栗山川におけるシロザケOncorhynchus ketaの種苗放流事業30年の歴史

誌名	千葉県水産総合研究センター研究報告
ISSN	18810594
著者名	梶山,誠
発行元	千葉県水産総合研究センター
巻/号	4号
巻号補足	
掲載ページ	p. 51-66
発行年月	2009年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

千葉水総研報，№4，51－66，（2009）
Bull. Chiba Pref. Fish. Res. Ctr.

栗山川におけるシロザケ *Oncorhynchus keta* の種苗放流事業30年の歴史（資料）

梶山　誠

30-Year Chronicle of Stock Enhancement Effort on Chum Salmon *Oncorhynchus keta* based on the Release of Artificially Reared Juveniles in Kuriyama River, Chiba, Central Japan.

Makoto KAJIYAMA

キーワード：シロザケ，種苗放流，回帰，栗山川

はじめに

千葉県では，九十九里から夷隅地域沿岸河川の新しい漁業資源を開発するため，県が主体となり昭和51年度に栗山川でシロザケ（以下サケという）の放流を開始した[1)]。放流用の種苗には，北海道や岩手県産の発眼卵を移殖し育てた稚魚を使用し，昭和52年度には夷隅川で，昭和56年度には加茂川でも放流が開始された。この結果，栗山川，夷隅川では昭和55年度から，加茂川では昭和61年度から親魚の回帰が確認されるようになり，昭和62年度には栗山川で1,884尾，夷隅川で1,164尾と最大の回帰が見られた。しかし，漁業資源としての価値が見込めないと判断されたことから，県主体の放流事業は平成10年度で終了した[2～25)]。その後，栗山川では流域の横芝光町（平成18年に横芝町と光町が合併）が漁業協同組合と協力して放流事業を継続することになり，親魚採捕，種苗生産，放流にとどまらず，小中学生による稚魚放流式や採捕見学会，稚魚の里親制度等にまで活動を広げ現在に至っている。

このように，千葉県でのサケ増殖事業は開始から30年以上が経過し，栗山川において地元関係者の努力により増殖事業が定着し，安定した回帰が得られるとともにその活動が住民に浸透するなどの成果を上げている。このため，今後さらに展開が図られていくにあたり，これまでの経過を整理し取りまとめを行ったので報告する。

千葉県でのサケ増殖事業の経緯

サケは銚子限りと言われ，その遡上は本州太平洋側では利根川が南限とされてきた。千葉県でのサケの遡上については，利根川において古くから採捕記録があるほか[26)]，九十九里平野で太平洋に注ぐ栗山川では，上流にある山倉大神（香取市山田町山倉）の記録で平安時代に遡上が見られたとされている*。また，昭和18年から昭和33年にかけて年間10尾前後のサケが上流まで遡上し，支流から農業用水路に入り込んでいるのが確認されていたが，昭和34年から昭和54年にかけて

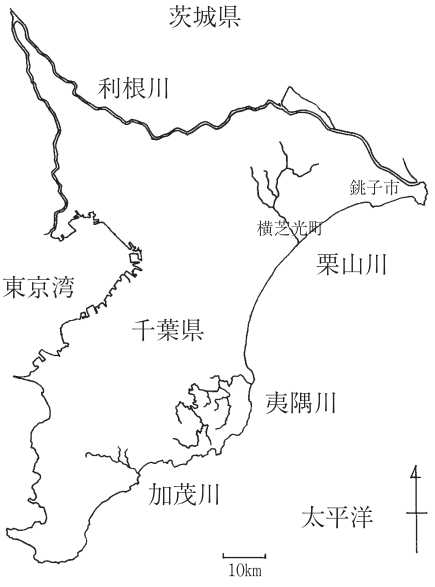

図1　サケ放流事業実施河川位置図

* 香取市ホームページ

表 1　栗山川，夷隅川，加茂川でのサケ種苗放流尾数の推移

年度	放流年月日	栗山川 放流尾数（千尾） 移殖卵産の種苗	栗山川 放流尾数（千尾） 地元産の種苗	栗山川 放流尾数（千尾） 合計	夷隅川 放流尾数（千尾） 移殖卵産の種苗	夷隅川 放流尾数（千尾） 地元産の種苗	夷隅川 放流尾数（千尾） 合計	加茂川 放流尾数（移殖卵）（千尾）
S51	S52/ 1/27	17		17			0	
S52	S53/ 4/06	160		160	14		14	
S53	S54/ 3/19	180		180	20		20	
S54	S55/ 3/22 ， 3/26	650		650	50		50	
S55	S56/ 4/08 ， 4/09	853		853	853		853	
S56	S57/ 3/20 ， 3/23	880	0	880	880	0	880	70
S57	S58/ 3/22 ， 3/23	900	8	908	900	0	900	100
S58	S59/ 3/10 ， 3/17	860	160	1,020	920	4	924	120
S59	S60/ 3/13 ～ 3/28	990	10	1,000	990	10	1,000	120
S60	S61/ 3/07 ～ 3/20	890	43	933	710	0	710	120
S61	S62/ 3/23 ～ 4/13	900	100	1,000	1,000	50	1,050	130
S62	S63/ 3/23 ～ 3/24	1,050	50	1,100	1,000	50	1,050	140
S63	H01/ 2/13 ～ 3/25	950	80	1,030	1,000	0	1,000	150
H 1	H02/ 1/25 ～ 3/30	1,020	400*	1,420	925	0	925	150
H 2	H03/ 2/06 ～ 3/05	800	50	850	900	0	900	150
H 3	H04/ 3/23 ～ 3/27	1,000	0	1,000	700	0	700	100
H 4	H05/ 2/16 ～ 3/12	740	40	780	150	0	150	50
H 5	H06/ 2/16 ～ 3/18	1,480	70	1,550				
H 6	H07/ 2/21 ～ 3/22	974	40	1,014				
H 7	H08/ 2/27 ～ 3/26	963	40	1,003				
H 8	H09/ 2/21 ～ 3/28	930	10	940				
H 9	H10/ 3/05 ～ 3/20	559	30	589				
H10	H11/ 3/08 ， 3/24	263	65	328				
H11	H12/ 2/12 ， 3/13	90	40	130				
H12	H13/ 3/03 ～ 3/15	135	13	148				
H13	H14/ 3/06 ， 3/07	135	13	148				
H14	H15/ 3/05 ， 3/06	140	6	146				
H15	H16/ 3/05 ， 3/06	15	15	30				
H16	H17/ 3/01 ～ 3/03	150	0	150				
H17	H18/ 1/24 ～ 3/08	10	40	50				
H18	H19/ 1/26 ～ 3/07	100	105	205				
H19	H20/ 1/12 ～ 3/10	18	466	484				

表中の各項目は，これまでに報告されたものを精査し，修正を加えたものである。
＊平成1年度の栗山川地元産種苗の放流尾数の値は，発眼卵数からの推定値である。

は０～４尾にとどまっていた[3]。さらに，利根川では昭和20年代末から昭和30年代初めに無双網や流し網によって採捕が行われ，増殖行為については茨城県に依存し負担金を支払っていたとされている*。利根川で採捕されるサケマス類については，シロザケとサクラマスの報告があるが，サクラマスは遡上時期が異なることから[27]，これらの記録にでてくるサケマス類はシロザケを指しているものと考えられる。

昭和50年頃から九十九里沿岸河川において新たな内水面漁業資源の開発の要望が起こり，栗山川などにサケの遡上記録があることから放流事業の可能性について検討が行われた。昭和51年11月には専門家を招き意見交換が行われ，サケ親魚の遡上期に当たる10～12月に寒流が九十九里沿岸寄りに南下する傾向が見られ，表面水温が14～19℃ になることから回帰の可能性があると考えられた。また，放流河川としては，ふ化用水が得られること，放流稚魚の生存に支障の無い水質であること，降河稚魚の海水馴致及び摂餌のため，河

* 千葉県水産部栽培漁業課（現漁業資源課）資料

口に連続した内湾性の高い汽水域を有することの３点の条件から栗山川が適当とされた(図１)。栗山川においては，100万粒の発眼卵移殖により596千尾の放流が可能で，この群の回帰により約1,000尾の漁獲が期待でき，再生産による系統の維持が可能になると予測された*。

このため，千葉県はサケ遡河南限への挑戦，新しい漁業資源の開発，河川の水質浄化運動の推進の３点を目標とし，昭和51年度からサケ増殖事業（県単独事業）として試験放流を開始した。昭和51年度は12月に岩手県から発眼卵18千粒を入手し，千葉県佐倉市にある県の機関である内水面水産試験場（現千葉県水産総合研究センター内水面水産研究所）で卵管理を行い，生産した稚魚を栗山川に放流した。昭和52年度には北海道からも発眼卵を入手し，夷隅川を加えた２河川で放流が行われた。さらに，昭和54，55年度にさけ・ます資源増大対策調査事業（国庫補助事業）により内水面水産試験場に200万粒の飼育管理施設の整備が行われ，栗山川，夷隅川にそれぞれ100万尾の放流が可能になった（表１）。

種苗放流が行われるようになった結果，昭和55年度以降，栗山川，夷隅川で親魚の回帰が見られるようになり，地元の栗山川漁業協同組合及び夷隅淡水漁業協同組合（現夷隅川漁業協同組合）に県から採捕業務を委託して親魚の採捕が行われるようになった。また，昭和56年度からは夷隅川よりさらに南の加茂川においても放流が行われ，昭和61年度には親魚の回帰が確認された。その後，栗山川では昭和61～63年の３ヵ年連続して回帰尾数が1,000尾を超えたことから，国から事業河川の認定を受け，栗山川漁協に施設整備を行うとともに地元産稚魚の買上げ事業が行われるようになった。しかし，夷隅川では昭和62年に1,000尾を超えたものの，その後は数十～300尾の回帰にとどまり，加茂川では10尾以下であった（表２）。

このようにして，当初の目的である南限への挑戦という点については成果が得られたものの，一方で回帰したサケの水産資源としての利用については，河川回帰魚のブナ化が進んでおり肉質が低下していること[2～6]，沿岸でブナ化が進む前の銀化魚を漁獲する定置網漁業がないことなどから，難しいものと考えられた。このため，平成４年度に３河川で行われていた事業の見直しが行われ，夷隅川，加茂川では当該年度をもって放流を終了し，比較的回帰が安定している栗山川に放流を集約していくこととなった。栗山川で放流を継続していくに当たっては，回帰率を向上させるために回帰親魚から生産した地元産稚魚尾数の増大及び大型種苗の放流，回帰魚の価値を高めるための放流時期の検討（早期群の放流による銀化魚回帰率の向上）が必要とされた。

回帰親魚からの種苗生産については，栗山川，夷隅川で昭和56年度から採卵が行われるようになった。採卵から発眼卵までの管理は各漁協が実施し，その後一部については内水面水産試験場に運び飼育管理を行った。しかし，卵管理に使用する地下水は冬季でも15～16℃で，卵管理に望ましい10℃程度の清水が得られないことから，発眼卵までの生残率は低く飼育管理は難しかった。このため，平成元年度に栗山川漁協が事業主体となり，地下水を冷却して飼育管理を行うための施設整備が行われた（さけ増殖事業:国庫補助)。この

表2 栗山川，夷隅川，加茂川でのサケ回帰尾数の推移

年度	河川採捕尾数（尾）		
	栗山川	夷隅川	加茂川
S55	25	6	－
S56	170	119	－
S57	57	9	0
S58	770	84	0
S59	331	70	0
S60	497	79	0
S61	1,655	651	1
S62	1,884	1,164	6
S63	1,066	243	2
H 1	730	164	1
H 2	208	171	1
H 3	704	312	1
H 4	289	275	0
H 5	213	86	0
H 6	218	36	0
H 7	1,168	－	－
H 8	782	－	－
H 9	1,251	－	－
H10	1,327	－	－
H11	661	－	－
H12	403	－	－
H13	339	－	－
H14	725	－	－
H15	818	－	－
H16	550	－	－
H17	707	－	－
H18	440	－	－
H19	815	－	－

－ は未調査

* 千葉県水産部栽培漁業課（現漁業資源課）資料

施設では50万尾の稚魚の生産を想定して整備が行われたが，機器及び施設の運用が難しく放流までの生残率は低かった。この生残率を向上させるため，地元町および漁協は継続して施設の改修，増設，機器整備に取組み，一方で漁協組合員による作業の効率化や内水面水産試験場の指導による飼育技術の向上が図られたことにより，平成19年度には466千尾の地元産稚魚が放流できるまでになった。

しかし，銀化魚回帰尾数の増加を図るために早期群の放流を行った平成元年度～６年度の間は，回帰尾数が200～700尾程度にとどまった。このため，銀化魚の増加による水産物としての価値を高めることは難しいと考えられたことから，千葉県は事業開始時の２番目の目的であった漁業資源の開発は困難であると判断し，平成７年度に関係者間で今後の事業展開についての検討が始められた。さらに，平成８年度には国が生産していた北海道産発眼卵の無償供給が終了することになり，事業の方向性，種苗放流量，施設の維持管理，経費負担等の問題について平成10年度まで協議が行われた。その結果，県が行う種苗の放流は平成10年度で終了し（地元産稚魚の買上げも平成10年度で終了），回帰調査については平成14年度で終了することとなった（採捕業務の委託は平成11年度で終了）。また，その後の事業の方向性としては，地元町が主体となって漁協と協力して種苗放流を継続していくこととなり，それに向けての準備が行われることとなった。このため，親魚採捕から放流までにかかる経費のすべてを，旧横芝町，旧光町，栗山川漁協が負担し，県は技術指導の支援を継続することとなった。

平成12年度以降は，完全に地元町，漁協による事業が行われるようになり，種苗生産施設の修繕や増設，機器類の整備により生産が強化されるるとともに，稚魚の放流式や採捕見学会の実施だけでなく，発眼卵を地元小中学校に配布して飼育後放流してもらう里親事業の実施や回帰親魚の切身を産業祭りで配布するなど，積極的な事業展開が行われている。さらに，平成19年度には，横芝光町に，上流の香取市，多古町，芝山町も加えた１市３町と栗山川漁業協同組合の５者による「栗山川サケ放流事業推進連絡協議会」を設立し，流域全体の取組みへと発展させ，現在に至っている。

種苗の生産と放流

河川の概要

栗山川は，千葉県北東部の下総台地に水源を発し，

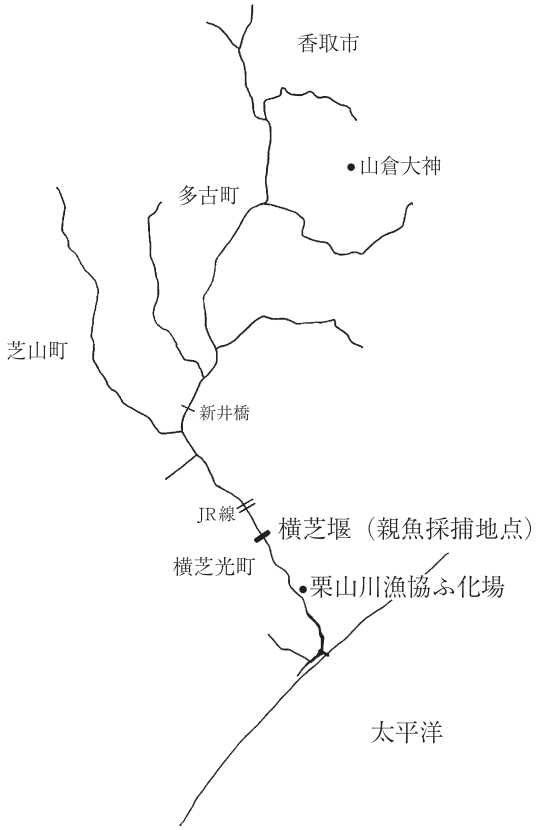

図２　栗山川調査位置図

流路延長は38.8km，流域面積は284.5km^{2}を占めており，九十九里浜のほぼ中央部において太平洋へ注いでいる（図２）。河川勾配は最上流部で１／100程度であるが，すぐに緩勾配となり，九十九里平野に至っている。河口から6.8kmの地点に横芝堰があり魚類の遡上が妨げられていたが，平成17年に改修が行われ魚道が設置された。上げ潮時には，河口から約３km上流まで塩分が見られ*，横芝堰まで潮汐の影響による水位変化が見られる。この堰から上流は純淡水域と考えられ，支流には高谷川，多古橋川，借当川，常磐川などがある。

栗山川の上中流部は，灌漑のため利根川から取水し，九十九里浜周辺に農業用水を供給するための両総用水の水路として利用されている。また，生活・工業用水のための房総導水路としても同様に利用されている。このため，利根川からの最大取水量は17.5m^3／分に及び，灌漑期の本川流量は非灌漑期の４～８倍にもなる[3)]。

栗山川の水温は，サケの遡上が始まる９月下旬では20℃を超えているが，10月になると20℃を下回るようになり，遡上尾数が増える11月上旬には15℃以下に低下する。その後，12月には10℃を下回り，1～２月は

* 梶山，未発表

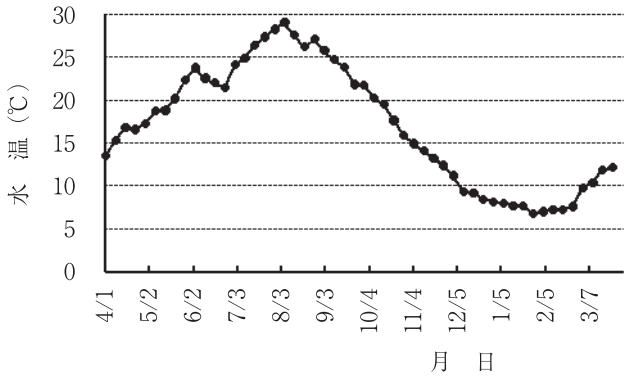

図３　栗山川新井橋における週平均水温の推移
（水面下0.5m，平成11年～平成14年の平均）

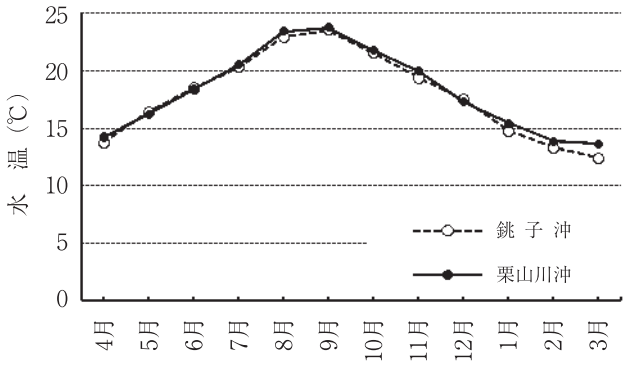

図４　銚子沖，栗山川沖海域の水温
（表層，昭和51年～平成19年の平均）

６～８℃ 程度で推移する。３月になると水温は上昇に転じ10℃を超えるようになり，4月上旬には15℃を超えるようになる（図３）。

一方，海域の水温は昭和51年～平成19年の平均でみると，冬季は親潮の影響を受けており銚子沖では２～３月に12～14℃まで低下し，10℃以下まで下がる年もみられる。栗山川沖でも13～14℃まで低下し，4～５月にかけて15℃を超えてくる（図4，表３）*。

種卵移殖による種苗生産

昭和51年度の種卵移殖は12月下旬に行われ，岩手県の津軽石川で採卵した発眼卵18千粒を内水面水産試験場に移殖し稚魚の生産を行った。翌年以降も津軽石川産の発眼卵の移殖が続けられ，52年度には50千粒，54年度には200千粒と数量を増やし，主として12月中～下旬に採卵した卵の移殖が昭和62年度まで続けられた（表４）。

また，昭和52年度からは北海道産の卵の移殖が始まり，昭和54年度に湧別川産1,000千粒が，昭和55年度には釧路川産2,000千粒が移殖され，稚魚の大量放流が可能になった。北海道産の採卵時期は，昭和57年度までは12月上～中旬であったが，昭和58年度～62年度は11月下旬～12月上旬，昭和63年度～平成２年度までは早期群の回帰を期待して10月中～下旬に採卵した発眼卵の移殖が行われた。その後の平成３年度～８年度も10月中旬～11月下旬採卵で，早期卵が主体であった。移殖した卵からの生残率は，内水面水産試験場で行っていた場合，おおむね90％以上であった。

北海道産の発眼卵は国の事業の一環として無償で供給されたが，これが平成８年度で終了したため，平成９年度以降は岩手県から発眼卵を購入し移殖するようになった。このため移殖卵数は減少し，同年度は635千粒（織笠川産11月中旬採卵），10年度は290千粒（織笠川産12月中旬採卵）にとどまった。さらに，県の事業が終了し地元町による事業実施となった平成11年度以降は，さらに移殖卵数は少なくなり岩手県の織笠川，大槌川，小本川産などの発眼卵を毎年100～150千粒移殖しており，栗山川漁協のふ化施設に収容し生産を行っている。

回帰親魚からの採卵による地元産種苗の生産

栗山川では昭和55年度に初めて親魚の回帰が見られ，昭和56年度から採卵作業が行われるようになった。昭和57年度には初めて地元産の種苗８千尾が生産でき，栗山川に放流された。採卵用に採捕された親魚は近くにある漁協組合員の所有する施設に輸送し，採卵後乾導法により受精させ，アトキンス式ふ化槽で発眼卵まで管理を行った。発眼した卵は，一部を内水面水産試験場に輸送し，コンクリート水槽で地下水を使用してふ化飼育を行い稚魚まで育成した。この方法での生産を行った昭和57～63年度の生産尾数は16万尾以下にとどまった。特に回帰尾数が多かった昭和61～63年度は，採卵量は多かったが生産尾数は５～10万尾であり，地下水を使用した生産では生残率が低く非効率であった。

平成元年度には，栗山川漁協の種苗生産施設に冷却機が整備され，採卵から放流用稚魚の生産までが一貫して行えるようになり，採捕から受精までの処理時間が短くなったことと，発眼卵までの管理において飼育水を冷却するようになったことから生残率の向上が見られた。しかし，平成元年以降平成17年度までは，回帰尾数が減少したことと施設の運用管理に様々な問題が生じたことから，生産尾数は平成元年度を除き10万尾を下回っていた。また，元年度も地元産の放流量が記録上は40万尾であるが，この数字は採卵数からの推

* 千葉県水産総合研究センター沿岸定線観測結果

表 3　銚子沖，栗山川沖海域の月別水温の推移（千葉県水産総合研究センター沿岸定線観測結果）

	年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
銚子沖表層水温（℃）	1976（S51）	14.2	11.6	11.1	14.0	17.0	16.8	16.9	20.0	21.3	22.4	20.4	18.0
	1977（S52）	15.2	14.2	12.2	13.2	16.1	19.2	24.4	21.6	22.6	21.5	21.9	17.5
	1978（S53）	16.0	14.8	12.8	16.7	19.4	19.0	20.0	23.7	24.2	18.4	17.8	15.6
	1979（S54）	15.6	14.8	15.3	14.0	16.2	19.3	21.0	23.3		22.9	21.5	19.4
	1980（S55）	15.0	14.8	13.7	14.8			19.2	20.2	23.6	21.8	16.9	13.9
	1981（S56）	9.8		13.4	13.4	16.6	19.1	19.6	22.2	21.2	18.6	17.0	16.8
	1982（S57）	14.2		13.5	13.4	16.6	19.1	22.5	22.0	23.4	19.3	20.6	14.5
	1983（S58）	14.4	10.1	10.6	10.2	15.4	15.8	18.6	23.6	23.1	23.3	20.5	14.8
	1984（S59）	17.4	10.2	6.4	14.1	16.9	16.6	19.5	22.4	23.1	19.9	17.4	16.4
	1985（S60）	15.3	13.8	9.2	14.1	14.2	16.0	18.6	24.5	25.9	21.4	17.1	15.2
	1986（S61）	12.5	8.1	8.9	13.1	16.3	20.8	17.5	24.8	24.8	20.2	18.4	16.3
	1987（S62）	14.6	13.3	13.3	15.1	14.6	16.3	23.8	20.6	23.4	20.0	15.3	18.6
	1988（S63）	16.7	14.3	15.4	15.8	16.9	17.6	18.3	24.4	24.6	24.0	20.4	16.8
	1989（H 1）	15.5	13.6	14.3	15.0	17.8	17.1	18.0	25.0	23.0	20.2	20.3	18.0
	1990（H 2）	13.7	14.2	14.6	14.9	16.8	17.1	19.0	24.3	24.3	21.1	19.0	18.9
	1991（H 3）	16.0	15.1	15.2	16.4	17.6	19.0	21.4	24.8	24.6	21.2	20.2	18.9
	1992（H 4）	13.4	16.5	13.6	16.1	17.4	17.7	16.9		22.1	20.5	18.4	16.3
	1993（H 5）	16.3	13.8	8.0	12.1	14.9	18.6	18.2	23.2	21.7	20.9	19.8	17.8
	1994（H 6）	16.6	14.8	10.9	12.4	16.8	18.5	21.0	26.7	23.6	22.7	20.3	
	1995（H 7）	15.6	15.0	12.1	13.6	15.4	19.2	20.6	24.5	22.7	20.8	18.8	17.6
	1996（H 8）	14.2	8.8	12.0	12.8	13.8	15.6		20.8	22.6	22.5	20.2	18.7
	1997（H 9）	15.4	15.6	13.2	15.8	14.1	19.5		19.8	22.2	23.0	16.6	17.9
	1998（H10）	14.0	12.8	8.2	14.5	18.8	19.4	25.0	21.8	23.2	21.0	18.4	19.4
	1999（H11）	17.5	15.1	13.2	14.7	16.1	21.0	22.2	21.7	25.0	24.1	21.0	19.8
	2000（H12）	16.8	14.8	14.9	13.6	15.1	19.6	20.2	22.0	25.4	24.3	23.0	20.2
	2001（H13）	14.6	13.8	12.2	13.4	19.2	20.6	24.3	25.4	21.8	24.9	21.4	18.0
	2002（H14）	15.1	14.4	13.8	14.3	16.9	20.5	21.9	20.6	24.3	20.1	19.0	17.4
	2003（H15）	14.1	14.6	15.0	12.6	14.8	19.3	22.9	22.2	26.2	18.8	21.3	15.2
	2004（H16）	10.8	9.3	11.3	10.8	16.3	17.5	21.1	22.4	20.9	25.0	18.7	20.2
	2005（H17）	14.8	12.9	12.1	9.2	17.4	19.2	18.4	24.9	24.6	21.6	20.9	18.2
	2006（H18）	14.8	11.4	13.2	12.5	15.9	17.7	20.6	25.0	26.2	21.4	18.9	19.8
	2007（H19）	12.4	13.8	14.5	14.5	19.0	20.3	18.5	23.4	24.4	22.0	19.4	17.5
	平均	14.8	13.3	12.4	13.8	16.5	18.5	20.3	23.0	23.5	21.6	19.4	17.5
	年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
栗山川沖表層水温（℃）	1976（S51）	14.8	11.4	14.5	15.4	16.2	16.4	17.5	20.8	23.1	19.8	19.1	18.3
	1977（S52）	15.3	12.9	13.4	13.1	16.0	20.1	23.6	22.8	24.9	23.2	22.0	17.8
	1978（S53）	15.2	13.9	13.4	16.1	16.3	21.8	21.8	25.3	22.6	20.4	17.2	15.2
	1979（S54）	15.2	14.1	14.0	13.8	16.2	19.0	20.6	24.5		22.9	21.2	18.2
	1980（S55）	15.9	13.2	14.0	13.4			20.7	20.9	23.0	22.4	18.4	14.2
	1981（S56）	10.9	14.0	12.6	14.2	18.2	18.4	18.9	21.9	22.3	20.6	15.8	16.4
	1982（S57）			13.6	13.6	15.5	19.2	22.1	21.8	23.6	20.6	20.1	15.6
	1983（S58）	14.5	13.4	14.1	13.0	15.8	18.8	19.5	23.6	25.8	22.2	19.4	15.5
	1984（S59）	16.0	12.5	13.8	15.0	16.0	19.2	21.2	19.4	22.6	21.1	20.8	16.7
	1985（S60）	14.2	13.5	11.0	14.9	15.5	15.9	18.9	22.3	23.4	22.8	18.0	15.1
	1986（S61）	13.6	13.1	12.6	12.9	14.8	17.1	21.3	26.0	26.8	21.3	19.8	16.5
	1987（S62）	15.7	13.0	13.1	14.9	16.5	16.9	22.9	23.8	24.5	22.2	17.6	17.2
	1988（S63）	16.9	12.9	16.3	16.2	16.5	16.9	19.8	25.4	24.1	23.0	21.7	16.0
	1989（H 1）	14.4	16.2	13.2	14.5	17.0	16.9	20.5	24.8	22.5	21.3	21.2	17.0
	1990（H 2）	13.9	14.0	13.8	14.2	16.0	18.2	18.7	25.0	25.6	21.0	20.9	17.8
	1991（H 3）	14.5	15.1	14.7	15.8	16.7	18.2	22.0	23.6	25.6	21.8	21.9	17.7
	1992（H 4）	17.7	14.3	14.1	14.5	17.8	17.7	17.9	21.7	22.3	20.0	18.4	15.6
	1993（H 5）	15.6	13.4	13.9	9.3	16.4	18.3	18.0	23.4	22.8	21.2	19.8	18.0
	1994（H 6）	15.1	16.0	12.4	12.9	15.4	19.7	21.8	26.0	23.2	22.4	19.9	
	1995（H 7）	16.8	13.8	11.7	14.0	15.2	19.2	20.2	23.2	22.7	20.9	18.9	16.6
	1996（H 8）	14.6	14.4	13.3	13.0	14.3	17.2		20.6	22.4	21.4	19.6	16.6
	1997（H 9）	14.7	14.9	12.3	15.2	13.6	19.8		19.4	23.0	21.5	18.6	17.0
	1998（H10）	17.0	14.0	16.4	14.9	18.2	16.8	22.0	25.8	23.0	22.0	21.3	18.1
	1999（H11）	18.0	16.7	17.0	15.9	15.6	19.0	22.3	21.5	24.2	23.6	20.4	20.8
	2000（H12）	18.9	13.0	14.7	14.8	15.5	19.8	19.4	24.8	25.4	23.8	22.8	20.6
	2001（H13）	18.0	15.7	12.9	13.6	17.8	19.2	22.5	26.1	22.8	20.7	20.2	18.8
	2002（H14）	15.6	14.0	14.0	16.2	16.6	19.4	22.2	22.8	24.4	20.0	18.6	17.6
	2003（H15）	13.2	14.6	15.0	15.1	15.0	18.4	19.3	24.3	23.9	21.7	22.2	17.0
	2004（H16）	14.8	13.3	11.2	16.2	15.5	17.0	21.6	24.8	21.8	25.0	19.7	19.1
	2005（H17）	16.5	12.1	13.9	13.0	18.0	19.7	19.3	24.6	24.1	21.7	21.5	17.2
	2006（H18）	14.5	13.2	12.8	14.7	16.1	16.6	19.3	25.4	24.8	22.2	20.9	19.2
	2007（H19）	16.8	14.5	14.2	13.0	19.3	20.1	20.6	23.2	24.8	21.4	20.8	18.7
	平均	15.4	13.9	13.7	14.3	16.2	18.4	20.5	23.4	23.7	21.8	20.0	17.3

表 4　サケ発眼卵の移殖概要

年度	本州産移殖卵						北海道産移殖卵					
	供給地（漁協名）	採卵河川	ふ化場	移殖卵数（千粒）	採卵日	移殖日（収容日）	供給地（事業場名）	採卵河川	ふ化場	移殖卵数（千粒）	採卵日	移殖日（収容日）
S51	岩手県 宮古	津軽石川	津軽石	18	11/27	12/25						
S52	岩手県 宮古	津軽石川	津軽石	50	-	1/23	十勝支場 札内	十勝川	千代田	207	12/8	1/23
S53	岩手県 宮古	津軽石川	津軽石	50	12/13	1/25	十勝支場 札内	十勝川	千代田	250	12/11	2/1
S54	岩手県 宮古	津軽石川	津軽石	200	-	2/8	北見支場 湧別	湧別川	湧別	1,000	12/8	1/22
S55	岩手県 宮古	津軽石川	津軽石	100	-	1/14	根室支場 虹別	釧路川	釧路	2,000	12/18,21	2/8
S56							根室支場 虹別	忠類川	忠類	508	12/7,11	1/16
								薫別川	薫別	440	12/10	
								古多糠川	古多糠	89	12/11	
								標津川	標津	946	12/11	
								標津川	茶志骨	17	12/11	
S57	岩手県 宮古	津軽石川	津軽石	200	12/22	1/26	十勝支場 鶴居	釧路川	釧路	1,300	12/2	1/19
							〃 札内	十勝川	千代田	700	12/4	
S58	岩手県 宮古	津軽石川	津軽石	200	12/17	1/27	十勝支場 札内	十勝川	千代田	1,801	11/26,30	1/12
							〃 幕別	十勝川	幕別	199	11/30	
S59	岩手県 宮古	津軽石川	津軽石	200	1/4	2/7	千歳支場 千歳	遊楽部川	鳥崎	819	12/4,6	1/25
								尾白内川	尾白内	1000	12/4,6	
								遊楽部川	遊楽部第一	437	12/6	
S60	岩手県 宮古	津軽石川	津軽石	200	12/27	2/6	千歳支場 千歳	遊楽部川	鳥崎	1,848	11/22	1/11
								遊楽部川	落部	172	11/22	
S61	岩手県 宮古	津軽石川	津軽石	200	12/21	1/28	北見支場 斜里	藻琴川	藻琴	435	11/6	1/11
								斜里川	斜里	888	11/19	
								止別川	止別	228	11/19	
								奥蕊別川	奥蕊別	579	11/19	
S62	岩手県 宮古	津軽石川	津軽石	200	12/10	1/12	千歳支場 千歳	鵡川	鵡川	868	11/25	1/11
								元浦川	元浦	210	12/3	
								静内川	静内	630	12/4	
								新冠川	新冠	292	12/4	
S63							根室支場 計根別	春別川	計根別	400	10/21	12/10
							〃 虹別	釧路川	釧路	1,800	10/27	12/10
H 1							千歳支場 千歳	沙流川	沙流	1774	10/14,17,20	11/20
								静内川	静内	476	10/16	11/20
H 2							千歳支場 千歳	静内川	静内	2,300	10/22	11/22
H 3							渡島支場 八雲	遊楽部川	第一	678	11/18	1/10
								遊楽部川	第二	1,045	11/20	
								国縫川	国縫	263	11/21	
H 4	福島県 井出川	井出川	井出川	300	12/3～7	1/7	根室支場 虹別	標津川	標津	828	10/14	11/25
H 5	福島県 井出川	井出川	井出川	40 *	-	1/7	根室支場 虹別	西別川	虹別	1,500	11/4	12/15
H 6							根室支場 虹別	標津川	中標津	1,000	11/4	12/17
H 7							根室支場 虹別	標津川	標津	1,000	11/13	12/26
H 8							根室支場 虹別	西別川	虹別	1,000	11/29	1/9
H 9	岩手県 織笠	織笠川	織笠	635	11/13,14	12/11						
H10	岩手県 織笠	織笠川	織笠	290	12/17	1/13						
H11	岩手県 大槌町	大槌川	大槌川	100	12/7	1/12						
H12	岩手県 織笠	織笠川	織笠	150	12/11	1/12						
H13	岩手県 小本浜	小本川	小本川	150	12/5	1/10						
H14	岩手県 織笠	織笠川	織笠	150	12/7	1/9						
H15	岩手県 織笠	織笠川	織笠	150	12/9	1/8						
H16	岩手県 織笠	織笠川	織笠	150	12/10	1/10						
H17	岩手県 織笠	織笠川	織笠	150	12/11	1/11						
H18	岩手県 織笠	織笠川	織笠	150	12/11,12	1/11						
H19	岩手県 織笠	織笠川	織笠	100	12/12	1/10,19						

表中の各項目は，これまでに報告されたものを精査し，修正を加えたものである。
＊平成5年度の福島県産の移殖卵数の値は，移殖卵数の一部で全数は不明。

表５　栗山川における回帰親魚からの種苗生産の概要

年度	採卵期間	回帰尾数（尾）	採卵数（千粒）	発眼卵数（千粒）	発眼率（％）	放流尾数（千尾）	採卵数からの生残率（％）	発眼卵からの生残率（％）	放流日	放流時平均体重（ｇ/尾）
S56	－	170	183	－	－	0	0.0	－	－	－
S57	－	57	50	－	－	8	16.0	－	3/22	－
S58	－	770	1,044	615	58.9	160	15.3	26.0	3/10	－
S59	－	331	355	195	54.9	10	2.8	5.1	－	－
S60	－	497	－	－	63.0	43	－	－	－	－
S61	10/29 ～ 01/23	1,655	1,140	－	－	100	8.8	－	4/13	1.0
S62	－	1,884	－	－	－	50	－	－	－	－
S63	－	1,066	－	－	38.7	80	－	－	3/25	－
Ｈ１	11/24 ～ 01/19	730	619	－	85.0	400	64.6	－	3/30	－
Ｈ２	10/31 ～ 01/21	208	－	－	－	50	－	－	3/5	－
Ｈ３	11/05 ～ 12/23	704	－	－	83.4	0	－	－	－	－
Ｈ４	11/07 ～ 12/15	289	132	79	60.0	40	30.3	50.5	2/26	0.9
Ｈ５	10/21 ～ 12/14	213	108	88	81.5	70	64.8	79.5	2/16，3/3	1.2
Ｈ６	10/27 ～ 12/08	218	84	53	63.1	40	47.6	75.5	2/21	1.0
Ｈ７	10/21 ～ 12/19	1,168	428	242	56.5	40	9.3	16.5	2/27	2.3
Ｈ８	11/05 ～ 12/22	782	73	20	27.4	10	13.7	50.0	2/21	1.0
Ｈ９	11/05 ～ 12/26	1,251	229	136	59.4	30	13.1	22.1	3/ 5，3/19	1.8－3.5
H10	10/31 ～ 12/15	1,327	135	106	78.5	65	48.1	60.0	3/8	3.4
H11	11/12 ～ 12/12	661	59	45	76.3	40	67.8	88.9	2/12，3/13	0.8－3.1
H12	11/11 ～ 11/29	403	49	27	55.1	13	26.5	48.1	3/3	2.9
H13	11/16 ～ 11/21	339	24	15	62.5	13	54.2	86.7	3/7	4.4
H14	11/06 ～ 12/02	725	260	6	2.3	6	－	－	3/6	3.4
H15	11/05 ～ 11/31	818	94	28	29.8	15	16.0	53.6	3/6	4.5
H16	11/29 ～ 12/21	550	142	若干	－	0	－	－	3/1	－
H17	10/28 ～ 12/19	707	225	171	76.0	40	17.8	23.4	1/24～2/ 7	0.5-1.0
H18	10/23 ～ 12/26	440	261	181	59.6	105	40.4	67.8	1/26～3/ 7	1.0
H19	10/21 ～ 12/22	815	724	579	79.9	466	64.4	80.5	1/12～3/10	1.0-2.0

－ は記録が無く不明。

定値であり，実質的には10万尾以下にとどまったものと考えられる。

また，平成17年度から横芝堰魚道内の最上流側のプール内で親魚の採捕が行われるようになったことにより，状態の良い親魚が得られるようになるとともに，遡上尾数が少ないときには数日間の蓄養が可能になったことで種苗生産の効率化が図られた。

これらのことから，平成18年度以降生産が軌道に乗り，平成19年度には46万尾を超える地元産種苗の放流が実現した。平成19年度は採卵数から発眼までの生残率は約80％，発眼卵から放流までの生残率も約80％で，採卵から放流までの生残率は64％であった（表５）。

種苗生産方法及び施設整備

昭和51年度からの種苗生産では，内水面水産試験場の既存の施設を利用してアトキンス式ふ化槽による卵管理及びコンクリート水槽での稚魚飼育が行われた。昭和54，55年度に，さけ・ます資源増大対策調査事業（国庫補助事業）により，内水面水産試験場に移送放流用稚魚ふ化施設として，コンクリート八角池（28㎡）８面，井戸及び脱窒素装置を整備した（表６）。これにより発眼卵200万粒に対応した生産体制が確保された。当初は移殖卵をFRP水槽に収容しふ化させたが，歩留まり向上のため，昭和55年度から敷き網をしたコンクリート八角池に直播きし，ふ化，浮上させる方法に変更した。また，平成７年度には紫外線殺菌装置を設置し，飼育水には殺菌水を使用するようになった。

栗山川では回帰尾数の増加に伴い，平成元年度から平成４年度まで事業河川の認定を受け，さけ増殖事業

表 6　種苗生産施設の整備状況

整備地点	整備年度	事業主体	整備内容	数量	事業名	総事業費	補助率
千葉県水産総合研究センター内水面水産研究所	S54	千葉県	飼育池（コンクリート八角池 28㎡） ふ化水槽（FRP水槽 1トン）	8面 16槽	さけ・ます資源増大対策調査事業（移送放流用稚魚ふ化施設整備事業）	26,000 千円	国1/2，県1/2
	S55	千葉県	井戸（957ℓ/分，120m） 脱窒素装置（2.5㎥/分） 非常用発電装置	1基 1基 1台	さけ・ます資源増大対策調査事業（移送放流用稚魚ふ化施設整備事業）	13,200 千円	国1/2，県1/2
	S60	千葉県	飼育池上屋，循環ろ過槽	1式	アユ親魚養成施設として整備		
	H 7	千葉県	紫外線殺菌装置	1式	アユ親魚養成施設として整備		
栗山川	H 1	栗山川漁協	採卵室（スレート39.66㎡） ふ化槽（立体式2列5段） 飼育池（円形組立式，直径6m，28㎡） 冷却装置（水冷式，0.8kw） 給排水・電気工事	1棟 5基 2面 1台 1式	さけ増殖事業	4,552 千円	県3/4以内
	H 3	栗山川漁協	飼育池排水部改修	2面	さけ放流事業		
	H 5	栗山川漁協	飼育池通気装置増設	1式	さけ放流事業		
	H11	横芝光町	ふ化槽用冷却機	1台	さけ放流事業		
	H13	横芝光町	飼育池（円形組立式，直径3m，7㎡） 飼育池遮光施設	1面	さけ放流事業		
	H14	横芝光町	飼育池遮光施設（28㎡池2面分）	1式	さけ放流事業		
	H17	横芝光町	ふ化槽循環冷却用排水路改修	1式	さけ放流事業		

（国庫補助）により回帰親魚から効率的に稚魚を生産できる施設の整備を行った。事業主体は栗山川漁協で，整備の内容は採卵室，飼育池の建設とふ化槽（立体式），冷却装置の設置及び給排水・電気設備工事であった。整備地点は栗山川の河口から約３km上流の左岸（現横芝光町木戸）で，この設備では回帰親魚からの種苗50万尾を生産するもので，それまで内水面水産試験場が行っていた北海道卵の移殖放流と併せて150万尾の放流体制とし，2,000尾以上の回帰を目指すものであった。

この施設での卵管理はふ化室内で行い，受精卵を立体式ふ化槽のふ化皿に収容し，地下水を冷却装置で13℃程度まで下げて使用している。立体式ふ化槽は５段で一組とし，冷却水は毎分９～12lを最上段に注水し，最下段からの排水を冷却水槽に戻す循環式である。また，新しい地下水を冷却水槽に毎分10l程度注水し，これに相当する量を排水している。各ふ化皿の受精卵収容量は5,000粒程度とし，そのまま発眼まで管理する。発眼後は，順次検卵し死卵を除去する。発眼卵は，施設運用開始当初はふ化槽内でふ化させ，浮上直前まで管理していた。しかし，ふ化開始後飼育水の汚れに対し水量が十分確保できず，生残率に影響がみられたことから，平成９年度からは検卵後屋外の飼育池に敷き網を設置して収容し，ふ化から浮上まで管理を行う方式に変更した。なお，卵管理中は水カビ対策として，当初はマラカイトグリーンで，現在はブロノポールによる薬浴を定期的に実施している。

屋外の飼育池については，平成３年に排水部の改修，平成５年に通気施設の増設，平成13，14年に池の増設と遮光施設の整備を行った。また，ふ化施設については，平成11年に冷却機の交換，平成17年に循環冷却用の排水路の改修をそれぞれ実施した。

種苗放流方法及び放流尾数

栗山川でのサケ稚魚の放流は，主として河口から約6.8kmにある横芝堰より下流で行われており，そのほとんどは同３kmのふ化場前（木戸地先）で行われている。最近では，少数ではあるが横芝堰より上流の多古町，芝山町などでも放流が行われている。種苗放流を開始した昭和51年度以降，内水面水産試験場で生産した種苗は，活魚車で輸送し河川に直接放流を行っていたが，平成３年度以降は，生産魚の一部を栗山川のふ化施設で中間育成を行った後に放流を行うようになった。

放流尾数は昭和51年度の17千尾に始まり，移殖卵数

の増加と施設の充実により昭和58年度には1,000千尾を超え，その後北海道からの無償卵が供給された平成８年度まで1,000千尾前後の放流が続いた（表１）。平成９年度以降は移殖卵数が減少したのに伴い放流尾数は減少し，平成11年度以降は130～150千尾の放流にとどまった。さらに，平成15，17年度には移殖卵からの生産時に大量へい死が見られ，放流尾数はそれぞれ30千尾，50千尾であった。しかし，その後は栗山川漁協による地元産回帰親魚からの生産が順調に行われるようになり，平成18年度には205千尾と増加し，平成19年度には484千尾と，平成９年度以来10年ぶりに500千尾近い放流が行われた。

放流した稚魚の降河状況について，昭和55～57年度の３か年で調査が行われている[24]。それによると河口から600m上流の屋形橋から放流した稚魚の大部分は24時間以内に河口から海域へ移動しており，2日後に河川内で確認される稚魚は僅かであった。現在の主たる放流場所は河口から３km上流であるが，稚魚の大部分は，放流後１～３日で河口から海域へ降河するものと考えられる。

放流した種苗の大きさは，昭和51年度は浮上直後の稚魚を無給餌で１月下旬に放流したため，平均体重は0.3g程度であった。昭和52年度からは給餌を行い，放流尾数の多かった平成８年度までは0.8～1.5g程度まで育てたのち放流を行っていた。平成９年度以降は１～３gで放流しており，採卵量の少なかった年では４gを超えた年もあるが，現在では，1～２gサイズを目安として放流を行っている。

放流時期は，移殖卵の場合12月採卵群であれば主として３月であるが，早期卵（10月採卵群）の移殖が行われた昭和63年度から平成２年度までは，1月下旬～２月中旬であった。また，地元産種苗の場合は，主たる採卵時期である11月上旬～12月中旬の採卵群については，2～３月に放流を行っているが，10～11月採卵群では１～２月に放流が行われている。

一般に，サケの稚魚は海水温が13℃ を超えてくると沿岸から離れ北上を開始すると言われており，それまでに体重で３gに達していないと回帰資源にならないと考えられている[28]。このため，栗山川の沿岸水温は，水温上昇の早い年の場合４月になると15℃ を超えてくることから，3月上旬には１～２gサイズでの放流を終えている必要があると考えられる。一方で回帰親魚からの採卵期間が長いのに対し飼育池は少ないことから，早期に採卵した群については，放流に必要なサイズである0.8gを超えた時点で順次放流していくことも必要である。

放流後は，甲殻類のミジンコ類，ケンミジンコ類，水生昆虫のイトトンボ類，トビゲラ類及び脱皮殻を摂餌しているのが確認されている[24]。

親魚の回帰

採捕調査方法

栗山川における親魚の採捕は昭和52年から始められ，横芝堰下流（河口から約6.8km）で刺網により行われた。また，昭和58年からは光町木戸地先（同３km）で袋網１統による採捕を行った（図５）。採捕魚の取上げは栗山川漁協組合員が早朝に行い，荒天時や増水時には漁具の設置を行わなかった。

魚道設置（平成17年度）以降は，魚道内の一部を網で仕切り，遡上してきた親魚を網ですくう採捕方法が行われるようになった（図６）。これに伴い，刺網及び袋網での採捕は行われなくなり採捕作業にかかる労力が大きく軽減された。

海面での採捕尾数の集計は，海面漁業協同組合からの報告により行われ，その大部分は銚子市漁協の沖合底びき網漁船によるもので，水深50～200mでの漁獲が多かった。その他は，沿岸での定置網や刺網での採

図５　袋網による採捕地点

図６　横芝堰魚道での採捕

表７　旬別の回帰親魚採捕尾数の推移

年度	回帰尾数（尾）												計
	10月			11月			12月			1月			
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	
S55	0	0	0	1	1	0	7	2	9	4	1	0	25
S56	0	5	5	49	12	8	36	29	15	4	7	0	170
S57	0	0	8	2	2	1	12	18	3	5	2	4	57
S58	0	0	0	1	5	17	483	219	38	4	3	0	770
S59	0	0	21	16	17	109	119	40	9	0	0	0	331
S60	0	19	39	49	50	79	75	84	50	42	10	0	497
S61	0	15	78	207	225	317	351	173	164	76	49	0	1,655
S62	0	0	34	56	183	473	550	309	184	64	31	0	1,884
S63	0	0	7	13	60	220	227	248	155	69	60	7	1,066
H 1	0	0	34	9	15	136	161	70	166	71	64	4	730
H 2	0	0	61	22	51	16	16	7	5	17	7	6	208
H 3	0	0	0	17	35	21	216	278	100	19	18	−	704
H 4	0	0	16	53	33	67	65	39	10	5	1	−	289
H 5	0	55	81	43	20	4	4	5	0	1	−	−	213
H 6	0	18	70	54	25	16	9	2	22	2	−	−	218
H 7	46	118	160	396	229	74	42	57	42	3	1	−	1,168
H 8	83	239	163	93	39	62	41	46	15	1	−	−	782
H 9	314	151	201	116	236	102	77	42	12	0	−	−	1,251
H10	64	242	271	298	242	127	34	42	6	1	−	−	1,327
H11	0	67	126	148	222	76	17	4	1	−	−	−	661
H12	11	77	72	98	82	39	21	3	0	−	−	−	403
H13	7	11	84	64	96	42	29	4	2	−	−	−	339
H14	−	21	52	180	258	141	42	24	7	−	−	−	725
H15	−	66	72	75	81	71	165	220	68	−	−	−	818
H16	−	3	37	63	33	89	131	141	53	−	−	−	550
H17	−	−	31	153	130	102	213	71	7	−	−	−	707
H18	−	−	21	79	94	6	80	131	29	−	−	−	440
H19	−	22	105	139	85	226	143	70	25	−	−	−	815

捕報告であった。

河川での採捕調査にかかる作業は，栗山川漁協組合員に依頼して行われたが，昭和57年度から平成14年度までは県から漁協への業務委託により行われた。調査項目は日別の遡上尾数，全長，尾叉長，体重の測定と雌雄の判別を行うとともに，雌については卵重量を測定した。また，測定後採鱗を行い，後日実体顕微鏡を用いて年令査定を行った。平成15年度から現在までは，栗山川漁協が雌雄別遡上尾数の計数及び体重測定を行い，雌については卵重量を測定している。

年別の回帰状況

栗山川での回帰尾数は，昭和55年度に25尾採捕されたのを初めとして，放流尾数の増加に伴い増加し，昭和61年度には1,655尾と初めて1,000尾を超え，翌62年度には最高の1,884尾を記録した（表２）。また，昭和63度にも1,066尾と３年連続して1,000尾を超えたことから，国の事業河川の認定を受けた。しかし，その後の３年間は回帰尾数が少なく200～700尾程度で推移した。特に平成２年度には，放流尾数が1,000千尾まで増加して以来最低の208尾にとどまり，平成３年度は700尾を超えたものの平成４～６年度は200尾台で推移した。その後，平成７年度には再び1,168尾と増加し，８年度には782尾であったものの９年度には1,251尾，10年度には1,327尾で，３ヵ年平均は再び1,000尾を超えた。しかし，十分な放流量があったにもかかわらず平成11年には661尾，12年には403尾と減少し，それ以降は放流尾数が減少した影響もあり，回帰尾数は300～800尾程度で推移している。

回帰する時期

放流された稚魚が栗山川に回帰し遡上する時期は，種苗生産に使用した移殖卵の採卵時期が関係しているものと考えられる。回帰尾数の多かった昭和61～63年

度回帰群についてみると，昭和56～60年度移殖卵の採卵時期は11月下旬～12月中旬であり，回帰時期のピークである11月下旬～12月中旬とほぼ一致していた（表７）。昭和63年度から早期卵（10月中旬～11月中旬採卵）の移殖が始まり，早期群のみの回帰になった平成５年度以降の回帰状況をみると，10月上旬～11月下旬に大部分が回帰しており，ピークは10月下旬～11月中旬にみられ，採卵された時期とほぼ一致していた。平成10年以降は12月上・中旬の卵が移植されるようになり，回帰の主体は11月上旬～12月中旬にみられるようになった。しかし，最近の場合では，昭和61～63年頃と異なり11月に回帰する比率が高くなっている。これは，最近の種苗放流において，地元卵から生産した種苗の比率が高まっており，その採卵が11月上旬から始まっていることから，旬別の回帰時状況でも11月に回帰する比率が高まっているものと考えられる。

最近の５年間について，回帰尾数の月別の比率をみると，10月に10.7%，11月に42.8%，12月に46.5%が回帰している。今後は地元産の種苗の放流が多くなると考えられることから，この採卵時期に合わせた回帰が見られるものと考えられる。

回帰親魚の年令，大きさ，成熟

回帰尾数の増加した昭和58年度から平成14年度までの，回帰親魚の年令組成を表８に示す。年令の範囲は２～６才で，回帰の多かった年令は，年令査定を行った20年間のうち17回は４才で，それ以外は昭和60年度が３才，平成12，14年度が５才であった。20年間の年令組成の平均は，2才魚が1.6%，3才魚が18.6%，4才魚が57.4%，5才魚が21.2%，6才魚が1.2%であり，3～５才魚が97%を占め回帰魚の主体と考えられた。

また，回帰親魚の大きさは，平成10年度から14年度までの５カ年の平均で，全長71.4cm，尾叉長67.3cm，体重3.1kgであった（表９）。各年の測定値は，それぞれ68.2～74.4cm，64.2～70.2cm，2.6～3.6kgとばらつきが見られたが，雌雄間ではいずれの年も雄の方が大きい傾向が見られた。年令別では，2才魚が全長65.9cm，尾叉長62.1cm，体重2.4kgで，同様に３才魚は67.1cm，63.2cm，2.6kg，4才魚は71.4cm，67.4cm，3.1kg，5才魚は73.1cm，69.1cm，3.3kg，6才魚は74.5cm，70.3cm，3.5kgであった。この間の最大個体は，全長93cm，尾叉長87cm，体重8.9kgで５才魚の雄であった。また，最小個体は45cm，41cm，0.9kgで４才魚の雄であった。年令別の大きさは年によるばらつきが大きく，放流時のサイズの違いや海域での摂餌状況の差が影響しているものと考えられる。

河川に遡上する親魚は成熟が進んでおり，体色には婚姻色が表れている。銚子周辺の海域で採捕される親魚では，9～11月に体色が変化していない銀毛の個体が見られるが，栗山川に遡上した魚では銀毛は出現せず，ほとんどはブナ化が進んだ状態で魚体には強く婚姻色が表れている。しかし，10～11月の早期回帰魚では婚姻色が薄く見られる程度で，肉色には赤味が強く残っている個体も多く見られる。

生殖腺重量は，雌雄とも体重の増加に伴い増加する傾向がみられるが，雌の場合卵巣重量は体重の20%程度，雄の精巣重量は同５%程度であった。

表８ 回帰親魚の年令組成

回帰年度	年令組成（%）				
	2才	3才	4才	5才	6才
S58	4	22	66	8	0
S59	5	43	49	3	0
S60	3	61	28	8	0
S61	0	12	80	8	0
S62	0	13	80	7	0
S63	1	17	75	7	0
H 1	2	25	48	25	0
H 2	1	8	74	18	0
H 3	0	6	47	46	1
H 4	0	4	43	49	4
H 5	0	4	54	35	6
H 6	5	16	45	30	5
H 7	2	30	54	13	1
H 8	2	25	67	5	0
H 9	2	16	60	19	2
H10	0	24	57	18	1
H11	0	4	79	16	1
H12	1	18	32	47	2
H13	3	11	76	9	1
H14	1	12	32	54	0
平均	1.6	18.6	57.4	21.2	1.2

回帰率

各年度の年令組成から年令別の回帰尾数を求め，これをもとに各年度の放流尾数（放流群）に対する回帰尾数及び回帰率を求めた(表10)。年令査定を行っていない平成15～19年度については，20年間の平均で年令別の尾数を推定した。放流群別の回帰率は６才魚までの回帰が認められた平成13年度放流群までを求めた。

この放流群別回帰率では，放流開始の昭和51年度から56年度までは，0.04～0.09%と低い値であったが，昭和57年度～昭和59年度放流群は0.12～0.20%に増加し，当初目標としていた100万尾の放流で1,000尾が回帰する回帰率0.1%を達成した。これは，昭和54，55年度に種苗生産施設が整備され生産技術が安定したことと，放流時期である３月の海域の水温が，例年に比べ

表 9　平成10～14年に回帰した親魚の全長，尾叉長，体重

測定項目	雌雄	年令	H10	H11	H12	H13	H14	5カ年平均
全　長 (cm)	♂	2	68.0	−	76.0	58.1	70.0	68.0
		3	65.2	70.0	69.0	65.7	68.3	67.6
		4	70.2	72.2	70.8	72.5	74.5	72.0
		5	71.8	74.0	74.6	73.7	76.9	74.2
		6	72.5	74.7	76.0	76.0	−	74.8
		平均	69.3	72.4	72.3	71.4	74.6	72.0
	♀	2	−	−	57.0	67.0	64.0	62.7
		3	64.3	64.8	69.2	67.6	68.7	67.0
		4	67.3	69.1	71.3	71.2	73.8	70.6
		5	68.9	71.3	73.5	70.5	75.4	71.9
		6	70.4	75.0	73.0	83.0	−	75.4
		平均	66.9	69.4	72.0	71.0	74.2	70.7
	全体	2	68.0	−	66.5	60.1	69.0	65.9
		3	64.8	66.5	69.1	66.4	68.5	67.1
		4	68.8	70.7	71.1	72.1	74.2	71.4
		5	70.6	72.5	74.0	72.4	76.1	73.1
		6	71.4	74.9	73.5	78.3	−	74.5
		平均	68.2	70.9	72.1	71.2	74.4	71.4
尾叉体長 (cm)	♂	2	64.0	−	73.0	54.3	66.0	64.3
		3	61.3	66.1	65.0	61.8	64.4	63.7
		4	66.1	68.0	66.9	68.6	70.4	68.0
		5	67.7	69.9	70.6	69.7	72.7	70.1
		6	68.2	70.3	71.0	72.5	−	70.5
		平均	65.2	68.3	68.4	67.5	70.4	68.0
	♀	2	−	−	53.0	64.0	60.0	59.0
		3	60.4	60.9	65.3	64.0	64.8	63.1
		4	63.3	65.0	67.3	67.5	69.8	66.6
		5	64.9	67.2	69.4	66.9	71.2	67.9
		6	66.3	70.2	68.8	79.0	−	71.1
		平均	63.0	65.2	67.9	67.3	70.1	66.7
	全体	2	64.0	−	63.0	56.4	65.0	62.1
		3	60.9	62.6	65.2	62.6	64.6	63.2
		4	64.7	66.6	67.1	68.3	70.2	67.4
		5	66.5	68.4	70.0	68.6	71.9	69.1
		6	67.2	70.3	69.2	74.7	−	70.3
		平均	64.2	66.8	68.1	67.4	70.2	67.3
体　重 (kg)	♂	2	2.3	−	3.2	1.7	3.2	2.6
		3	2.3	2.8	2.8	2.4	2.9	2.6
		4	2.8	3.1	3.1	3.3	3.6	3.2
		5	3.0	3.5	3.6	3.5	4.1	3.5
		6	3.4	3.6	3.0	4.3	−	3.6
		平均	2.7	3.2	3.3	3.2	3.7	3.2
	♀	2	−	−	1.8	2.6	2.5	2.3
		3	2.2	2.3	2.6	2.6	2.9	2.5
		4	2.5	2.7	3.0	3.0	3.5	3.0
		5	2.7	3.1	3.3	2.8	3.7	3.1
		6	3.1	3.2	2.9	4.9	−	3.5
		平均	2.5	2.8	3.1	3.0	3.5	3.0
	全体	2	2.3	−	2.5	1.9	3.1	2.4
		3	2.2	2.5	2.7	2.5	2.9	2.6
		4	2.7	3.0	3.1	3.2	3.5	3.1
		5	2.9	3.3	3.4	3.2	3.9	3.3
		6	3.2	3.4	2.9	4.5	−	3.5
		平均	2.6	3.0	3.2	3.1	3.6	3.1
測定個体数	♂	2	1	0	1	7	5	14
		3	163	8	36	24	50	281
		4	347	273	62	147	100	929
		5	124	47	90	17	167	445
		6	6	3	1	2	1	13
		小計	641	331	190	197	323	1682
	♀	2	0	0	1	2	1	4
		3	128	16	36	14	38	232
		4	343	242	64	109	129	887
		5	93	57	95	12	214	471
		6	7	5	5	1	0	18
		小計	571	320	201	138	382	1612
	全体	2	1	0	2	9	6	18
		3	291	24	72	38	88	513
		4	690	515	126	256	229	1816
		5	217	104	185	29	381	916
		6	13	8	6	3	1	31
		小計	1212	651	391	335	705	3294

表10 放流群別回帰率の推移

放流年度	放流尾数（千尾）	年令別回帰尾数（尾）						放流群別回帰率（%）
		2 才	3 才	4 才	5 才	6 才	計	
S51	17	0	0	6	8	0	14	0.08
S52	160	0	18	90	11	0	119	0.07
S53	180	1	70	28	62	0	161	0.09
S54	650	2	16	507	10	0	535	0.08
S55	853	2	173	162	39	0	376	0.04
S56	880	28	143	141	133	0	445	0.05
S57	908	16	303	1,328	137	0	1,784	0.20
S58	1,020	14	194	1,506	73	0	1,787	0.18
S59	1,000	0	241	800	183	0	1,224	0.12
S60	933	181	353	37	9	0	580	0.06
S61	1,000	12	179	153	324	12	680	0.07
S62	1,100	15	16	328	142	12	513	0.05
S63	1,030	2	43	124	75	11	255	0.02
H 1	1,420	0	11	115	64	12	202	0.01
H 2	850	0	10	99	147	3	259	0.03
H 3	1,000	1	34	632	42	30	739	0.07
H 4	780	10	353	526	237	14	1,140	0.15
H 5	1,550	24	197	757	238	8	1,224	0.08
H 6	1,014	14	196	755	106	6	1,077	0.11
H 7	1,003	31	319	523	191	3	1,067	0.11
H 8	940	24	130	29	1	0	185	0.02
H 9	589	0	74	259	392	*10*	735	0.12
H10	328	2	38	235	*173*	*7*	456	0.14
H11	130	9	90	*470*	*117*	*8*	694	0.53
H12	148	6	*152*	*316*	*150*	*5*	629	0.43
H13	148	*13*	*102*	*406*	*93*	*10*	624	0.42
H14	146	*9*	*132*	*253*	*173*	–	566	–
H15	30	*11*	*82*	*468*	–	–	561	–
H16	150	*7*	*152*	–	–	–	159	–

斜字は，平成15年度以降年令査定を行っていないので年令組成の平均から推定した

て低い傾向であったことが好影響を与えていたものと考えられる。しかし，昭和60～62年度放流群は0.05～0.07%に減少し，さらに，早期回帰群を増やす目的で北海道卵の採卵時期が10月中下旬に早まった昭和63～平成２年度放流群は0.01～0.03%で最低の値であった。平成３年度放流群以降，北海道卵の移殖の最終年度である平成８年度放流群まででは，平成８年度を除いて0.07～0.15%と高めの回帰率で推移した。これは，平成３年度以降の移殖卵からの種苗生産において，内水面水産試験場で飼育する種苗の一部を栗山川ふ化場において中間育成を１ヶ月程度行うとともに，種苗のサイズをそれまでの0.8～1.0gから１～２gサイズに大型化を図ったことの効果と考えられる。さらに，平成９年度放流群以降は，0.12～0.53%と高い回帰率になっており，特に平成11～13年度放流群は0.42～0.53%と当初の目標を大きく上回るようになった。これは，平成10年度で県が行う種苗生産が終了し，移殖卵の生産をすべて栗山川漁協のふ化場で行うようになり，地元の水で飼育するようになったことが回帰率の向上に寄与したものと考えられる。

次に，回帰年度からみた回帰率を推定した。一般に，各回帰年度における回帰率としては単純回帰率を使用している。これは，回帰魚の多くが４才であることから，4年前の放流尾数に対する回帰尾数の比率で表したものである。しかし，栗山川の場合，平成11年度以降放流尾数が不安定で極端に少ない年があることから，単純回帰率では誤差が大きくなってしまう。このため，年令査定結果をもとに，ある年に回帰する親魚は３才

魚が20%，4才魚が58%，5才魚が22%と仮定し，3年前に放流された種苗のうち20%がその年に回帰すると期待される放流尾数と考え，同様に4年前放流尾数の58%，5年前放流尾数の22%の総和を補正放流尾数とした。この補正放流尾数に対するその年の回帰尾数を補正回帰率とした。

この補正回帰率の推移を表11に示す。北海道卵の移殖に依存していた間で回帰尾数の多かった昭和61，62年度は0.18%，0.19%であったが，それ以外の年はおおむね0.02～0.13%と低い値で推移していた。しかし，地元産種苗の比重が高まってきた平成14年度には，回帰尾数は少ないものの回帰率は0.22%とそれまでの最高を記録した。その後，平成15年度には0.46%，平成19年度には1.02%と，さらに高い回帰率を示している。

今後の展開

栗山川では，流域の自治体，漁業協同組合を中心とした関係者の努力により，水産業とは離れた形での種苗放流事業が確立しつつある。現在では地元産種苗の増加に伴い回帰率が向上しており，今後，さらに回帰尾数の増加が期待できる。しかし，回帰尾数の増加に伴い現有施設の能力不足や老朽化への対応が必要となっており，経費的な面での課題は小さくない。実際の問題として平成19年度の放流尾数は484千尾であり，補正回帰率が0.5～1.0%と仮定すると，平成23年には単純に考えても1,500～3,000尾の回帰が予想され，その対応を検討しておく必要がある。

また，これまでは回帰親魚の大多数は採捕されて種苗生産用として使用されていたが，平成17年度に魚道が開通してからは，上流域までサケが遡上している事例が増えてきている。栗山川にとってサケをどういう位置づけにするかにもよるが，環境との関係を重視していくのであれば，回帰した親魚が自然産卵を行い，そこからふ化した稚魚が栗山川で育ち海域へ流下し，北洋を回遊したのち栗山川へ帰ってくるのが本来の姿である。これについては，すでに地元でも上流への遡上や自然産卵への取組みを始めており，今後の展開が待たれるところである。しかし，栗山川は平地を流れる河川で，勾配は緩く底質は砂や泥が大部分であり，産卵に適した砂礫場は見られない。また，良質な水は上流域の山林からの湧水や地下水であり直接ふ化用水とするには水温が高いなどの問題がある。このため，河川での再生産を期待する場合でも，技術的な面でさらなる努力が必要である。また，回帰尾数が増加するに従い上流への遡上尾数が増えた時に，産卵場を見つけられず不適な環境の場所に放卵してしまったり，へい死した親魚が腐敗し悪臭等で嫌悪されるような状況になることも想定される。一方では，漁業資源としては一度は断念したが，回帰親魚の増加に伴いその利用方法についても再度検討が求められる。

サケ放流事業が流域住民に受け入れられて継続していくためには，栗山川におけるサケの位置づけや放流事業の目的を明確にすることが必要である。また，サケを含めた様々な生物が生息できる環境を保全するとともに，学校教育，住民活動，産業等との協働が求められるものと考えられる。

最初の放流が行われてから，すでに30年以上が経過しており，当事業に対してはこれまでに多くの努力が払われてきている。この事業を育ててきた地元関係者

表11　各年度の回帰尾数から推定した回帰率

年度	栗山川			
	放流尾数（千尾）	補正放流尾数（千尾）	回帰尾数（尾）	補正回帰率（%）
S51	17			
S52	160			
S53	180			
S54	650			
S55	853	42	25	0.06
S56	880	133	170	0.13
S57	908	270	57	0.02
S58	1,020	587	770	0.13
S59	1,000	814	331	0.04
S60	933	880	497	0.06
S61	1,000	924	1,655	0.18
S62	1,100	991	1,884	0.19
S63	1,030	991	1,066	0.11
H 1	1,420	961	730	0.08
H 2	850	1,005	208	0.02
H 3	1,000	1,064	704	0.07
H 4	780	1,123	289	0.03
H 5	1,550	1,220	213	0.02
H 6	1,014	1,005	218	0.02
H 7	1,003	923	1,168	0.13
H 8	940	982	782	0.08
H 9	589	1,273	1,251	0.10
H10	328	1,130	1,327	0.12
H11	130	993	661	0.07
H12	148	884	403	0.05
H13	148	614	339	0.06
H14	146	346	725	0.21
H15	30	177	818	0.46
H16	150	144	550	0.38
H17	50	148	707	0.48
H18	205	123	440	0.36
H19	484	80	815	1.02

補正放流尾数＝回帰年度の5年前放流尾数×0.22＋4年前放流尾数×0.58＋3年前放流尾数×0.20

に対し敬意を表するとともに，さらなる発展を期待したい。

文　献

1）社団法人本州鮭鱒増殖振興会（1996）：本州各県におけるさけ・ます増殖事業の展開，本州鮭鱒四十年史．58－61.

2）千葉県内水面水産試験場（1977）：内水面漁場生産力調査事業，栗山川漁場環境調査．昭和51年度業務年報，17－18.

3）千葉県内水面水産試験場（1977）：種苗放流効果試験事業，サケ放流効果試験．昭和52年度業務年報，26－27.

4）千葉県内水面水産試験場（1978）：種苗放流効果試験事業，サケ放流効果試験．昭和53年度業務年報，15－16.

5）千葉県内水面水産試験場（1979）：さけ資源開発調査試験事業．昭和54年度業務年報，71－75.

6）千葉県内水面水産試験場（1980）：湖沼河川増殖試験事業，サケ親魚回帰調査．昭和55年度業務年報，18－20.

7）千葉県内水面水産試験場（1981）：湖沼河川増殖試験事業，サケ親魚回帰及び種苗放流調査．昭和56年度業務年報，19－21.

8）千葉県内水面水産試験場（1982）：湖沼河川増殖試験事業，サケ親魚回帰及び種苗放流調査．昭和57年度業務年報，20－22.

9）千葉県内水面水産試験場（1984）：増殖調査試験事業，さけ資源開発調査試験．昭和59年度業務年報，18－19.

10）千葉県内水面水産試験場（1985）：増殖調査試験事業，さけ資源開発調査試験．昭和60年度業務年報，20－21.

11）千葉県内水面水産試験場（1986）：増殖調査試験事業，さけ資源開発調査試験．昭和61年度業務年報，19－20.

12）千葉県内水面水産試験場（1987）：増殖調査試験事業，さけ資源開発調査試験．昭和62年度業務年報，19－20.

13）千葉県内水面水産試験場（1988）：増殖調査試験事業，さけ資源開発調査試験．昭和63年度業務年報，19.

14）千葉県内水面水産試験場（1989）：増殖調査試験事業，さけ資源開発調査試験．平成元年度業務・調査研究事業報告，134－159.

15）千葉県内水面水産試験場（1990）：資源試験研究事業，さけ資源開発調査試験．平成２年度業務・調査研究事業報告，134－159.

16）千葉県内水面水産試験場（1991）：さけ資源開発調査試験事業．平成３年度千葉県内水面水産試験場事業報告，34.

17）千葉県内水面水産試験場（1992）：さけ資源開発調査試験事業．平成４年度千葉県内水面水産試験場事業報告，35.

18）千葉県内水面水産試験場（1993）：さけ資源開発調査試験事業．平成５年度千葉県内水面水産試験場事業報告，33.

19）千葉県内水面水産試験場（1994）：さけ資源開発調査試験事業．平成６年度千葉県内水面水産試験場事業報告，40.

20）千葉県内水面水産試験場（1995）：さけ資源開発調査試験事業．平成７年度千葉県内水面水産試験場事業報告，30.

21）千葉県内水面水産試験場（1996）：さけ資源開発調査試験事業．平成８年度千葉県内水面水産試験場事業報告，32.

22）千葉県内水面水産試験場（1997）：さけ資源開発調査試験事業．平成９年度千葉県内水面水産試験場事業報告，33－34.

23）千葉県内水面水産試験場（1998）：さけ資源開発調査試験事業．平成10年度千葉県内水面水産試験場事業報告，33－34.

24）千葉県内水面水産試験場（1980－1984）：さけます資源増大対策調査報告書.

25）千葉県内水面水産試験場（1985－1990）：さけ・ます増殖振興事業調査報告書.

26）赤松宗旦（1855）：物産.「利根川図誌一」，江戸，pp．8－13.

27）川那部浩哉・水野信彦編（1989）：サクラマス・ヤマメ.「日本の淡水魚」，初版，山と渓谷社，東京，pp．156－168

28）社団法人本州鮭鱒増殖振興会（1996）：サケ人工孵化放流事業百問百答（改訂版）．PP141.