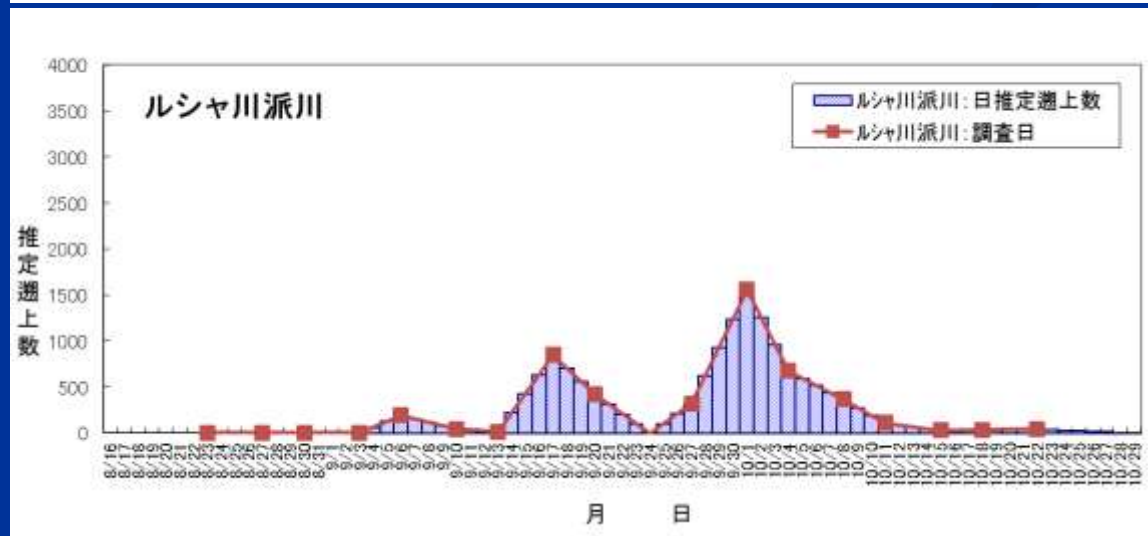
6.1 遡上数の推定

②-1 日別遡上数・総遡上数(AUCによる推定値)

・ルシャ川



総遡上数±標準誤差
58,236±6,366
(誤差/総遡上数=11%)
95%信頼区間
46,044～70,856

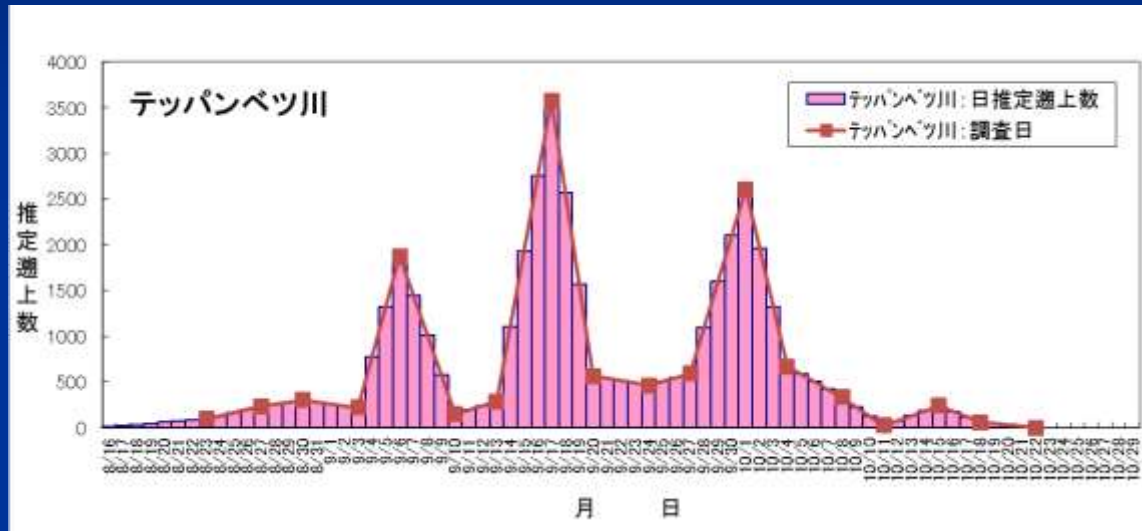


総遡上数±標準誤差
16,275±2,922
(誤差/総遡上数=18%)
95%信頼区間
10,949～22,278

6.1 遡上数の推定

②-2 日別遡上数・総遡上数(AUCによる推定値)

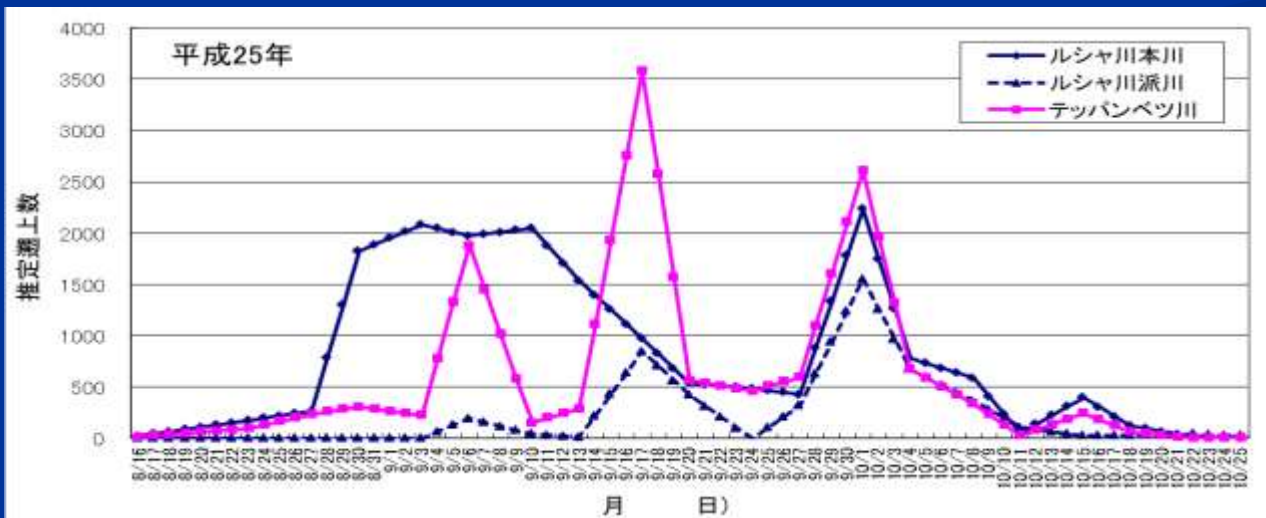
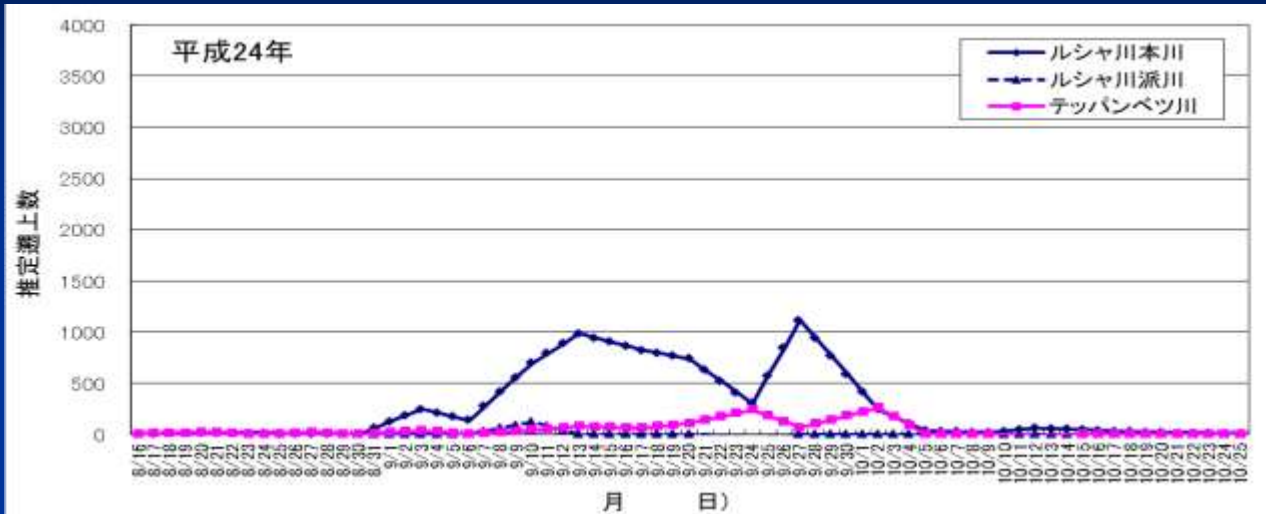
・テツパンベツ川



総遡上数±標準誤差
43,332±6,558
(誤差/総遡上数=15%)
95%信頼区間
31,224～56,666

6.1 遡上数の推定

③ 日別遡上数・総遡上数(AUCによる推定値)の経年比較



ルシャ川本川における推定遡上数

年	推定遡上数	備考
H18	58,000	横山(2010)
H19	36,000	横山(2010)
H20	10,000	横山(2010)
H24	19,905	H24本調査
H25	58,236	

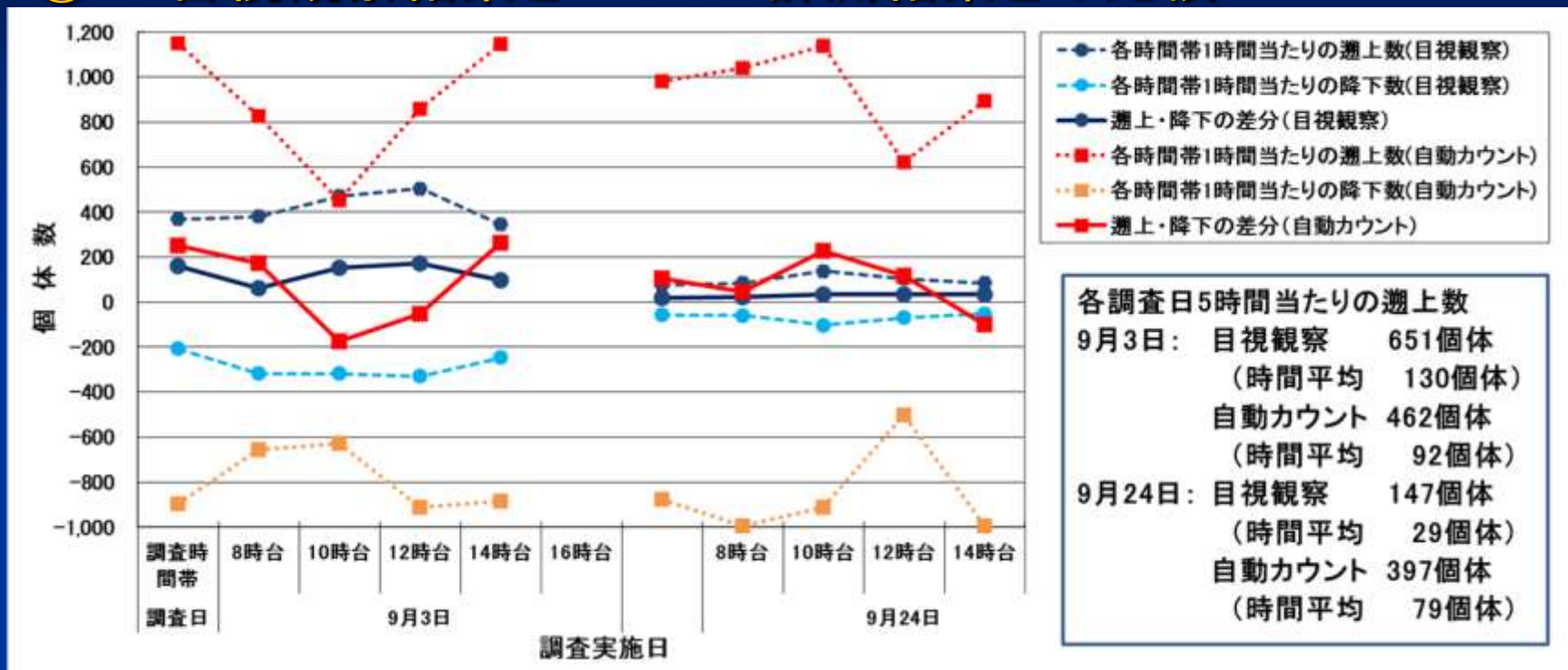
・H25年の遡上数は、ルシャ川本川ではH18年並で、H24年の2.9倍、同派川で48.4倍、テツパンベツ川で12.9倍と著しく増加した。

・遡上盛期は、9月下旬頃を境に2期に大別された。

・ルシャ川本川の前半の盛期は長期間に及ぶ。なお、H25はH24年より若干立ち上がりがあった。後半の盛期は同様に単尖頭型であった。

6.1 遡上数の推定

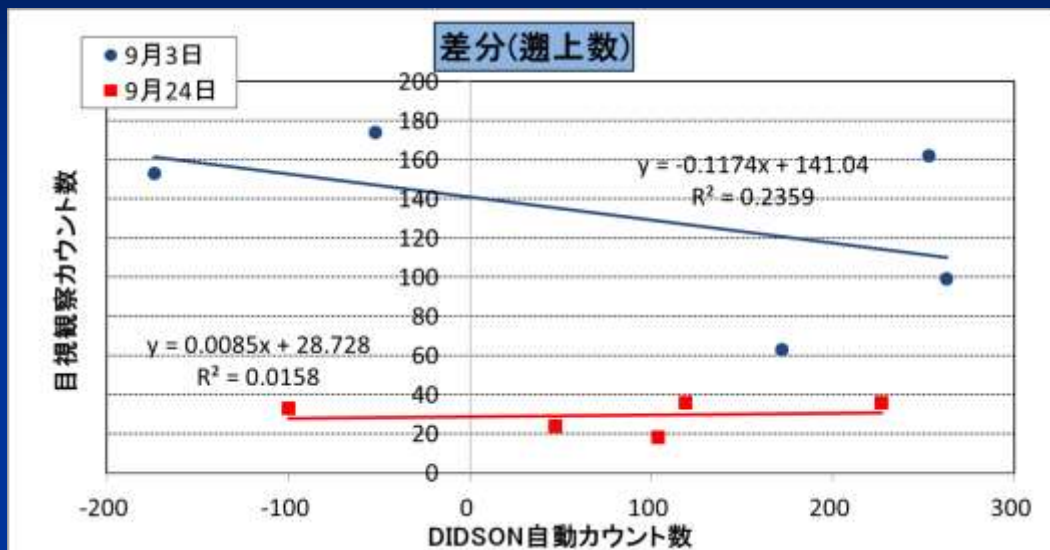
④-1 目視観察結果とDIDSON計測結果との比較



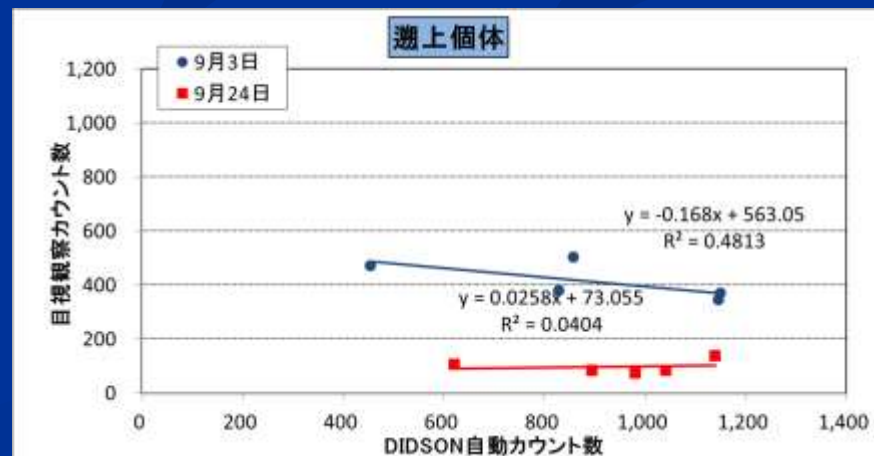
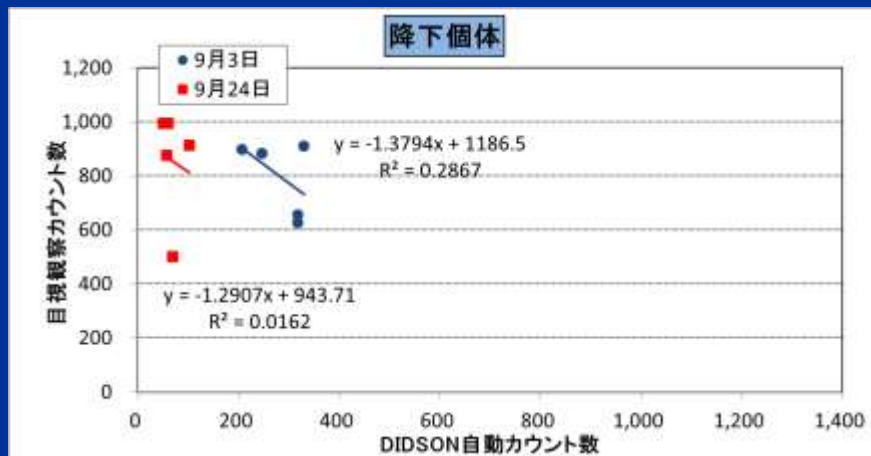
- ・目視観察とDIDSON自動カウントによる推定遡上数(遡上・降下の差分)は、各調査日で±200～250個体程度の差異がみられた。
- ・また、DIDSON自動カウントによる遡上・降下数は、目視観察と比較して極めて大きな値を示したが、これは観測位置(目視・DIDSON共)にカラフトマスの滞留域となっており、自動カウントでは明確な遡上行動以外の個体を機械的に過剰計数したためであることが考えられる。特に産卵盛期の9月24日の自動計測は過大評価である可能性が高い。

6.1 遡上数の推定

④-2 目視観察結果とDIDSON計測結果の相関性



・遡上および降下個体、その差分(遡上数)のいずれの場合も、相関性は低い結果となった。



6.2 産卵床数・密度の経年比較(ルシャ川)

① 産卵床数と推定遡上数

年	産卵床 (個数)	産卵床密度 (個数/m ²)	推定遡上数 (AUC推定値)	産卵床数/遡上数
H18	1,793	0.016~0.061	58,000	3.1%
H19	3,256	0.027~0.120	36,000	9.0%
H20	2,271	0.009~0.087	10,000	22.7%
H24	376	0.003~0.026	19,905	1.9%
H25	1,805	0.033~0.067	58,236	3.1%

総産卵床数の比較は今回調査範囲を基準とし、以下のA~D区間の値で比較
横山2010の区間(距離はH24の距離)

A: 当時の目視地点~第1堰堤(250m)

B: 第1堰堤~第3堰堤(350m)

C: 第3堰堤~峡谷(2300m)

D: 峡谷~ポンルシャ川合流点(3000m)

注1) H18~20は複数回調査し、最終日の産卵床数を採用(日付はH24の第1~2回に相当)。

注2) H18~20の産卵床密度は、代表区間(100m)の値。卵床数は代表区間密度からの推定値。

注3) H24・25の産卵床数は、河口~0m地点(目視地点)および3000~3100m分を除く値。

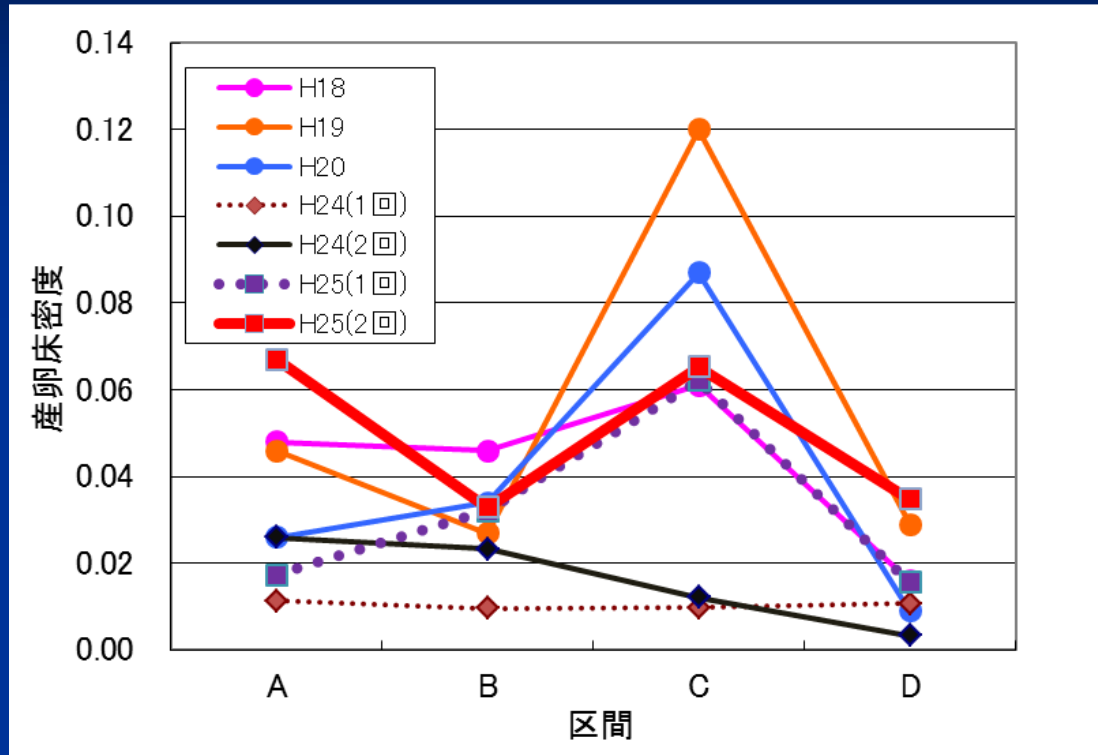
注4) H24・25の産卵床密度は、A-D区間毎集計値(第2回の値)。産卵床数は同区間集計実測値(第2回の値)。

・H24年の産卵床数は推定遡上数に比べて極めて少ない傾向にあったが、H25年はH18年とほぼ同様の値を示した。

・また、過去の豊漁年であるH19年と比較して、推定遡上数は多かったが、産卵床数は少なかった。

6.2 産卵床数・密度の経年比較(ルシャ川)

② 区間別にみた産卵床密度



- ・堰堤区間であるB区間および溪谷部のD区間では、各調査年とも産卵床密度は低い。
- ・H24年では、下流区間Aの密度が他区間よりも高いものの、他年度よりは低い値であった。
- ・H25年では、H18年と似通った密度分布を示したが、A区間は第1回ではH24年並に低く、第2回で過去最大値を示した。

横山2010の区間(距離はH24の距離)

A: 当時の目視地点～第1堰堤(250m)

B: 第1堰堤～第3堰堤(350m)

C: 第3堰堤～峡谷(2300m)

D: 峡谷～ポンルシャ川合流点(3000m)

注1) H18～20は複数回調査し、最終日の産卵床数を採用(日付はH24の第1～2回に相当)

6.3 分析結果のまとめ

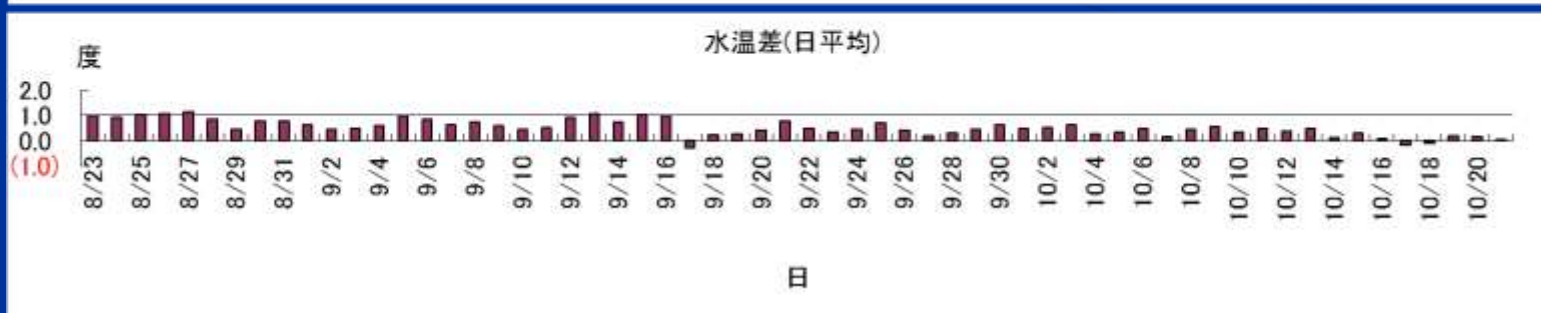
項目	分析結果概要	課題等
遡上数の推定 (目視観察)	<ul style="list-style-type: none"> ・H25年の遡上数推定誤差は11～18%。 ・推定遡上数は、ルシャ川本川で58,236個体、派川で16,275個体、テッパンベツ川で43,332個体となった。 ・不漁年(H24年)と比して、豊漁年(H25年)では、遡上数が両河川とも増加。特にルシャ川派川とテッパンベツ川で顕著。 ・遡上盛期はH24・25とも9月下旬を境に2期に大別され、前半の盛期は比較的長期、後半の盛期は単尖頭型であった。 	<ul style="list-style-type: none"> →推定値は妥当と考えられる。 →次年度以降もデータ蓄積。 →次年度以降もデータ蓄積。 →次年度以降もデータ蓄積。
遡上数の推定 (DIDSON)	<ul style="list-style-type: none"> ・自動カウントによる推定遡上数は、目視観察とは±200～250個体程度の差異がみられた。 ・ただし、遡上の日周変化は概ね相対的に捉えられていると考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> →測定箇所に産卵行動中等の滞留個体が多く、正確な計測が行う上でのノイズとなっている可能性がある。 →遡上数推定に昼夜比を反映させるには、上記の課題を考慮し、更にデータ蓄積の上、行うことが望ましい。
産卵床数・密度の経年比較 ※ルシャ川のみ	<ul style="list-style-type: none"> ・H25年はH18年とほぼ同様の値を示した。 ・ただし、過去の豊漁年であるH19年と比較して、推定遡上数に対して、産卵床数は少なかった。 ・堰堤下流域が産卵場として大きく寄与。 ・派川での産卵も本年度は多かった。 	<ul style="list-style-type: none"> →次年度以降もデータ蓄積。 →次年度以降もデータ蓄積。 →次年度以降もデータ蓄積。 →次年度以降もデータ蓄積。

7. モニタリングの課題整理

項目	課題等	今後の提案
<p>現地調査 ・遡上調査</p> <p>・産卵床調査</p>	<p>・現在の定点では、滞留個体が多く、遡上個体の確認のノイズとなる(特にDIDSON計測時)。</p> <p>・データの蓄積により、遡上数推定に使用する昼夜比データの蓄積。</p> <p>・データの蓄積、過年度との比較。</p>	<p>→①観測位置の再検討 (滞留個体の少ない箇所での実施が望ましいが、安全に調査を行える適地が無い可能性が高い。)</p> <p>→②DIDSON実施時期・回数の検討 (遡上期の初期、中期・後期等、滞留個体ノイズが異なる時期のデータ比較)</p> <p>→①不漁年でのDIDSON計測の実施。 →②他河川でのDIDSON計測の実施。 (テッパンベツ川での実施)</p> <p>→本調査結果を踏まえ、産卵盛期に合わせた調査日設定。</p>
<p>調査に対するヒグマの影響分析</p>	<p>・H25年度は、ヒグマによる調査の中断等がほとんどなかった。</p>	<p>→より安全な調査のためのヒグマ対策方法の確立。</p>

<参考資料>

参考資料 水温観測(目視観察定点)



各河川の目視観察定点における水温観測結果(データローガー)

※上:各河川の日平均水温 下:テツパンベツ川とルシャ川の水温差

参考資料 遡上数調査(目視観察)

ルシャ川本川



テッパンベツ川



ルシャ川派川



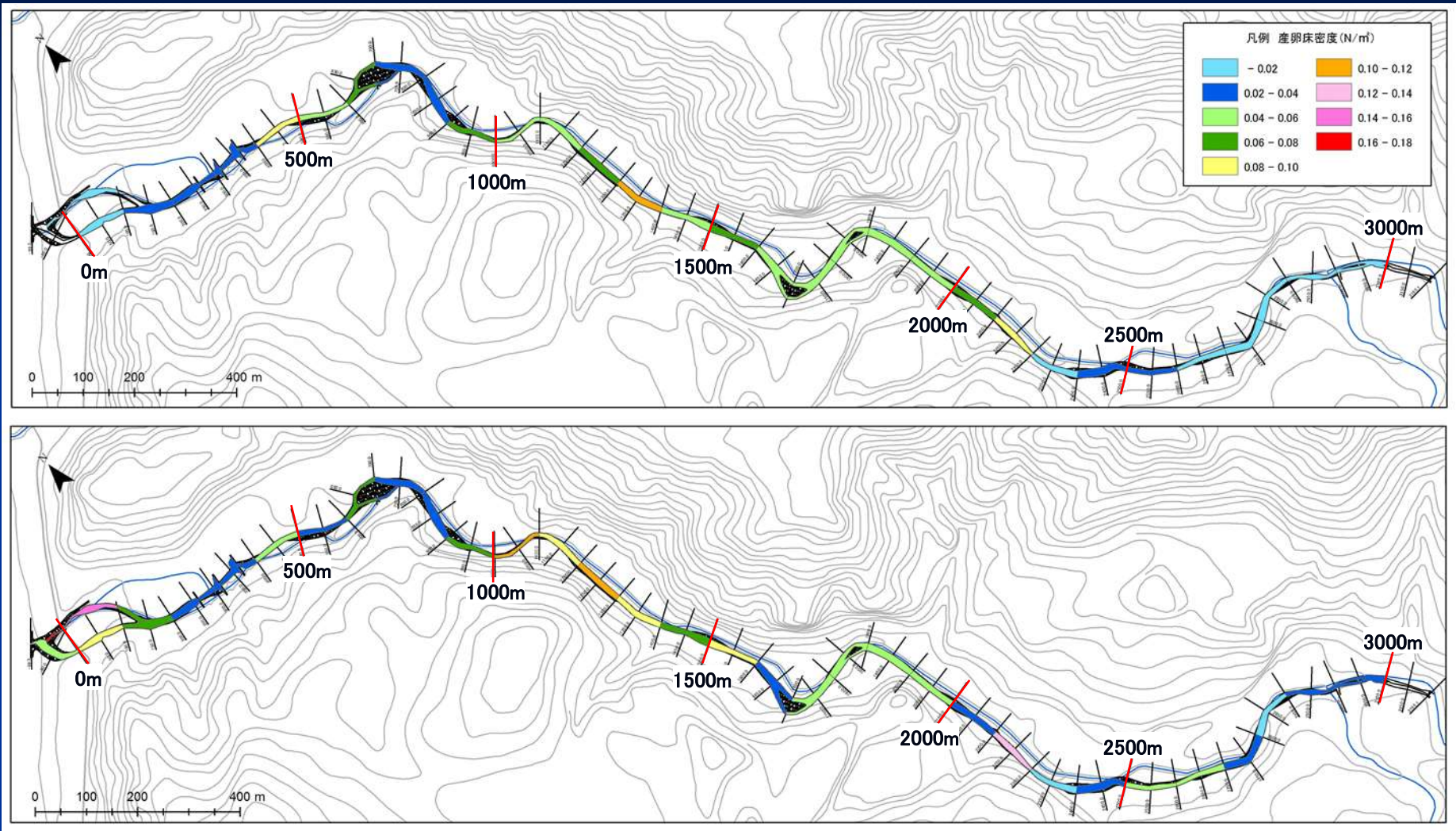
H25年 目視観察による遡上・降下個体数および差分(遡上数)
 ※それぞれ、目視によりカウントされた8・10・12・14・16時台各20分間(合計100分間)の個体数

参考資料 遡上数調査(DIDSON自動計測)

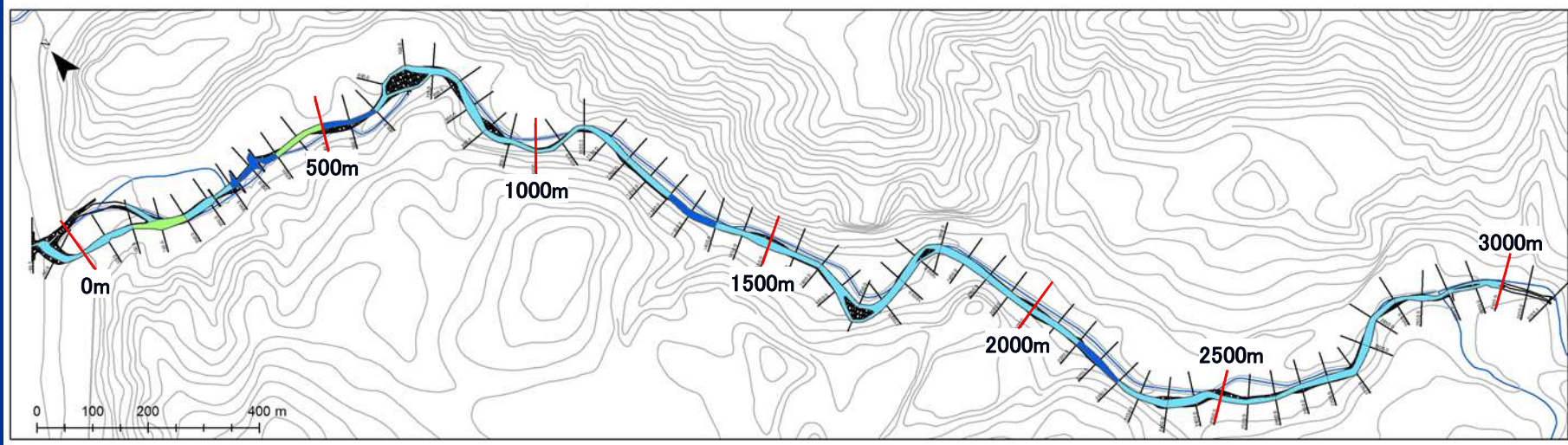
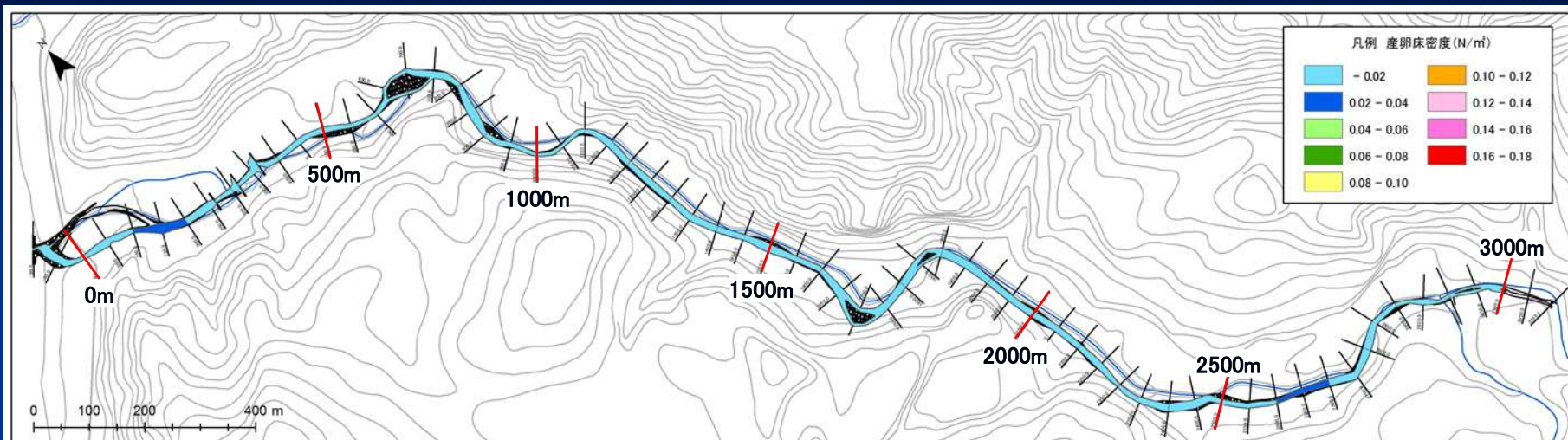


H25年 ルシャ川におけるDIDSON自動計測による遡上・降下個体数および差分(遡上数)

参考資料 産卵床分布(ルシャ川)

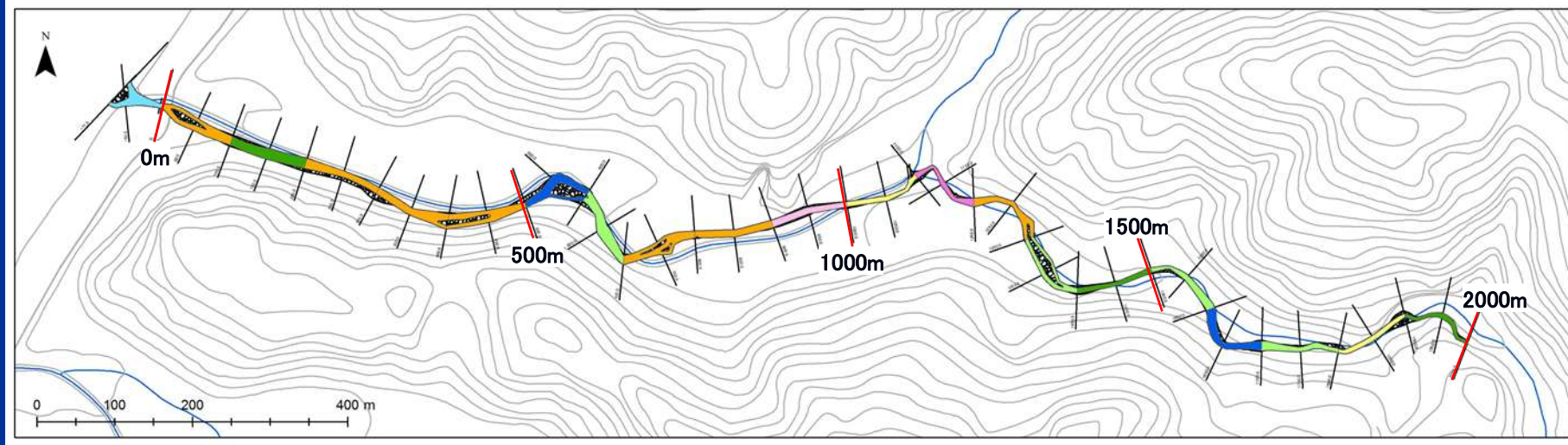
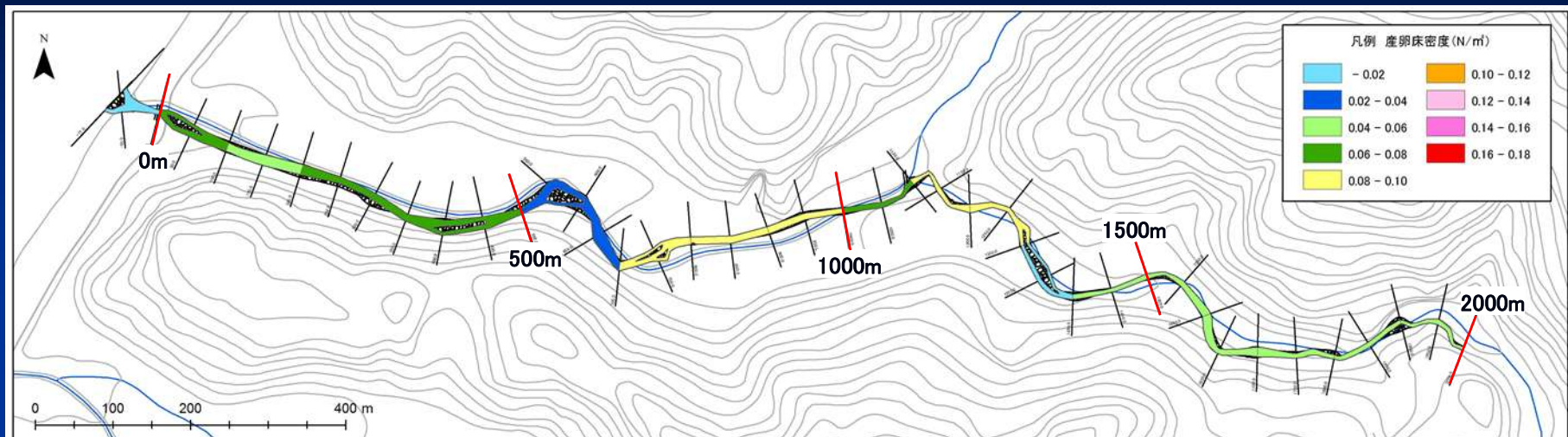


H25年 ルシャ川における産卵床密度の縦断分布

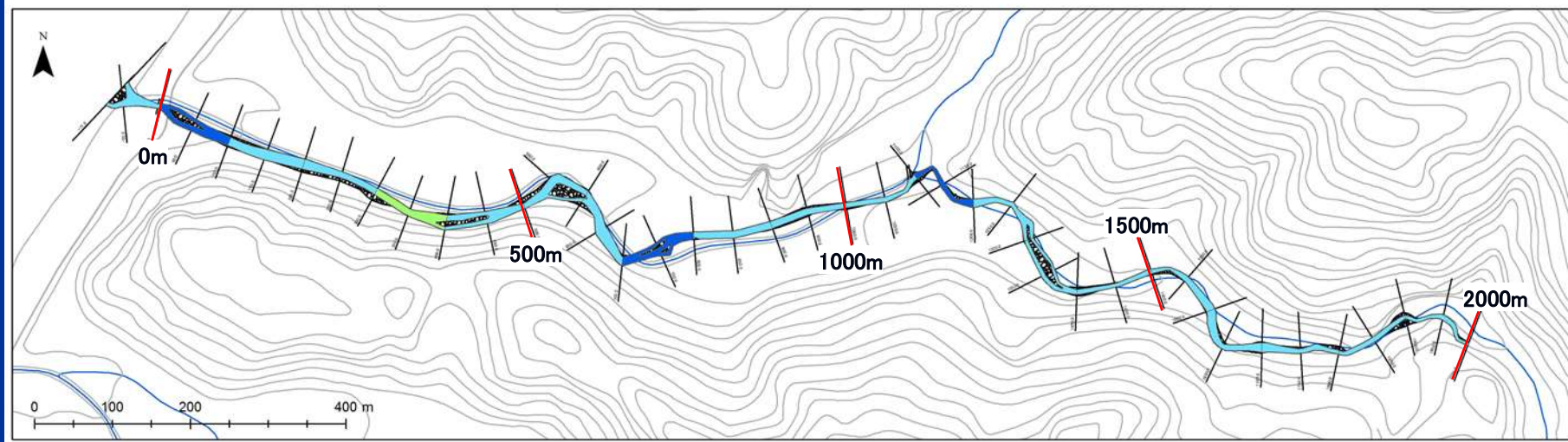
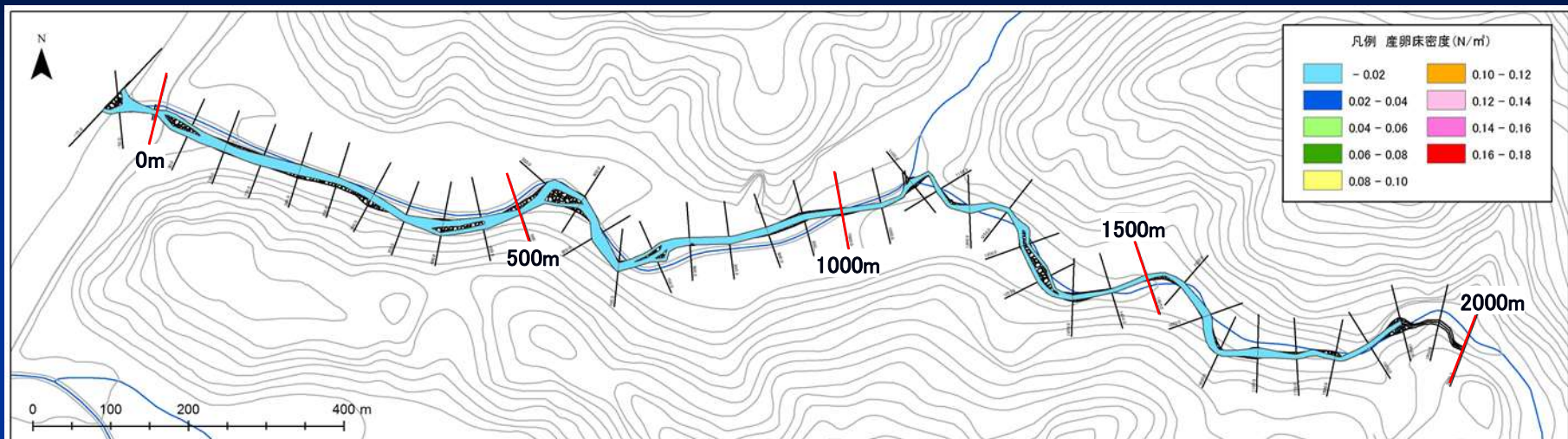


<参考> H24年 ルシャ川における産卵床密度の縦断分布

参考資料 産卵床分布(テツパンベツ川)



H25年 テツパンベツ川における産卵床密度の縦断分布



〈参考〉 H24年 テッパンベツ川における産卵床密度の縦断分布