

6. 考察

6.1. サケ科魚類の遡上・産卵状況について

1) カラフトマスの遡上・産卵と改良効果

カラフトマス親魚は図 6.1 に示すとおり、8月12日から10月29日まで1,675尾が確認された。捕獲場からの再放流は、9月13日(816尾)、9月23日(888尾)、10月4日(62尾)の3回行われており、計1,766尾が再放流でイワウベツ川に遡上した。また、捕獲場えん堤の水面落差を縮小したことで増水時に遡上した親魚もいると思われる、8月23日にカウントされた親魚は増水時に捕獲場えん堤を遡上したものと考えられる。最も多くの親魚が確認されたのは9月24日で696尾がカウントされている。

カラフトマス産卵床は9月3日～10月18日まで確認された。10月5日に721床(新707床、古14床)がカウントされたのがピークである。

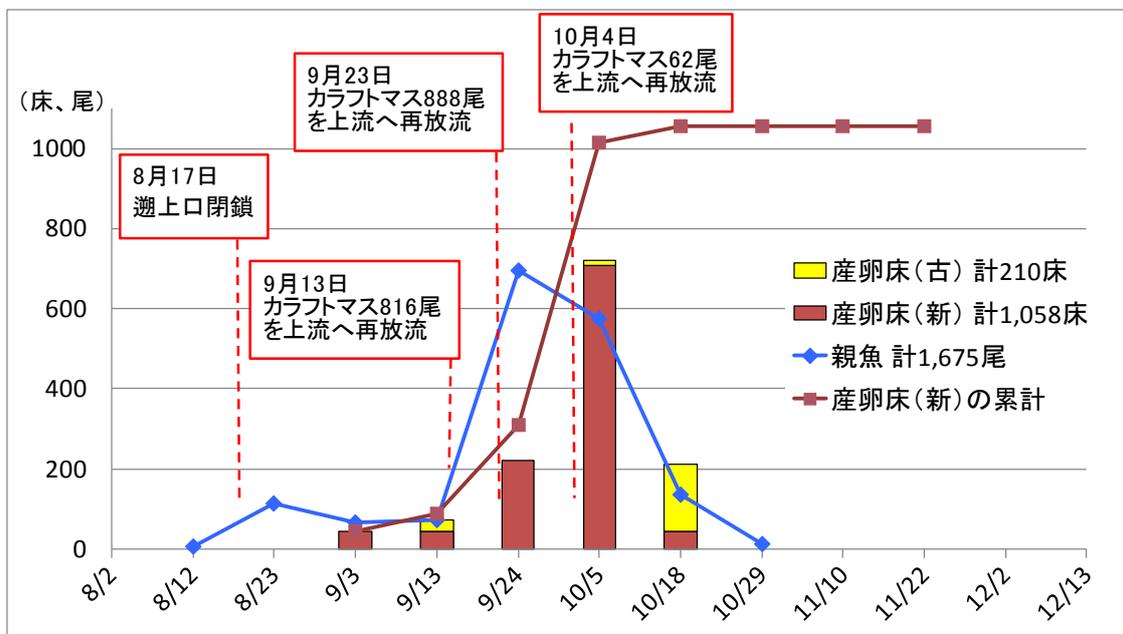


図 6.1 H25 (2013) 年調査回毎のカラフトマス確認状況

区間別の確認数は図 6.2 のとおりである。親魚はイワウベツ川本流の区間イ 01～02 (捕獲場えん堤の直ぐ上) で特に多く確認された。イ 01～02 を除くと、イ 06、イ 08 (岩尾別橋)、イ 11 (赤イ川合流点)、イ 15、イ 21 で多かった。最上流到達点はイ 28 となった。赤イ川では、白イ川合流点まではほぼ全域で親魚が確認された。また、産卵床はイワウベツ川の区間イ 01～イ 02 (捕獲場堰堤の直ぐ上)、イ 06、イ 08 (岩尾別橋)、イ 11 (赤イ川合流点)、イ 13、イ 15 で多く、それよりやや上流に離れてイ 21 で多かった。最上流の産卵箇所はイ 28 であった。赤イ川では改良ダム間で産卵床が確認され、赤イ川最上流の改良ダムから白イ川合流点直下まで多くの産卵床が確認された。また白イ川に入って直ぐの箇所にも産卵床が3床確認された。

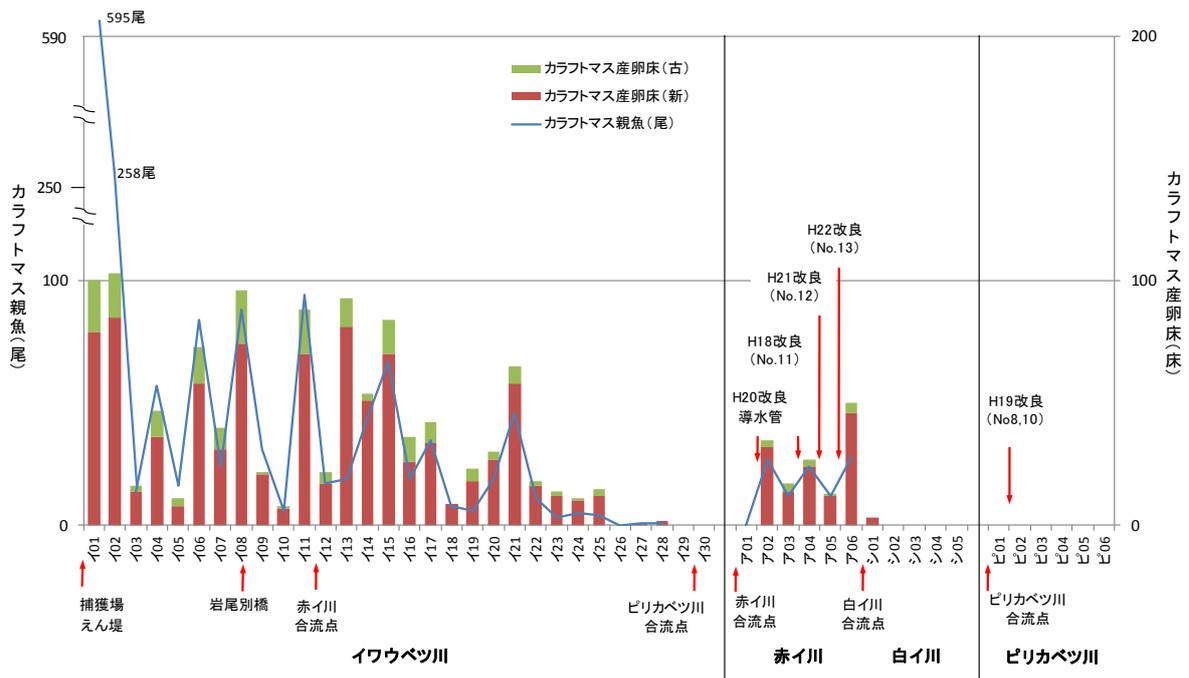


図 6.2 カラフトマス親魚と産卵床の区間別総確認数の比較

なお、赤イ川において、カラフトマス産卵床の確認数が最も多かった10月5日の産卵床密度は表 6.1 のとおりである。

表 6.1 赤イ川のカラフトマス産卵床密度（10月5日）

区間	区間延長 (m)	平均幅 (m)	面積 (m ²)	産卵床数 (新+古)	産卵床密度 (個/m ²)
ア 02	74	8.4	622	14	0.023
ア 03	80	8.1	648	7	0.011
ア 04	58	8.8	510	10	0.020
ア 05	143	7.8	1,115	8	0.007
ア 06	188	7.8	1,466	24	0.016

カラフトマス親魚の区間別親魚数・産卵床、死骸の経年比較を表 6.2 に示す。本年度の親魚総確認数は1,675尾であり、カラフトマスの豊漁年を反映してH21（2009）年の1,741尾に次ぐ多さであった。

イワウベツ川におけるサケ科魚類の遡上数は、下流の岩尾別捕獲場での捕獲状況に左右されるため、直接的な遡上・産卵数の経年比較は難しいが、赤イ川のNo.13鋼製えん堤上流側については、H22（2010）年度調査までの確認数が親魚0尾（産卵床0床）であったのに対し、改良工事後となるH23（2011）年では親魚210尾（産卵床68床）、H24（2012）年では親魚5尾（産卵床23床）、H25（2013年）では親魚28尾（産卵床50床）が確認されたことから、改良工事による効果が持続的に現れていると判断できる。

表 6.2 カラフトマス親魚の区間別遡上数経年比較

イワウベツ川	区間名	カラフトマス親魚					カラフトマス産卵床						
		H20年	H21年	H22年	H23年	H24年	H25年	H20年	H21年	H22年	H23年	H24年	H25年
治山ダム ピリカベツ川合流点	イ30				2								
	イ29			3						1			
	イ28				2		1		1				2
	イ27				7		1		7				1
	イ26				9				3				
	イ25		6	5	17		4		5	2			15
	イ24		11		20		5		11		3		11
	イ23		26	1	22		3		19	1			14
	イ22		28	6	44		11	3	21	7	22		18
	イ21		5	19	49		46			13	19		65
	イ20		2	21	193		19		1	22	60		30
	イ19	7	10	3	11		6		6	1	2		23
	イ18		5	5	33		8	1	6	4	15		9
	イ17	14	54	40	145		35		31	10	30		42
	イ16	18	18	44	50		19	6	19	31	15		36
	イ15		45	36	30	7	67		27	13	16	21	84
	イ14	3	50	52	91	35	44	1	18	25	21	13	54
	イ13		61	55	78	13	19		28	21	16	65	93
	イ12		25	8	15	12	17		11	2		14	22
赤イ川合流点	イ11	50	147	88	71	179	94	24	42	22		58	88
	イ10	25	55	9	37	10	6	3	14	4	3	18	8
	イ09	46	143	79	157	30	31	10	67	32	20	67	22
岩尾別橋	イ08	20	55	49	117	55	88	7	14	9	15	60	96
	イ07	22	166	46	108	7	24		18	6		2	40
	イ06	40	151	52	486	43	84	20	8	16	7	17	73
	イ05	8	140	45	81	5	16		17	2	2		11
	イ04	63	205	102	363	16	57	28	21	25	13	9	47
	イ03	4	33	211	266	2	14		4	7	11		16
	イ02	8	177	51	118	27	258		41	8	15	37	103
	イ01	2	52	110	101	18	595	1	10	28	12	31	100
捕獲用堰堤 合計		330	1,670	1,140	2,723	459	1,572	104	470	312	317	412	1,123

赤イ川	区間名	カラフトマス親魚					カラフトマス産卵床							
		H20年	H21年	H22年	H23年	H24年	H25年	H20年	H21年	H22年	H23年	H24年	H25年	
白イ川合流点	ア06				207	5	28					67	23	50
	H22改良(No.13)													
H21改良(No.12)	ア05			54	141	4	12			15	31	9	13	
H18改良(No.11)	ア04	13	31	9	16	4	24	4	10	6	9	5	27	
	ア03	2	20	5	27	2	12	1	5	2	5	7	17	
H20改良導水管	ア02	6	18	7	29	13	27	4	8	4	9	25	35	
ワウベツ川合流点	ア01	8	2	1	11									
合計		29	71	76	431	28	103	9	23	27	121	69	142	

白イ川	区間名	カラフトマス親魚					カラフトマス産卵床						
		H20年	H21年	H22年	H23年	H24年	H25年	H20年	H21年	H22年	H23年	H24年	H25年
赤イ川合流点	シ05												
	シ04												
	シ03												
	シ02												
	シ01				3						1		3
合計				3						1		3	

ピリカベツ川	区間名	カラフトマス親魚					カラフトマス産卵床						
		H20年	H21年	H22年	H23年	H24年	H25年	H20年	H21年	H22年	H23年	H24年	H25年
H19改良 ワウベツ川合流点	ピ06												
	ピ05												
	ピ04												
	ピ03												
	ピ02				3						1		
合計				3						1			

全区間	区間名	カラフトマス親魚					カラフトマス産卵床						
		H20年	H21年	H22年	H23年	H24年	H25年	H20年	H21年	H22年	H23年	H24年	H25年
合計		359	1,741	1,216	3,160	487	1,675	113	493	339	440	481	1,268

カラフトマス産卵床の区間別確認頻度の経年比較を図 6.3 に示す。区間イ 01～02 (捕獲場えん堤の直ぐ上)、イ 8 (岩尾別橋)、イ 11 (赤イ川合流点)、イ 13 等のいくつかのピークは見られるものの、過年度と比較して確認頻度のバラツキが少ない。イワウベツ川本流での最上流の産卵地点はイ 28 であった。H24 (2012) 年はイ 15 までが産卵床の上限で、昨年比べて到達距離がかなり長くなっている。

また、カラフトマス産卵床の流域別確認頻度の経年比較を図 6.4 に示す。H23 (2011) 年度と比較して、本年度はイワウベツ川における確認頻度が増加している。

これらの現象は、本年はカラフトマスの遡上数が多く、相対的に 1 個体当りの利用面積が小さくなり、上流に産卵場を求めて分散したことが理由と推察できる。

頻度(%)

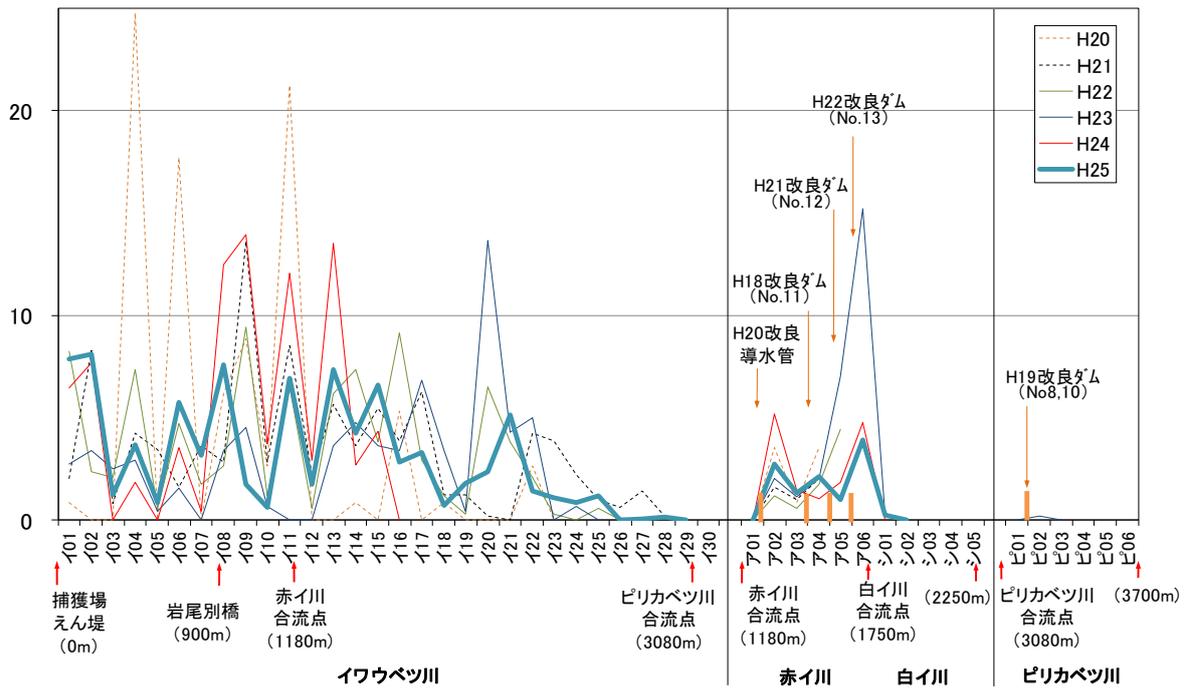


図 6.3 カラフトマス産卵床の区間別確認頻度経年比較

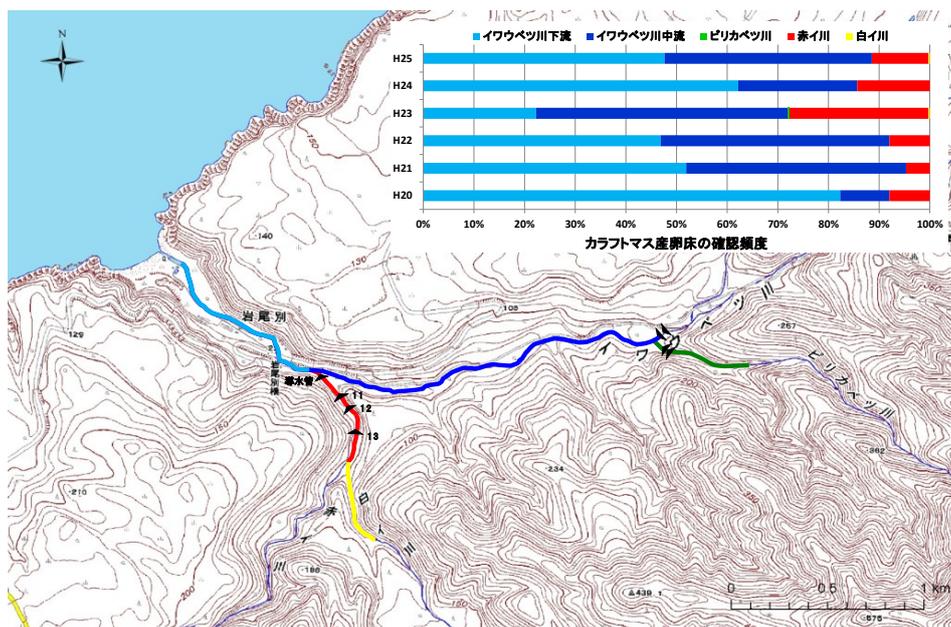


図 6.4 カラフトマス産卵床の流域別確認頻度経年比較

【区間:イ 11】	【区間:イ 13】
 <p data-bbox="220 589 544 613">第4回調査 カラフトマス産卵床</p>	 <p data-bbox="810 589 1134 613">第4回調査 カラフトマス産卵床</p>
【区間:イ 15】	【区間:イ 15】
 <p data-bbox="220 1043 544 1068">第4回調査 カラフトマス産卵床</p>	 <p data-bbox="810 1043 1134 1068">第4回調査 群れるカラフトマス</p>
【区間:イ 16】	【区間:イ 16】
 <p data-bbox="220 1498 671 1523">第4回調査 産卵行動中のカラフトマスのペア</p>	 <p data-bbox="810 1498 1241 1523">第4回調査 カラフトマス産卵床の多い区間</p>
【区間:イ 16】	【区間:ア 16】
 <p data-bbox="220 1953 501 1977">第4回調査 カラフトマス♂</p>	 <p data-bbox="810 1953 1198 1977">第4回調査 産卵行動中のカラフトマス</p>

写真 6.1 カラフトマス親魚・産卵床の状況 (1)

<p>【区間:イ 16】</p>  <p>第4回調査 カラフトマス産卵床消長調査箇所</p>	<p>【区間:イ 16】</p>  <p>第4回調査 カラフトマス産卵床消長調査箇所</p>
<p>【区間:イ 02】</p>  <p>第5回調査 取水堰下のカラフトマス産卵床</p>	<p>【区間:イ 01】</p>  <p>第5回調査 大量に群れるカラフトマス</p>
<p>【区間:イ 08】</p>  <p>第6回調査 カラフトマス産卵床</p>	<p>【区間:イ 16】</p>  <p>第6回調査 増水で変化した産卵床消長調査箇所</p>
<p>【区間:イ 01】</p>  <p>第7回調査 カラフトマス産卵床</p>	<p>【区間:イ 10】</p>  <p>第7回調査 カラフトマス♂</p>

写真 6.2 カラフトマス親魚・産卵床の状況 (2)

2) シロザケの遡上・産卵と改良効果

シロザケの親魚は図 6.5 に示すとおり、9月13日から12月13日まで692尾が確認された。捕獲場からの再放流は、9月13日(32尾)、9月23日(22尾)、10月4日(209尾)、10月29日(1,074尾)の4回行われており、計1,337尾が再放流でイワウベツ川に遡上した。また、11月15日に捕獲終了に伴い遡上口が解放されたので、その後シロザケは上流へ遡上可能な状態となっている。最も多くの親魚が確認されたのは10月29日で276尾がカウントされている。また最も多くの産卵床がカウントされたのも10月29日で188床(新184床、古4床)となった。10月29日カウントの産卵床は中流域にかけても多くあったことから、10月29日再放流親魚が短時間にそこまで遡上したとは考え難い。これは10月26日に中規模の増水があり、その際、捕獲場えん堤を遡上した親魚が多く有り、それが中流域に分散して産卵したものと推察される。11月22日以降は、親魚数、産卵床数も少なくなり、最終回の12月13日は親魚11尾が確認されたが産卵床は確認されなかった。

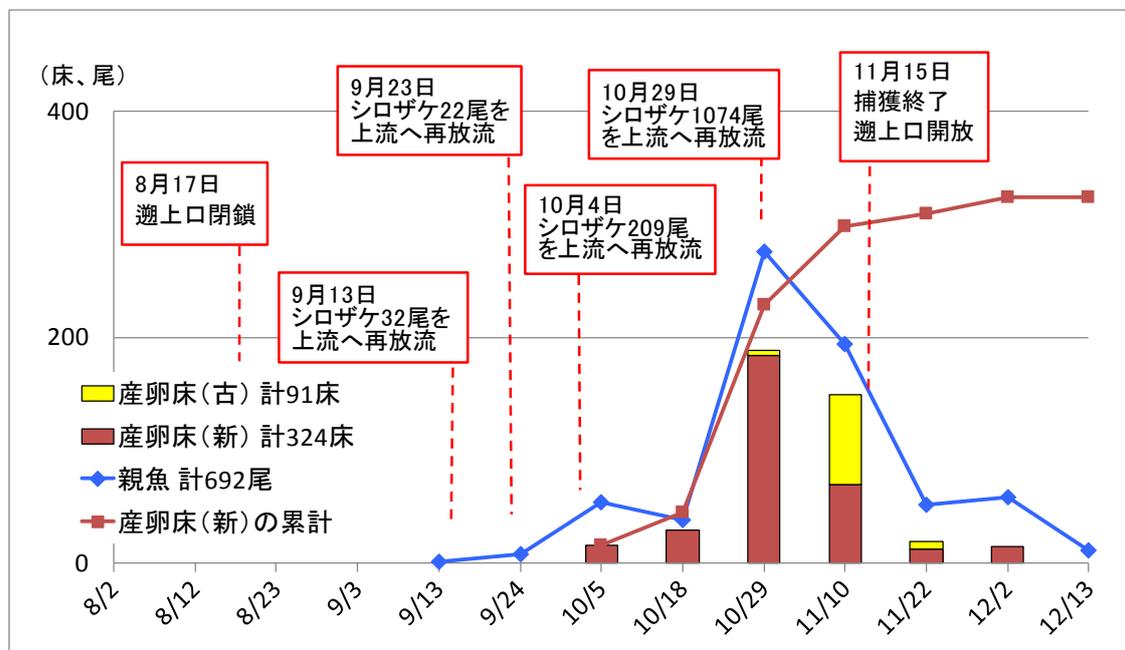


図 6.5 H24 (2012) 年調査回毎のシロザケ確認状況

区間別の確認数は図 6.6 のとおりである。イワウベツ川本流で親魚は、区間イ 02、イ 07、イ 11 (赤イ川合流点)、特に赤イ川合流点のイ 11 で多かった。上流では未改良の治山ダム直下のイ 30 まで親魚が遡上していた。赤イ川ではア 02 が最も親魚数が多かったが、最上流の改良ダムを越えて白イ川合流点直下まで遡上していた。ピリカベツ川では改良ダムを越えてピ 04 で1尾の親魚が確認された。イ 30 での親魚、産卵床の確認は10月29日だったが、これは10月26日の中規模の増水で適度な遡上環境が生じたためイ 30 まで遡上したと考えられる。同様にピリカベツ川に遡上したシロザケも10月26日の中規模の増水で遡上したと考えられる。

産卵床は、本流では区間イ 15 まで比較的多くあり、イ 11 (赤イ川合流点) が最も多かった。イ 16 より上流は産卵床が少なく分布し、最上流のイ 30 で8 (内、古2) 床が確認された。赤イ川では最上流の改良ダムから白イ川合流点直下までの区間で産卵床が確認された。ピリカベツ川でも改良ダムを越えてピ 04 で2床の産卵床が確認された。

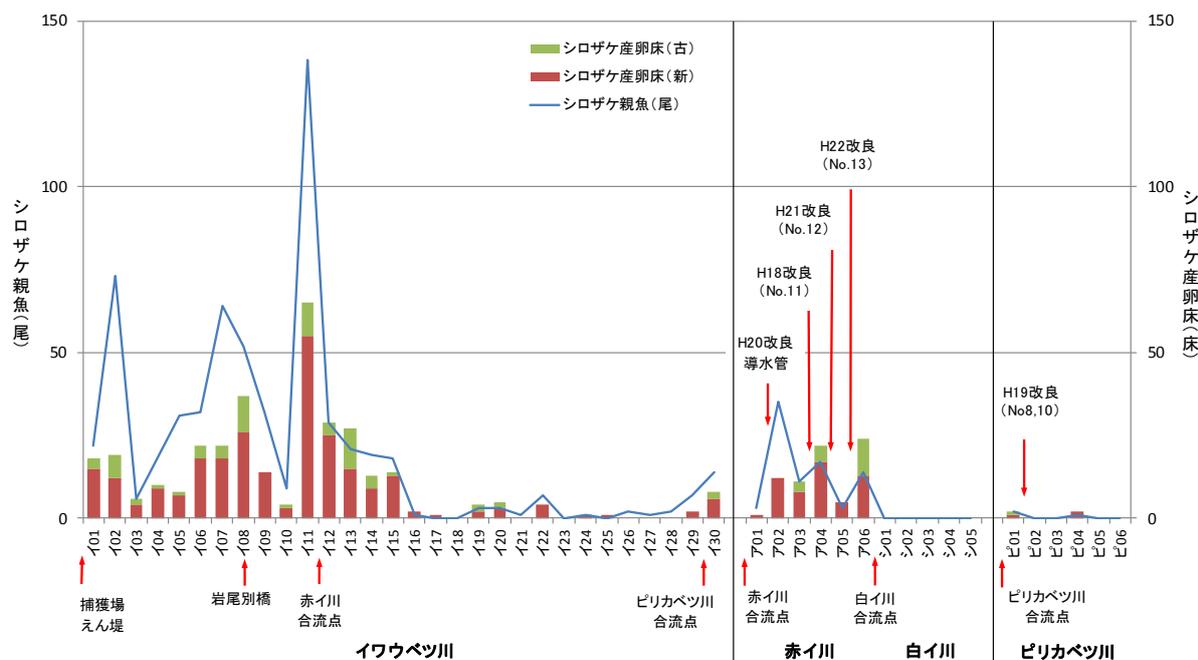


図 6.6 シロザケ親魚と産卵床の区間別総確認数の比較

なお、赤イ川において、シロザケ産卵床の確認数が最も多かった10月29日の産卵床密度は表 6.3 のとおりである。

表 6.3 赤イ川のシロザケ産卵床密度 (10月29日)

区間	区間延長 (m)	平均幅 (m)	面積 (m ²)	産卵床数 (新+古)	産卵床密度 (個/m ²)
ア 02	74	8.4	622	10	0.016
ア 03	80	8.1	648	5	0.008
ア 04	58	8.8	510	16	0.031
ア 05	143	7.8	1,115	0	0
ア 06	188	7.8	1,466	9	0.006

シロザケ親魚の区間別親魚数・産卵床の経年比較を表 6.4 に示す。本年度の親魚総確認数は692尾であり、H21 (2009) 年カウント数の692尾と同数で過去最高であった。

イワウベツ川におけるサケ科魚類の遡上数は、下流の岩尾別捕獲場での捕獲状況に左右されるため、直接的な遡上・産卵数の経年比較は困難であるが、赤イ川の No. 13 改良鋼製えん堤上流側については、H21 (2009) 年度調査までの確認数が親魚0尾 (産卵床0床) であったのに対し、改良工事後となる H22 (2010) 年では親魚2尾 (産卵床0床)、H23 (2011) 年では78尾 (産卵床21床)、H24 (2012) 年では22尾 (産卵床10床)、H25 (2013) 年では14尾 (産卵床24床) が確認されたことから、改良工事による効果が現れていると判断できる。

また、本年度はシロザケの親魚、産卵床がピリカベツ川の No. 8, 10 改良コンクリートえん堤の上流で初めて確認され、シロザケに対するダム改良効果が初めて確認された。さらに、イワウベツ川本流の魚止となっている最上流の治山ダム直下 (区間イ 30) でもシロザケの親魚、産卵床が確認された。

表 6.4 シロザケの区間別遡上数経年比較

イワウベツ川	区間名	シロザケ親魚					シロザケ産卵床						
		H20年	H21年	H22年	H23年	H24年	H25年	H20年	H21年	H22年	H23年	H24年	H25年
治山ダム ピカベツ川合流点	イ30						14						8
	イ29						7						2
	イ28						2						
	イ27						1						
	イ26						2						
	イ25												1
	イ24		3	1	3	1	1	1	1		1	3	1
	イ23		4	1		4		2				1	
	イ22		18	3	1	1	7		8	3		3	4
	イ21			1			1		7				
	イ20						3						5
	イ19		3	2	4	1	3		2				4
	イ18		3	4	9				1	1			
	イ17	2	1	2				4		3	1	1	1
	イ16		27	7	3		1	3	14	14			2
	イ15		17	1	1	2	18	3	10	2			14
	イ14		17	4	7	20	19	4	13	5		9	13
	イ13	1	16	15	18	31	21	5	10	5	7	38	27
	イ12	4	24	28	17	19	29	10	5	7	6	24	29
	赤イ川合流点	イ11	155	233	200	93	67	138	37	48	45	25	32
イ10		28	44	36	44	9	9	25	12	10	7	11	4
岩尾別橋	イ09	29	49	47	61	14	32	18	24	19	25	5	14
	イ08	22	37	28	34	16	52	14	14	5	13	8	37
	イ07	17	9	4	3	12	64	10	1			8	22
	イ06	21	4	2	3	9	32	13	1			4	22
	イ05	6		1	12		31	17					8
	イ04	13	1	2	19		18	17		1	9	2	10
	イ03	2	1	1	2	3	6	4				6	6
	イ02	1		8	9	30	73			1		19	19
捕獲用堰堤	イ01	2	3	2	6	7	22	5	2	4	7	15	18
合計		303	514	400	349	246	606	193	173	124	101	189	336

赤イ川	区間名	シロザケ親魚					シロザケ産卵床						
		H20年	H21年	H22年	H23年	H24年	H25年	H20年	H21年	H22年	H23年	H24年	H25年
白イ川合流点 H22改良(No.13) H21改良(No.12) H18改良(No.11)	ア06			2	78	22	14				21	10	24
	ア05		19	39	26	3	3		5	4	5		5
	ア04	18	56	33	12	3	17	8	16	9		4	22
	ア03	10	55	12	12	2	11	5	6	2		4	11
	ア02	18	42	8	10	9	35	8	10	2		6	12
	ア01	6	6	5	8		3			1			1
H20改良導水管 イワベツ川合流点													
合計		52	178	99	146	39	83	21	37	18	26	24	75

白イ川	区間名	シロザケ親魚					シロザケ産卵床						
		H20年	H21年	H22年	H23年	H24年	H25年	H20年	H21年	H22年	H23年	H24年	H25年
赤イ川合流点	シ05												
	シ04												
	シ03												
	シ02												
	シ01					4							
合計					4								

ピリカベツ川	区間名	シロザケ親魚					シロザケ産卵床						
		H20年	H21年	H22年	H23年	H24年	H25年	H20年	H21年	H22年	H23年	H24年	H25年
H19改良 イワベツ川合流点	ピ06												
	ピ05												
	ピ04						1						2
	ピ03												
	ピ02												
合計						2							2
合計						3							4

全区間	区間名	シロザケ親魚					シロザケ産卵床						
		H20年	H21年	H22年	H23年	H24年	H25年	H20年	H21年	H22年	H23年	H24年	H25年
合計	総計	355	692	499	495	289	692	214	210	142	127	213	415

シロザケ産卵床の区間別確認頻度の経年比較を図 6.7 に示す。区間イ 11 (赤イ川との合流点) での確認頻度が高いのは毎年同じ傾向だが、過年度と比較すると、全体的に確認頻度のバラツキが少ない傾向がある。イワウベツ川本流では、本年度はイ 24 までが産卵床の上限で、過年度と同じ到達区域となった。イ 11 (赤イ川との合流点) は経年的に産卵床が多いことから、シロザケが産卵時に好む湧水環境があると推察できる。

また、シロザケ産卵床の流域別確認頻度の経年比較を図 6.8 に示す。H23 (2011) 年度と比較して、本年度は赤イ川の確認頻度が若干増加していること、ピリカベツ川で産卵床が確認されたことが特徴である。

頻度(%)

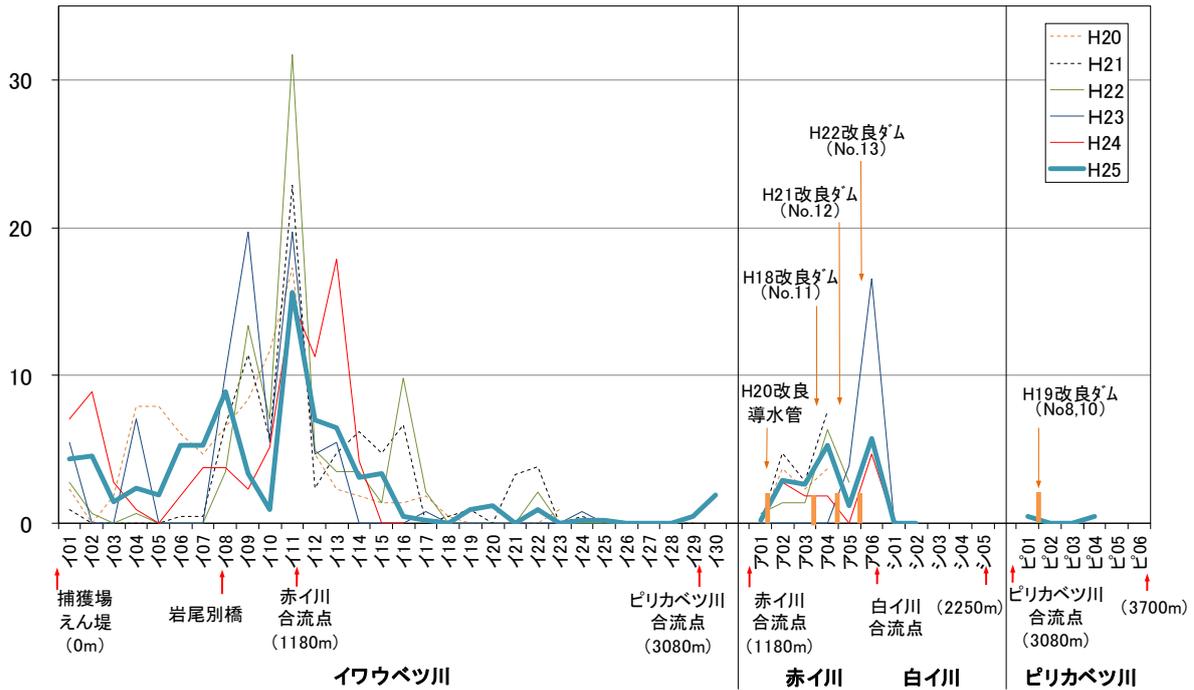


図 6.7 シロザケ産卵床の区間別確認頻度経年比較

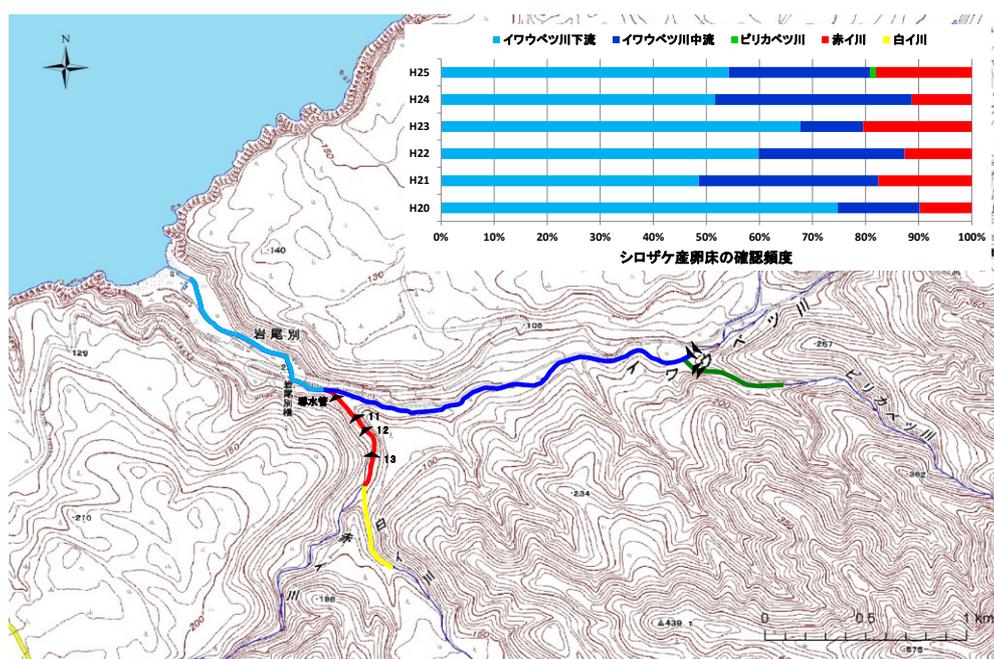


図 6.8 シロザケ産卵床の流域別確認頻度経年比較

【区間:イ 12】	【区間:ア 06】
	
第7回調査 産卵床行動中のシロザケ	第8回調査 産卵行動中のシロザケ
【区間:イ 01】	【区間:イ 03】
	
第9回調査 産卵行動中のシロザケ	第8回調査 産卵行動中のシロザケ
【区間:イ 11】	【区間:イ 11】
	
第9回調査 産卵行動中のシロザケ	第9回調査 シロザケ産卵床消長調査区間
【区間:イ 11】	【区間:イ 11】
	
第9回調査 シロザケ産卵床消長調査区間	第9回調査 シロザケ産卵床消長調査区間

写真 6.3 シロザケ親魚・産卵床の状況 (1)

<p>【区間:イ 28】</p>	<p>【区間:イ 29】</p>
	
<p>第9回調査 産卵行動中のシロザケ</p>	<p>第9回調査 シロザケ産卵床</p>
<p>【区間:イ 30】</p>	<p>【区間:ピ 01】</p>
	
<p>第9回調査 産卵行動中のシロザケ</p>	<p>第9回調査 産卵行動中のシロザケ</p>
<p>【区間:ピ 04】</p>	<p>【区間:イ 08】</p>
	
<p>第10回調査 シロザケ♀</p>	<p>第11回調査 シロザケ産卵床</p>
<p>【区間:イ 11】</p>	<p>【区間:イ 08】</p>
	
<p>第11回調査 シロザケ</p>	<p>第9回調査 シロザケ産卵床</p>

写真 6.4 シロザケ親魚・産卵床の状況 (2)

3) サクラマス発眼卵放流と遡上状況

サクラマス親魚はイワウベツ川の区間イ02、イ17、白イ川のシ01で確認された。産卵床はイワウベツ川のイ27、イ28、白イ川のシ04、シ05、ピリカベツ川のピ04、ピ06で確認された。サクラマスはイワウベツ川の中～上流域で産卵を行っている。

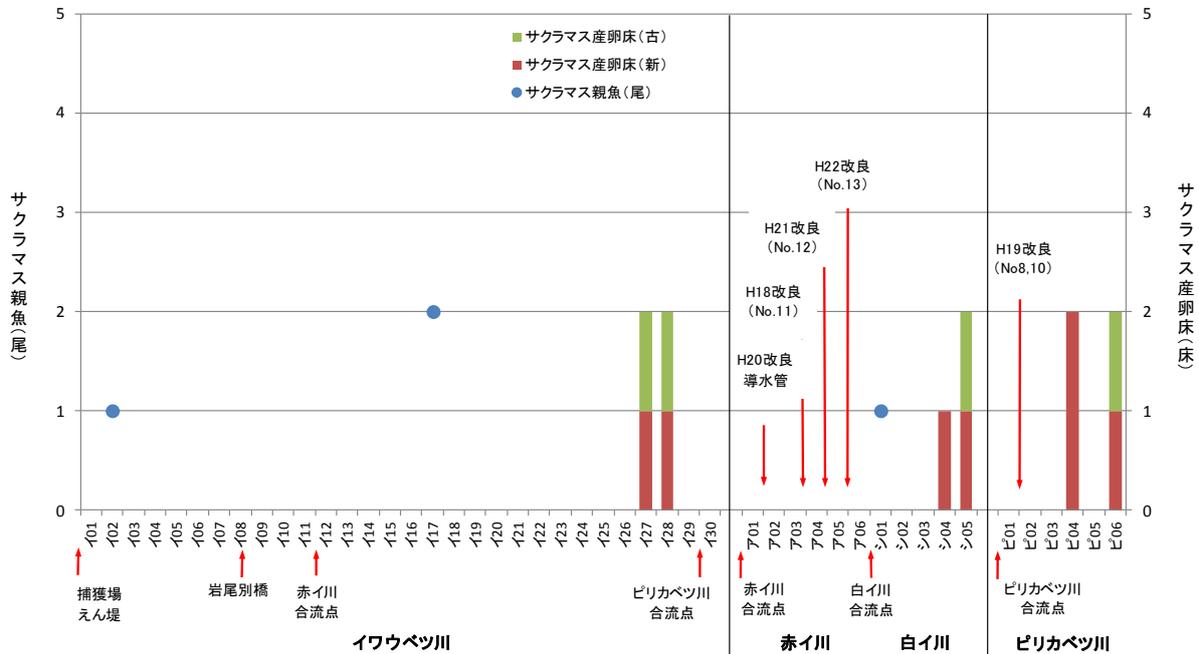


図 6.9 サクラマス親魚と産卵床の区間別総確認数の比較

イワウベツ川におけるサクラマス発眼卵の放流は H11 (1999) 年から H13 (2001) 年に行われたのち一時中断し、その後再開され、H20 (2008) 年から H24 (2012) 年まで行われている。

サクラマスの本年度の確認状況は、知床財団の調査データと合算すると親魚 5 尾、産卵床 9 床であった。サクラマス発眼卵放流は H20 (2008) 年から毎年行われており、放流数と確認数の関係を表すと表 6.5 に示すとおりとなる。

サクラマスの確認調査は、H13 年からは知床財団、H20 (2008) 年から受託者がそれぞれ個別に行っており、調査範囲、回数、調査方法に差異があり一元的に比較できるものではないが、表 6.5 の数値から以下の考察を行なった。

放流第 1 期 (H11 (1999) 年から H13 (2001) 年 (当時、赤イ川とピリカベツ川のダム改良は未実施) の結果として、H13 (2001) 年から H16 (2004) 年は親魚数、産卵床数は、H14 (2002) 年は 0 であったものの、それぞれ 5~7 尾、2~17 床確認されている。しかし、放流一時中止後は、H17 (2005) 年から H22 (2010) 年まで親魚数、産卵床数はそれぞれ 0~3 尾、1~2 床と減少している。これは放流回帰の次世代の個体が減少したということで、自然産卵に任せたままでは資源量が減少したことを示唆している。

放流第 2 期 (H20 (2008) 年から H24 (2012) 年) の結果として確認数は再度上昇し、H23 (2011) 年、H24 (2012) 年、H25 (2013) 年の親魚数、産卵床数はそれぞれ 4~10 尾、1~9 床となった。放流第 1 期と第 2 期の違いは、No.8, 10 ダム改良 (H19 (2007) 年)、導水管と No.10~13 ダム改良 (H22 (2010) 年完了) によりピリカベツ川、赤イ川、白イ川に遡上産卵環境が拡大したことで

ある。H24（2012）年まで発眼卵の放流を継続しているのので、H27（2015）年までサクラマス確認数は近年の水準を維持するものと想定される。しかし発眼卵放流の目的は、ダム改良による遡上産卵環境が拡大した条件を上手く利用し、放流を中止してもサクラマス資源が自然産卵で循環的に維持されることであり、ダム改良がどのような効果を発揮したのかは、放流回帰の次世代の個体増減を含めた結果となる H26（2014）年以降の調査結果で評価されると考えられる。

表 6.5 サクラマスの放流数と確認状況

年	放流稚魚数（尾） 放流発眼卵（粒）	放流発眼卵に 対する親魚換 算数	放流個体の回 帰遡上予定年	サクラマス確認数		調査者
				親魚数	産卵床数	
H11（1999）年	50,000尾（春） 30,000粒	20尾	H13（2001）年 H14（2002）年			
H12（2000）年	70,000粒	46尾	H15（2003）年			
H13（2001）年	50,000粒	33尾	H16（2004）年	5	2	知床財団
H14（2002）年	0			0	0	知床財団
H15（2003）年	0			7	9	知床財団
H16（2004）年	0			6	17	知床財団
H17（2005）年	0			1	0	知床財団
H18（2006）年	0			2	0	知床財団
H19（2007）年	0			2	1	知床財団
H20（2008）年	150,000粒	100尾	H23（2011）年	0	0	知床財団 受託者
H21（2009）年	200,000粒	133尾	H24（2012）年	0	1（1）	知床財団 受託者
H22（2010）年	100,000粒	66尾	H25（2013）年	3（2）	2（2）	知床財団 受託者
H23（2011）年	200,000粒	133尾	H26（2014）年	7	1	知床財団 受託者
H24（2012）年	50,000粒	33尾	H27（2015）年	10（8）	6（6）	知床財団 受託者
H25（2013）年	0			5（4）	9（7）	知床財団 受託者

注）親魚♀1尾当り 1,500粒を産卵するものと仮定して換算

サクラマス確認数の裸数は総数、（内数）は受託者確認数

<p>【区間:シ 03】</p>	<p>【区間:イ 30】</p>
 <p>第1回調査 群れているヤマメ</p>	 <p>第1回調査 群れているヤマメ</p>
<p>【区間:シ 05】</p>	<p>【区間:イ 27】</p>
 <p>第4回調査 サクラマス産卵床</p>	 <p>第4回調査 サクラマス産卵床</p>
<p>【区間:イ 28】</p>	<p>【区間:ビ 06】</p>
 <p>第4回調査 サクラマス産卵床</p>	 <p>第4回調査 サクラマス産卵床</p>
<p>【区間:ビ 01】</p>	<p>【区間:ビ 04】</p>
 <p>第4回調査 サクラマス♀死骸</p>	 <p>第5回調査 サクラマス♀死骸</p>

写真 6.5 サクラマス親魚・産卵床の状況

4) 産卵床消長について

区間イ 11、区間イ 16 で行ったマーキング（ピン打ち）による産卵床消長調査結果を表 6.6 に示す。現地を踏査した知見では、大規模な増水の後では、河床の攪乱（小砂利の移動等）により増水前に形成された産卵床はほとんど確認できない状況となるため、中～大の増水の発生日を表中に記載した。

表 6.6 産卵床消長調査結果

区間、対象	区分 月日	9/3	9/13	9/24	10/5	10/18	10/29	11/10	11/22	12/2	計
区間イ 16 対象： カラフトマス	新規産卵床 (a)	10	1		5						16
	次回に産卵床の形が残る (b)		9								9
	ダブルカウント率 (b/(a+b))		90%	0%		0%					36%
区間イ 11 対象：シロザケ	新規産卵床 (a)						12				12
	次回に産卵床の形が残る (b)							2			2
	次々回に産卵床の形が残る (c)								1		1
	ダブルカウント率 (b/(a+b))							100%			14%
	トリプルカウント率 (c/(a+b+c))								100%		7%
区間イ 16+	ダブルカウント率 (b/(a+b))		90%	0%		0%		100%			28%
イ 11 の計	トリプルカウント率 (c/(a+b+c))								100%		3%
(参考) 増水状況		↑大増水 (9/16)			↑中増水 (10/26)		↑中増水 (11/16)		↑大増水 (11/26)		

※ 裸数字は個数

マーキング（ピン打ち）により前回調査時に確認した産卵床の場所が特定できるため、次回に「その形が残っている産卵床」のカウントにはバイアスの存在が否めないが、結果を記載すると次のようになる。

区間イ 16 で行ったカラフトマス産卵床消長調査では、マーキングされたカラフトマス産卵床 16 床の内、調査次回時に産卵床としての形が認められたのは 9 床（ダブルカウント率：36%）であった。

区間イ 11 で行ったシロザケ産卵床消長調査では、マーキングされたカラフトマス産卵床 12 床の内、調査次回時に産卵床としての形が認められたのは 2 床（14%）で、さらに次々回調査時まで産卵床としての形が認められたのは 1 床（7%）であった。

カラフトマス、シロザケを合計すると、マーキングされた産卵床 28 床の内、調査次回時に産卵床としての形が認められたのは 11 床（28%）で、さらに次々回調査時まで産卵床としての形が認められたのは 1 床（3%）であった。

これら産卵床消長調査のダブルカウント率と、本年の全域調査（目視判断）による伊ワウベツ川全体での新・古のカウント数のダブルカウント率を比較すると表 6.7 のとおりとなる。

表 6.7 ダブルカウント率の比較

調査区分	区分	カラフトマス	シロザケ	カラフトマス +シロザケ
産卵床消長調査	ダブルカウント率	36%	14%	28%
全域調査 (現地調査データ)	産卵床（新）個数	1,058	324	1,382
	産卵床（古）個数	210	91	301
	産卵床（新+古）個数	1,268	415	1,683
	ダブルカウント率	12%	22%	18%

ダブルカウント率は全域調査（目視判断）ではカラフトマスが 17%、シロザケが 22%、全体で 18%と大きなバラツキが無いのに対して、産卵床消長調査ではカラフトマス 36%、シロザケ 14%、全体で 28%と大きなバラツキがある。

産卵床消長調査でのバラツキの要因は、①カラフトマスのダブルカウント率を押し上げている 9 月 13 日調査が前回調査より 10 日後に行われているが、これに対してシロザケのダブルカウント率を決定付ける 11 月 10 日調査が前回調査より 12 日後に行われており、2 日間の差があったこと、②産卵日と調査日（産卵床カウント日）には差があること（例えば調査日の 9 日前に産卵したものと、1 日前に産卵したものは、初回確認時には（新）となるが、次回調査時には古さの見え方が違う）、③カラフトマス産卵床消長調査を行った区間イ 16 は中流域で、下流の区間イ 11 に比べて流量が少なく全体的に水深が浅く、攪乱の無い平水状況が続いたため産卵床の形は保持されやすかったこと、等が考えられる。

産卵床消長調査のダブルカウント率のバラツキ、増水の影響等のため、全体へ反映するには困難があるが、試算値として、産卵床消長調査のダブルカウント率を用いて産卵床数の新のみを算出すると表 6.8 ようになる。シロザケ産卵床（新）の試算値は、現地調査データに近似するが、カラフトマスは差異が大きい結果となった。標本値から全体を精度良く類推するための手法の構築が今後の課題として残される。

表 6.8 産卵床消長調査のダブルカウント率を用いた産卵床数試算

調査区分	区分	カラフトマス	シロザケ	
産卵床消長調査	ダブルカウント率	36%	14%	
全域調査	現地調査データ	産卵床（新+古）個数	415	
		産卵床（新）個数	324	
		産卵床（古）個数	91	
	産卵床消長調査のダブルカウント率で試算した産卵床数	産卵床（新）個数	812	266
		産卵床（古）個数	456	58

6.2. 河床状況について

1) 河床状況経年変化

(1) イワウベツ川本流

H25（2013）年10月に実施した赤イ川縦断測量の各点における最低河床高の経年変化を表6.9に示した。

河口かわ600m辺りまでやや河床低下の傾向が見られるが大きなものではない。2710mで1.36mの河床高の上昇が見られるが部分的なもので、中流から上流にかけては、大きな河床高も変化は見られない。

表 6.9 最低河床高の経年変化（赤イ川）

測線名	河口からの距離(m)	最低河床高(m)		変動量(m)
		H24	H25	H24→H25
63	3128.6m	90.81	90.25	-0.56
62	3076.7m	88.14	88.71	0.57
61	3059.1m	87.98	87.69	-0.29
60	3022.9m	85.81	86.10	0.29
59	2972.3m	84.03	83.94	-0.09
58	2936.0m	82.29	82.26	-0.03
57	2914.1m	81.64	81.51	-0.13
56	2885.4m	80.70	80.94	0.24
55	2868.2m	79.03	80.07	1.04
54	2836.4m	77.12	77.28	0.16
53	2807.5m	76.09	76.24	0.15
52	2785.2m	75.66	75.78	0.12
51	2745.0m	74.07	74.63	0.56
50	2710.3m	70.64	72.00	1.36
49	2672.8m	68.55	69.48	0.93
48	2643.5m	67.39	67.83	0.44
47	2597.0m	66.17	66.54	0.37
46	2559.8m	65.34	64.94	-0.40
45	2544.8m	64.47	64.39	-0.08
44	2524.0m	63.24	63.64	0.40
43	2506.9m	62.65	62.81	0.16
42	2433.3m	60.31	60.43	0.12
41	2403.4m	59.96	59.44	-0.52
40	2385.4m	57.19	58.00	0.81
39	2345.7m	56.73	56.87	0.14
38	2297.3m	55.01	55.22	0.21
37	2249.9m	54.59	54.73	0.14
36	2229.8m	53.93	54.25	0.32
35	2164.1m	53.09	53.20	0.11
34	2114.3m	51.53	51.85	0.32
33	2064.0m	50.73	50.41	-0.32
32	2044.5m	49.71	49.99	0.28
31	2009.2m	48.08	48.67	0.59
30	1967.2m	46.59	47.42	0.83
29	1937.1m	45.87	46.21	0.34
28	1898.5m	45.26	45.46	0.20
27	1860.7m	43.97	44.53	0.56
26	1821.5m	42.98	43.36	0.38
25	1776.3m	41.85	41.88	0.03
24	1755.7m	41.24	41.37	0.13
23	1696.0m	40.14	39.79	-0.35
22	1652.0m	38.15	38.70	0.55
21	1495.9m	34.82	34.13	-0.69
20	1371.3m	31.86	31.49	-0.37
19	1313.9m	29.97	29.17	-0.80
18	1253.6m	28.14	27.75	-0.39
17	1175.3m	25.85	25.72	-0.13
16	1099.8m	23.80	23.85	0.05
15	1011.3m	22.23	22.12	-0.11
14	937.1m	20.59	20.88	0.29
13	861.6m	19.81	20.02	0.21
12	805.5m	17.82	17.56	-0.26
11	635.3m	13.03	13.49	0.46
10	608.6m	12.86	12.59	-0.27
9	512.9m	11.20	10.33	-0.87
8	414.7m	9.62	8.17	-1.45
7	336.8m	7.64	6.52	-1.12
6	273.4m	5.72	5.20	-0.52
5	226.0m	5.35	5.27	-0.08
4	192.1m	3.77	3.67	-0.10
3	120.4m	3.49	3.43	-0.06

注1) 変動量における赤数字は河床低下を表している。

(2)赤イ川

H25（2013）年 10 月に実施した赤イ川縦断測量の各点における最低河床高の経年変化を表 6.10 に示した。S120～S20 の区間（導水管～No.11 えん堤）は、H24（2012）年と比較して 0.1 m～0.49m低下しており、河床低下の傾向が見られる。SP60（No.12 鋼製えん堤の上流）では、H24（2012）年と比較して河床が 1.49m 低下したが、H23（2011）年から H24（2012）年にかけては 0.98m上昇していたことから、これは一時的な河床堆積物が流下したためと考えられる。DSP160、DSP188.32（白イ川合流点近く）では、H24（2012）年と比較して 0.31～0.47m低下している。

年変動で見ると±0.5m程度の河床高の変動は頻繁にあり、局所的には 1.5m程度の変動もあり、河床の礫の交換は頻繁に起きている。ダム改良後時点からの変動は、年変動の動きよりも小さいものになっている。

また、赤イ川合流点から下流のイワウベツ川本流では、H24（2012）年と比較すると河床高の大きな変化は起きていない。

表 6.10 最低河床高の経年変化（赤イ川）

測線名	合流点からの距離 (m)	最低河床高 (m)					変動量 (m)										
		H18 No.11 改良前	H19 No.11 改良後	H20 導水管 改良後	H21	H22	H23	H24	H25	H18→ H19	H19→ H20	H20→ H21	H21→ H22	H22→ H23	H23→ H24	H24→ H25	改良後 →H25
DSP188.32	576.4m						45.79	45.65	45.34						-0.14	-0.31	-0.45
DSP160	548.1m						45.71	45.79	45.32						0.08	-0.47	-0.39
DSP120	508.1m						45.14	44.26	44.59						-0.88	0.33	-0.55
DSP80	468.1m						44.14	43.83	43.95						-0.31	0.12	-0.19
DSP60	448.1m						43.56	43.77	43.66						0.21	-0.11	0.10
DSP40	428.1m						43.16	43.13	42.75						-0.03	-0.38	-0.41
DSP20	408.1m						41.93	41.70	42.28						-0.23	0.58	0.35
DSP0 No.13えん堤	388.1m						41.48	41.56	41.55						0.08	-0.01	0.07
SP120	365.6m				40.68	40.83	40.87	40.85	40.91			0.15	0.04	-0.02	0.06	0.08	
SP100	345.6m				39.79	40.06	40.14	39.87	40.20			0.27	0.08	-0.27	0.33	0.14	
SP80	325.6m				39.67	38.96	38.83	38.56	37.85			-0.71	-0.13	-0.27	-0.71	-1.11	
SP60	305.6m				38.64	37.94	37.88	37.86	37.37			-0.70	-0.06	-0.02	-0.49	-0.57	
SP40	285.6m				38.19	37.44	37.26	37.41	37.38			-0.75	-0.18	0.15	-0.03	-0.06	
SP20	265.6m				38.39	36.24	37.01	36.51	36.71			-2.15	0.77	-0.50	0.20	0.47	
SPO No.12えん堤	245.6m	38.14	38.14	38.14	38.14	35.49	35.73	35.55	35.67			-2.65	0.24	-0.18	0.12	0.18	
U40	225.6m	33.60	33.53	33.66	33.66	33.95	33.86	33.73	33.76	-0.07	0.13	0.00	0.29	-0.09	-0.13	0.03	0.23
U20	205.6m	33.24	33.26	33.26	32.93	33.59	33.55	33.47	33.27	0.02	0.00	-0.33	0.66	-0.04	-0.08	-0.20	0.01
U0 No.11えん堤	187.5m	33.72	32.66	32.66	32.66	32.66	32.66	32.66	32.66	-1.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S20	165.6m	30.87	30.67	30.74	30.83	30.52	31.05	30.77	30.28	-0.20	0.07	0.09	-0.31	0.53	-0.28	-0.49	-0.39
S40	145.6m	29.65	29.53	29.68	29.93	29.55	30.10	30.04	29.90	-0.12	0.15	0.25	-0.38	0.55	-0.06	-0.14	0.37
S60	125.6m	29.39	29.24	29.60	29.50	29.17	29.52	29.56	29.40	-0.15	0.36	-0.10	-0.33	0.35	0.04	-0.16	0.16
S80	105.6m	28.97	29.04	29.45	29.17	28.62	29.11	28.91	28.81	0.07	0.41	-0.28	-0.55	0.49	-0.20	-0.10	-0.23
S120	65.6m	28.24	28.16	28.67	27.95	27.87	28.14	27.83	27.61	-0.08	0.51	-0.72	-0.08	0.27	-0.31	-0.22	-0.55
導水管	31.2m	28.34	28.34	27.29	27.63	27.42	-	-	-	0.00	-1.05	0.34	-0.21	-	-	-	-
ESP20	20.0m						26.35	26.37	26.38						0.02	0.01	0.03
FSP100 伊ヶべつ川 合流点	0.0m						25.65	25.67	25.68						0.02	0.01	0.03
FSP80	-20.0m						25.66	25.70	25.69						0.04	-0.01	0.03
FSP60	-40.0m						25.07	25.06	25.06						-0.01	0.00	-0.01
FSP40	-60.0m						24.70	24.89	24.90						0.19	0.01	0.20
FSP20	-80.0m						24.16	24.24	24.21						0.08	-0.03	0.05
FSP0	-100.0m						23.67	23.63	23.60						-0.04	-0.03	-0.07

注1) 青数字は改良後の初回の観測データである。

注2) 変動量における赤数字は河床低下を表している。



写真 6.6 No. 12 鋼製えん堤上流部の変化状況

また、赤イ川の横断測量の測線上における流路部の石礫径の経年変化を表 6.11 に示した。赤イ川では、No. 13 鋼製えん堤よりも上流域で、昨年より礫径が大きくなっている。

表 6.11 流路部の石礫径の経年変化 (赤イ川)

測線名	合流点からの距離 (m)	H20		H21		H22		H23		H24		H25		変動量 (平均の差: cm)						
		平均 (cm)	最小~最大 (cm)	H20→H21	H21→H22	H22→H23	H23→H24	H24→H25	改良後→H25											
DSP188.32	566.4m							14	3~87	15	2~109	25	1~153					1	10	11
DSP160	548.1m							8	4~15	7	2~21	16	1~59					-1	9	8
DSP120	508.1m							9	0~39	14	3~91	11	1~60					5	-3	2
DSP80	468.1m							31	0~70	8	4~15	28	2~65					-23	20	-3
DSP60	448.1m							23	4~48	6	2~110	31	2~65					-17	25	8
DSP40	428.1m							34	22~94	13	3~95	35	1~127					-21	22	1
DSP20	408.1m							24	0~87	13	3~45	32	1~117					-11	19	8
DSP0 No. 13えん堤	388.1m																			
SP120	365.6m					14	1~65	14	1~60	11	2~58	28	1~177			0	-3	17	14	
SP100	345.6m					24	2~60	16	0~53	24	2~95	24	1~93			-8	8	0	0	
SP80	325.6m					38	27~65	45	0~64	22	2~71	47	1~157			7	-23	25	9	
SP60	305.6m					35	12~54	31	12~57	22	3~47	26	1~200			-4	-9	4	-9	
SP40	285.6m					32	15~39	37	27~57	29	5~60	28	10~93			5	-8	-1	-4	
SP20	265.6m					39	13~53	21	2~47	23	7~45	29	1~91			-18	2	6	-10	
SP0 No. 12えん堤	245.6m																			
U40	225.6m	64	20~173	40	13~86	31	0~151	25	2~151	36	3~153	45	4~193	-24	-9	-6	11	9	-19	
U20	205.6m	25	5~75	20	0~56	10	0~29	11	0~29	12	3~34	23	7~67	-5	-10	1	1	11	-2	
U0 No. 11えん堤	187.5m																			
S20	165.6m	47	2~105	18	0~77	36	0~78	36	7~77	47	3~87	64	22~117	-29	18	0	11	17	17	
S40	145.6m	34	5~136	20	0~43	29	0~168	29	0~168	19	3~62	29	8~135	-14	9	0	-10	10	-5	
S60	125.6m	29	3~87	27	0~51	26	4~71	27	5~75	33	2~106	30	10~68	-2	-1	1	6	-3	1	
S80	105.6m	44	4~216	36	0~93	35	8~93	33	2~92	52	7~155	45	12~98	-8	-1	-2	19	-7	1	
S120	65.6m	28	0~120	21	3~73	26	3~76	27	2~80	31	2~79	22	0~77	-7	5	1	4	-9	-6	
導水管	31.2m																			
イワウベツ川 合流点	0m																			

注1) 青数字は改良後の初回の観測データである。注2) 変動量における赤数字は細粒化を表している。

(3) ピリカベツ川

ピリカベツ川の縦断測量各点における最低河床高の経年変化を表 6.12、横断測量の測線上における流路部の石礫径の経年変化を表 6.13 に示す。

ピリカベツ川では、H24 (2012) 年から H25 (2013) 年にかけて、最上端の K+128.5 で 0.56m の河床低下があった他は大きな河床高の変動は見られていない。ダム改良後時点からの変動も大きなものはなく、河床低下が懸念されていた No.8, 10 コンクリートえん堤下流部でも大きな河床変動は見られていない。

また、ピリカベツ川合流点から下流のイワウベツ川本流でも、H24 (2012) 年と比較すると河床高の大きな変化は起きていない。

表 6.12 最低河床高の経年変化 (ピリカベツ川)

測線名	合流点からの距離 (m)	最低河床高 (m)							変動量 (m)					
		H19 No. 8, 10 改良前	H20 No. 8, 10 改良後	H21	H22	H23	H24	H25	H20→ H21	H21→ H22	H22→ H23	H23→ H24	H24→ H25	改良後 →H25
K+128.5	231.1m		104.21	104.52	104.29	103.98	104.15	103.65	0.31	-0.23	-0.31	0.17	-0.50	-0.56
K+83.5	186.1m	102.48	101.76	102.04	101.64	101.61	101.90	102.00	0.28	-0.40	-0.03	0.29	0.10	0.24
K+63.5	166.1m	101.58	100.38	100.63	100.69	100.48	100.68	100.94	0.25	0.06	-0.21	0.20	0.26	0.56
K+48.5	151.1m	100.95	99.81	99.83	99.97	99.62	99.72	100.09	0.02	0.14	-0.35	0.10	0.37	0.28
K+28.5	131.1m	100.33	98.72	98.59	98.70	98.58	98.97	99.11	-0.13	0.11	-0.12	0.39	0.14	0.39
K+8.5 No.8改良えん堤	111.1m	99.75	97.39	97.40	97.00	97.36	97.22	97.19	0.01	-0.40	0.36	-0.14	-0.03	-0.20
K-0 No.10改良えん堤	102.6m	94.19	96.75	96.83	96.58	96.68	96.19	97.10	0.08	-0.25	0.10	-0.49	0.91	0.35
K-20	82.6m	93.24	94.70	94.62	94.54	94.51	94.49	94.60	-0.08	-0.08	-0.03	-0.02	0.11	-0.10
K-40	62.6m	91.86	92.85	92.47	92.55	92.60	92.68	92.65	-0.38	0.08	0.05	0.08	-0.03	-0.20
K-60	42.6m		91.34	91.21	91.39	91.36	91.32	91.41	-0.13	0.18	-0.03	-0.04	0.09	0.07
K-80	22.6m					90.36	90.41	90.47				0.05	0.06	0.11
NSP100 イワウベツ川 合流点	0.0m					89.26	89.32	89.36				0.06	0.04	0.10
NSP80	-20.0m					87.92	88.38	88.37				0.46	-0.01	0.45
NSP60	-40.0m					87.76	87.64	87.68				-0.12	0.04	-0.08
NSP40	-60.0m					86.23	86.29	86.34				0.06	0.05	0.11
NSP20	-80.0m					85.61	85.34	85.38				-0.27	0.04	-0.23
NSP0	-100.0m					84.19	84.23	84.26				0.04	0.03	0.07

注1) 青数字は改良後の初回の観測データである。 注2) 変動量における赤数字は河床低下を表している。

表 6.13 流路部の石礫径の経年変化 (ピリカベツ川)

測線名	合流点からの距離 (m)	H20 No. 8, 10改良後		H21		H22		H23		H24		H25		変動量 (平均の差: cm)					
		平均 (cm)	最小~ 最大 (cm)	平均 (cm)	最小~ 最大 (cm)	平均 (cm)	最小~ 最大 (cm)	平均 (cm)	最小~ 最大 (cm)	平均 (cm)	最小~ 最大 (cm)	平均 (cm)	最小~ 最大 (cm)	H20→ H21	H21→ H22	H22→ H23	H23→ H24	H24→ H25	改良後 →H25
K+128.5	231.1m	14	0~28	17	0~60	13	2~30	13	5~21	14	2~36	16	1~50	3	-4	0	1	2	2
K+83.5	186.1m	13	0~39	16	5~48	16	2~72	16	2~72	14	2~8	13	1~48	3	0	0	-2	-1	0
K+63.5	166.1m	10	0~32	11	1~30	8	0~27	9	0~27	13	2~31	15	1~97	1	-3	1	4	2	5
K+48.5	151.1m	14	0~49	9	1~26	10	0~44	11	0~44	18	2~40	6	1~31	-5	1	1	7	-12	-8
K+28.5	131.1m	6	0~19	8	1~24	8	0~26	8	2~26	16	1~41	6	1~33	2	0	0	8	-10	0
K+8.5 No.8改良えん堤	111.1m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K-0 No.10改良えん堤	102.6m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K-20	82.6m	36	0~101	35	1~93	31	2~92	9	3~39	37	5~90	24	1~67	-1	-4	-22	28	-13	-12
K-40	62.6m	32	11~53	31	5~58	31	4~66	31	4~64	32	10~72	33	1~118	-1	0	0	1	1	1
K-60	42.6m	19	1~52	13	4~24	11	3~54	18	10~64	34	29~89	20	2~51	-6	-2	7	16	-14	1
K-80	22.6m																		
イワウベツ川 合流点	0.0m																		

注1) 青数字は改良後の初回の観測データである。 注2) 変動量における赤数字は細粒化を表している。

(4) 増水と河床変動の関係

表 6.14、図 6.10 に示すとおり、9月16日、10月16日、11月15日、11月25日の雨で大規模な増水が発生した。特に11月25日～26日の大雨ではイワウベツ川下流の最大流量は63.96m³/s（水位1.25m）となった。この11月25日～11月26日の増水で赤イ川で大規模な河岸洗掘が発生した。特にNo.13 鋼製えん堤上流に残っていた堆積地が大きく崩れて土砂が流下した。

表 6.14 H25（2013）年の大きな降雨量（アメダス：宇登呂）

No	日降雨量		24時間雨量	
	月/日	日降雨量(mm)	月/日(時間)	24時間雨量(mm)
1	9/16	91.5	9/16(7:00)～9/17(0:00)	92.0
2	9/25	53.0	9/25(2:00)～9/25(23:00)	63.0
3	10/16	60.0	10/16(5:00)～10/17(1:00)	60.1
4	10/26	17.5	10/26(7:00)～10/27(1:00)	29.0
5	11/15	25.5	11/15(11:00)～11/16(2:00)	26.0
6	11/17	43.5	11/17(8:00)11/18(5:00)	44.5
7	11/25	42.0	11/25(19:00)～11/26(12:00)	92.0
8	11/26	50.0		
9	12/10	114.5	12/10(6:00)～12/11(6:00)	135.0

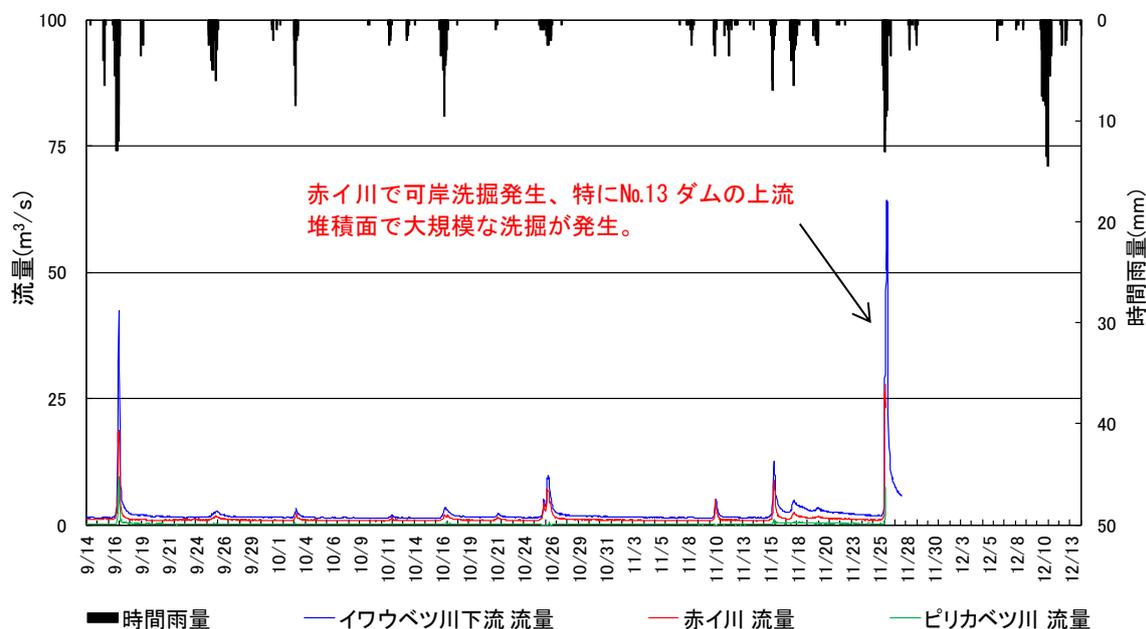


図 6.10 出水時のハイレートハイドログラフ

図 6.11 に示した S54（1979）年から H25（2013）年までの年最大日雨量から、確率最大日雨量を図 6.12 のとおり算出し表 6.15 に取りまとめた。9月16日の日降雨量91.5mmだと毎年、12月10日の日降雨量114.5mmだと3年に一度は降る確率となる。

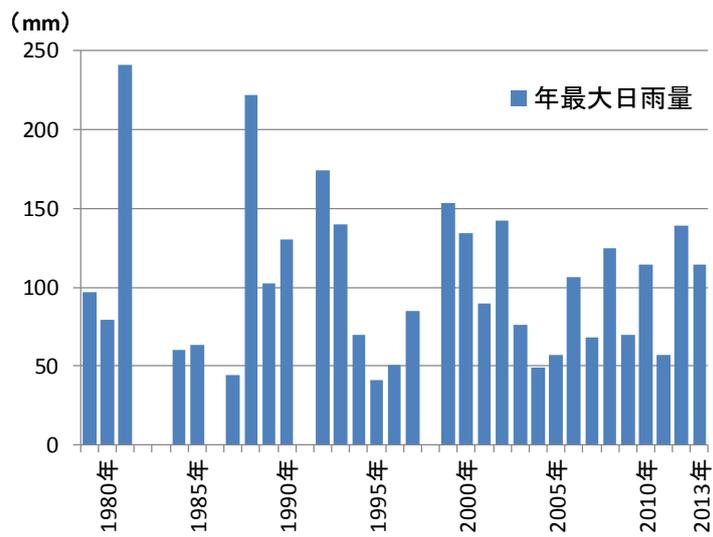


図 6.11 年最大日雨量

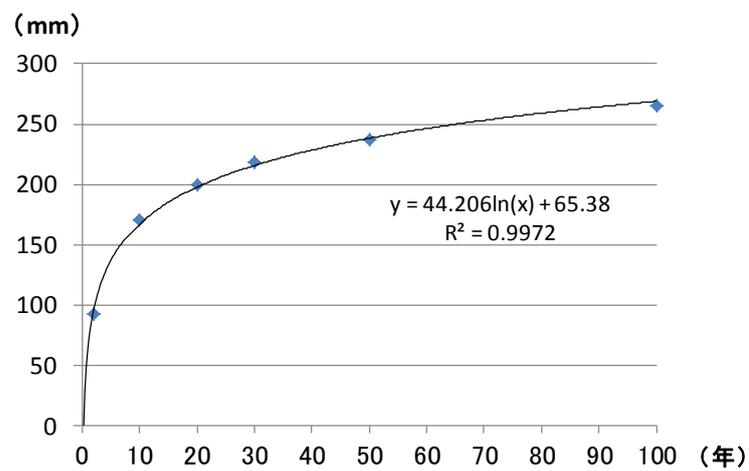


図 6.12 確率最大日雨量プロット

表 6.15 確率最大日雨量

確率年	確率最大日雨量 (mm)
1	65
2	97
3	115
4	128
5	138
6	146
7	153
8	159
9	165
10	169
20	201
30	219
50	242
100	274



捕獲場えん堤上に流下・堆積した巨石（直径 1.6m）（H25/12/3）



赤イ川左岸の作業道決壊状況（H25/12/3）



赤イ川No.12 鋼製えん堤上流右岸の倒木発生状況（H25/12/3）



赤イ川No.12 鋼製えん堤上流 (H25/6/5)



⇒ 左岸が侵食され倒木が発生 (H25/12/24)



赤イ川No.12 鋼製えん堤上流の左岸決壊状況 (H25/12/24)



赤イ川No.13 鋼製えん堤上流 (H25/11/22)



⇒ 堆積部が決壊し流路が右岸寄りになる (H25/12/3)



赤イ川No.13 鋼製えん堤上流の堆積部の決壊状況 (H25/12/24)

2) 移動限界粒径の算出

(1) 石礫移動調査結果の分析

水位計を設置した3地点でマーキングした石礫の消失（移動）は、9月22日、12月1日の調査時に確認された。確認日と増水の関係を見ると図 6.13 のようになり、9月16日の増水、11月26日の増水で消失したと判断できる。

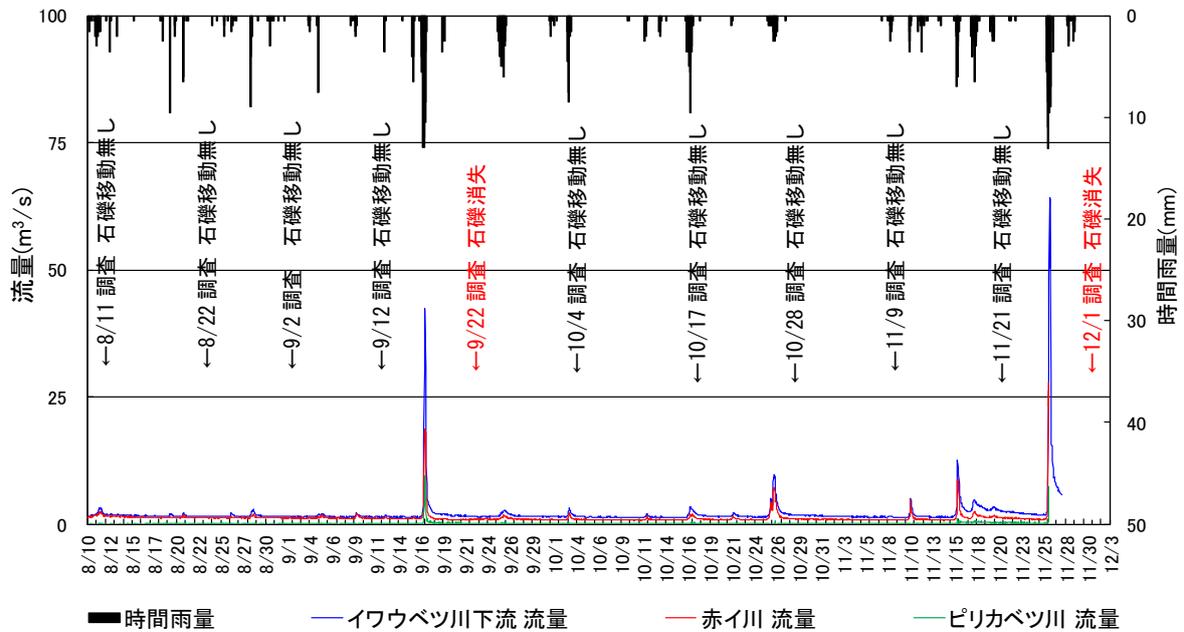


図 6.13 マーキングした石礫の消失の確認日

3地点で9月16日増水、11月26日増水別に、消失した石礫の径をまとめると図 6.14 に示すとおりとなる。

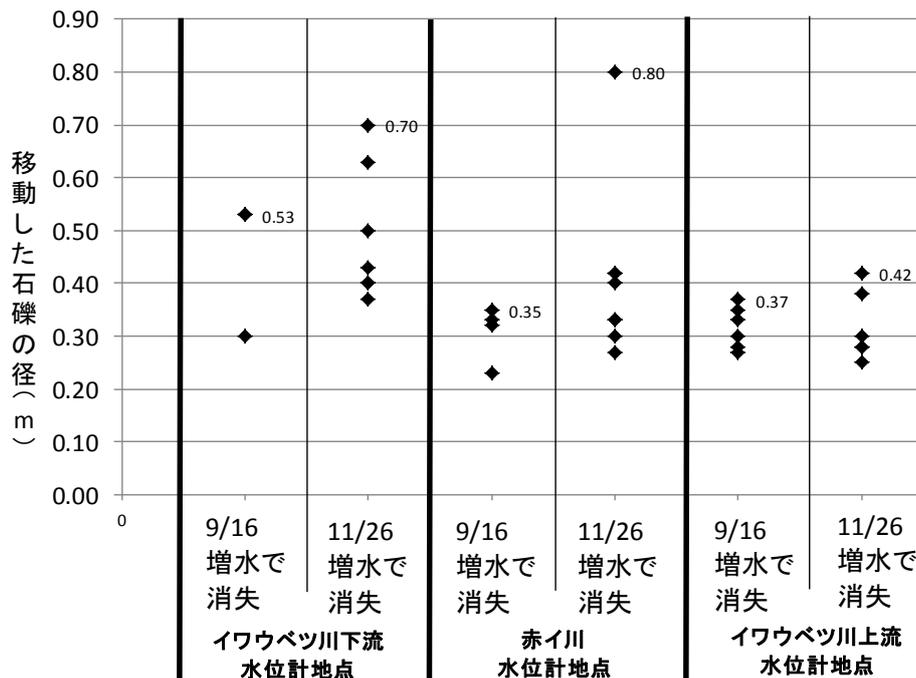


図 6.14 9月16日増水、11月26日増水で消失した石礫の径

11月26日増水は9月16日増水より規模が大きく、かつ消失した石礫の最大径も大きい。このことから9月16日増水で消失した最大径の礫は、9月16日増水の最大流量時に移動したものと仮定して以下に分析する。

水位計を設置した3地点での最大流量、溪床勾配を用いて、移動限界粒径（後述「●移動限界粒径の算出方法」参照）を表6.16に計算した。計算においては表6.17から、マンニングの粗度係数（n）を0.040、0.050、0.070、0.080に変化させて求めた。

表 6.16 移動限界粒径の算出

区 分	箇 所	最大流量 (m ³ /s)	河床勾配	限界移動粒径 (m)			
				n=0.04	n=0.05	n=0.07	n=0.08
9月16日増水	イワウベツ川下流	42.49	0.0203	0.24	0.27	0.33	0.36
	赤イ川	18.62	0.0300	0.24	0.28	0.34	0.37
	イワウベツ川上流	4.85	0.0476	0.22	0.26	0.32	0.34
11月26日増水	イワウベツ川下流	63.96	0.0203	0.27	0.30	0.37	0.40
	赤イ川	27.97	0.0300	0.28	0.32	0.39	0.42
	イワウベツ川上流	8.78	0.0476	0.27	0.31	0.38	0.41

表 6.17 マンニングの粗度係数

区 分		粗度係数 (n)
自然河川	径0.5m以上の石礫が点在	0.080
	径0.3~0.5mの石礫が点在	0.070
	底面は玉石、礫交じりの玉石	0.050
	砂利、砂利交じり玉石	0.040
	礫河床	0.033
	粘土・砂質土	0.027

計算した限界移動粒径を、マンニングの粗度係数 (n) 別に赤線で書き入れたのが図 6.15 である。9 月 16 日増水に着目して適合性を見ると、n=0.080「径 0.5m 以上の石礫が点在」の場合、赤イ川、イワウベツ川上流において適合性がかなり高いと判断できる。n=0.080「径 0.5m 以上の石礫が点在」は現地の河床状況にも概ね合致することから、9 月 16 日の増水規模の場合、n=0.080 を用いた限界移動粒径計算により、赤イ川、イワウベツ川上流で移動する石礫径の推定が可能と考えられる。

赤イ川、イワウベツ川上流よりも流量の多いイワウベツ川下流では、9 月 16 日増水では移動した最大石礫径との差が大きい。また、11 月 26 日増水では、赤イ川で径 0.8m の石礫が移動している。さらに、河口では径 1.6m の石礫が移動している。洪水時の濁流で浮力が発生する場合、砂や細かい礫が大礫の下にある場合等では、計算による移動限界粒径よりも大きな礫が動くことがあることから、9 月 16 日のイワウベツ川下流の場合、また 11 月 26 日の 3 地点の場合、計算以上の礫径が動く規模の増水であったと考えられる。

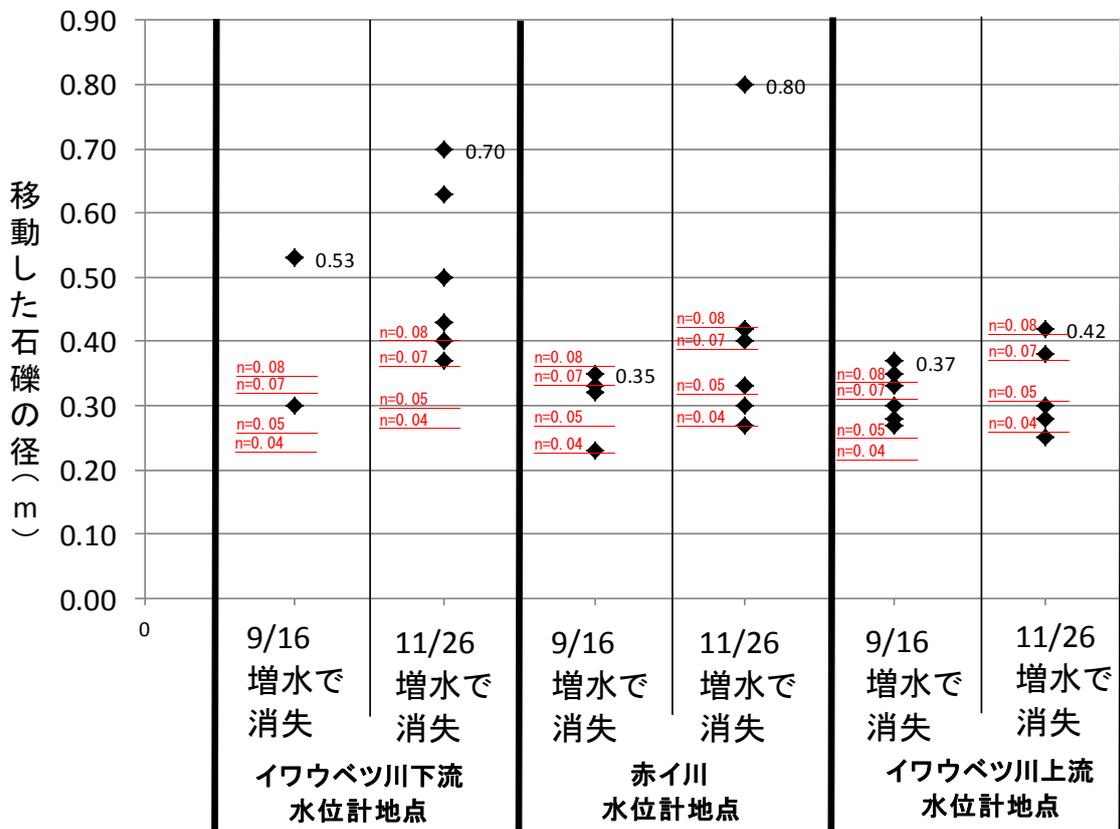


図 6.15 消失した石礫 (径) の実測値と移動限界粒径計算値の比較

(2) 赤イ川

赤イ川について、11月26日に観測された最大流量(27.970 m³/s)に対応する各測線の移動限界粒径を算出した(後述「●移動限界粒径の算出方法について」参照、粗度係数は0.080を採用)。各測線の移動限界粒径と流心部石礫径を表6.18、図6.16に示す。なお、洪水時の濁流で浮力が発生する場合、砂や細かい礫が大礫の下にある場合等では、計算による移動限界粒径よりも大きな礫が動く場合があるが、計算値をもって以下に記述した。赤イ川では、測線S40(No.11えん堤下流部)、U20(No.11えん堤直上流部)、SP20(No.12えん堤上流部)、SP100、SP120(ともにNo.13えん堤下流部)、DSP20、DSP60、DSP80、DSP120(ともにNo.13えん堤上流部)、DSP160(白イ川合流点下流部)で移動限界粒径が流心部石礫径よりも大きくなっており、土砂が動きやすい状況にあった。なお、SP100(No.13えん堤下流部)では、最大径1.09mの礫が動く状況にあった。

表 6.18 赤イ川各測線の移動限界粒径と流心部石礫径

測線名	合流点からの距離(m)	河床勾配	移動限界粒径(m)	流心部の石礫径(m)
DSP160	548.1m	0.018	0.30	0.26
DSP120	508.1m	0.016	0.27	0.03
DSP80	468.1m	0.015	0.25	0.10
DSP60	448.1m	0.045	0.56	0.10
DSP40	428.1m	0.023	0.35	0.50
DSP20	408.1m	0.037	0.48	0.27
DSP0 No.13えん堤	388.1m	0.028	-	-
SP120	365.6m	0.035	0.47	0.38
SP100	345.6m	0.118	1.09	0.03
SP80	325.6m	0.023	0.35	0.80
SP60	305.6m	0.000	0.02	0.21
SP40	285.6m	0.034	0.45	0.49
SP20	265.6m	0.052	0.62	0.40
SPO No.12えん堤	245.6m	0.096	-	-
U40	225.6m	0.024	0.36	0.77
U20	205.6m	0.034	0.45	0.12
U0 No.11えん堤	187.5m	0.109	-	-
S20	165.6m	0.019	0.30	0.77
S40	145.6m	0.025	0.37	0.11
S60	125.6m	0.030	0.41	0.68
S80	105.6m	0.028	0.40	0.45
S120	65.6m	0.002	0.06	0.48

注) 移動限界粒径の赤字は、流心部の石礫径よりも大きいことを示す。

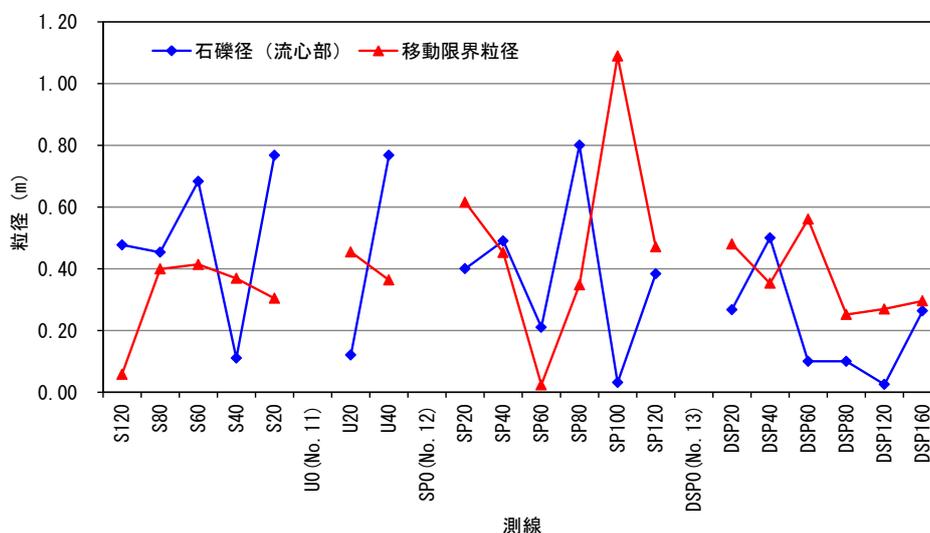


図 6.16 赤イ川各測線の移動限界粒径と流心部石礫径の比較

(3) ピリカベツ川

ピリカベツ川について、9月16日に観測された最大流量(9.537 m³/s)に対応する各測線の移動限界粒径を算出した。各測線の移動限界粒径と流心部石礫径を表6.19、図6.17に示す。ピリカベツ川では、No.8,10 えん堤上下流に位置する測線の移動限界粒径が、すべて測線流心部石礫径よりも大きくなっており、土砂が動きやすい状況であった。なお、K-20では最大径0.68mの礫が動く状況にあった。

表 6.19 ピリカベツ川各測線の移動限界粒径と流心部石礫径

測線名	合流点からの距離(m)	河床勾配	移動限界粒径(m)	流心部の石礫径(m)
K+128.5	231.1m	0.037	0.35	0.01
K+83.5	186.1m	0.053	0.45	0.01
K+63.5	166.1m	0.057	0.47	0.02
K+48.5	151.1m	0.049	0.43	0.01
K+28.5	131.1m	0.096	0.68	0.02
K+8.5 No.8改良えん堤	111.1m	0.011	-	-
K-0 No.10改良えん堤	102.6m	0.125	-	-
K-20	82.6m	0.097	0.69	0.45
K-40	62.6m	0.062	0.50	0.38
K-60	42.6m	0.047	0.42	0.01

注) 移動限界粒径の赤字は、流心部の石礫径よりも大きいことを示す。

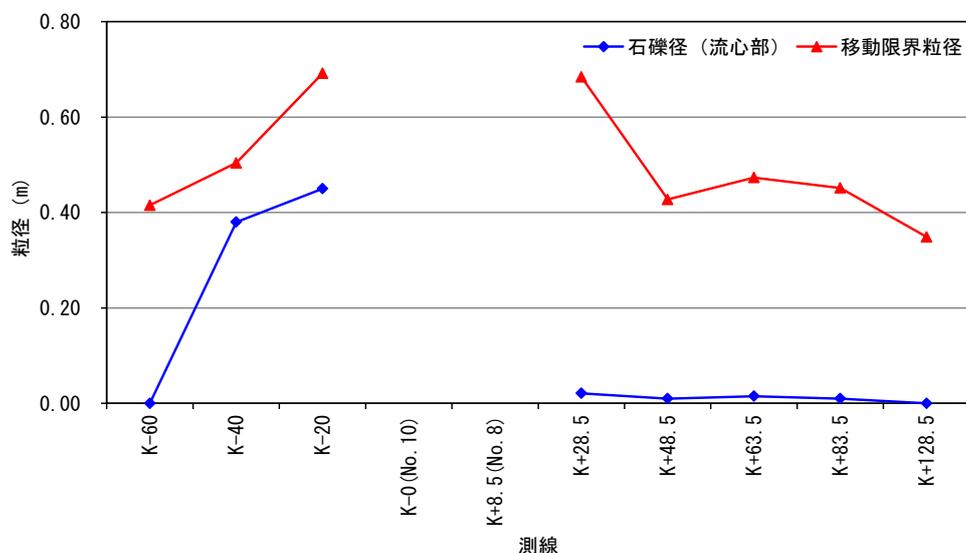


図 6.17 ピリカベツ川各測線の移動限界粒径と流心部石礫径の比較

●移動限界粒径の算出方法について

移動限界粒径については、一様粒径の限界掃流力理論により、以下のように算出した。

河床に働く無次元掃流力 τ_* は以下のように与えられる。

$$\tau_* = \tau_0 d^2 / (\sigma - \rho) g d^3 \dots (1)$$

$$\tau_0 = \rho g h \sin \theta \dots (2)$$

(τ_0 : 掃流力、 d : 粒径、 σ : 粒子の密度、 ρ : 水の密度、 g : 重力加速度、 h : 平均水深、 θ : 勾配)

一方で、無次元限界掃流力 τ_{*c} はシールズダイアグラムより、

$$\text{限界掃流力 } \tau_{*c} = 0.035 \dots (3)$$

とすると、移動限界における粒径は、式 (1) より、

$$d = h \sin \theta / (\sigma / \rho - 1) \tau_{*c} \dots (4)$$

と求められる。また、 $\theta \cong 0$ では、

$$d = h \tan \theta / (\sigma / \rho - 1) \tau_{*c} \dots (5)$$

と見なせる。

また、平均水深 h は流下断面積を矩形とみなし、マニング則を用いると、

$$h = (Q^2 n^2 / b^2 i)^{3/10} \dots (6)$$

で与えられる。

(Q : 流量、 n : 粗度係数、 b : 流下幅、 i : $\tan \theta$)

$$b = \alpha \sqrt{Q} \dots (7)$$

と与えれば、式 (6) は

$$h = (Q n^2 / \alpha^2 i)^{3/10} \dots (8)$$

となる。

以上、式 (5) と式 (8) より、流量観測結果に対応する移動限界粒径を求めた。

なお、各係数等については以下を採用した。

マニングの粗度係数: $n = 0.080$ (自然河川「径 0.5m 以上の石礫が点在」の値を採用)

レジーム則の係数: $\alpha = 3.500$ (既往文献 (渡辺, 2002) の値を採用)

無次元限界掃流力: $\tau_{*c} = 0.035$ (シールズパラメーターより読み取り)

石礫の比重: $\sigma / \rho = 2.650$ (σ は石礫の密度、 ρ は水の密度)