

V章湖沼・河川における増殖事例

1) 湖沼

(1) 洞爺湖

① 湖沼のサクラマスとその利用

サクラマス *Oncorhynchus masou masou* は遡河回遊型サケ属魚類で、海に下り大型に成長し再び河川に回帰産卵する「降海型」のほかに、ヤマメと呼ばれ河川で数回にわたり成熟して死亡する「河川残留型」も見られる。河川残留型は、降海型に比べて小型である（詳しい生態は第Ⅱ章を参照）。一方、河川の上中流域に河川横断工作物（ダム）が建設され、その広大な貯水域の一次生産に支えられた小型魚類（例えばワカサギ *Hypomesus nipponensis* など）を餌生物にして大型に成長するサクラマスが観察される^{1) 2)}。これらは「降湖型」あるいは「湖沼産」サクラマスと呼ばれる。降湖型サクラマスは内水面漁業で利用されるほか、わが国では数少ない在来の大型ゲームフィッシュとして遊漁にも利用されている。

ところで、北海道では明治から大正昭和期の中頃にかけて湖沼資源の開発と利用のために、自然湖沼および人工湖に積極的な魚類等の移殖（放流）が試みられてきた³⁾。その中でサクラマスは、ヒメマス *Oncorhynchus nerka nerka*、ニジマス *O. mykiss*、ワカサギ、コイ *Cyprinus carpio* と並ぶ重要な増殖対象魚種の1つであった。ここでは、北海道の代表的な自然湖沼のひとつに数えられる、洞爺湖のサクラマス増殖とその利用について紹介する。先ず、洞爺湖の湖水環境の変化および棲息魚類の変化をまとめた。

② 洞爺湖の性状と環境改変（酸性化）の歴史

洞爺湖は、後志火山帯に生じた大規模な陥没盆地に位置する火山性カルデラ湖である。その周囲は35.9km、表面積70.4km²、湛水容積8.2km³、最大水深179mで冬季に湖水結氷が見られない貧栄養湖である。洞爺湖の基本的な性状を今田（2000）⁴⁾に基づき表V-1に示す。洞爺湖の流入河川は幌別川（財田（たからだ）川）を除いて、小規模な河川が見られるのみである（図V-1）。洞爺湖では過去に近接する有珠山の噴火が記録されているが⁵⁾⁶⁾、洞爺湖の環境は近代に入り、電源および鉱山開発により大きな影響を受けたことが知られている。

近代における洞爺湖の最初の大きな環境改変は、1920年（大正9年）に湖流出河川の壮瞥川に「壮瞥発電所」が建設されたことに始まる。その後、東湖岸のポロト地区にも隣接する長流川の川水を利用した「洞爺発電所」が設置された（1939年（昭和14年））。これに合わせて長流川上流部には久保内ダムが建設され、その下流域にも洪水調節ダムが建設された結果、洞爺湖に長流川の川水を導水するシステムが完成したのである（図V-1）⁷⁾。

一方、久保内ダム上流域には明治から昭和中期にかけて、硫黄および褐鉄鉱の採掘を目的とする鉱山の開発が進められていた。それらは、北海道硫黄幌別鉱山（1902年（明治35年））、徳舜瞥鉱山（1940年（昭和15年））そして弁景鉱山（1970年（昭和45年））である。これらの鉱山はその後1971年（昭和46年）から1973年（昭和48年）にかけて閉山したが⁷⁾、前二者の鉱山から強酸性排水（pH1.7~2.5）が長流川に流下し、これらの酸性排水は、久保内ダムおよび洪水調節ダムを通じて洞爺湖に流入し続けたのである。その結果、7.0以上を保

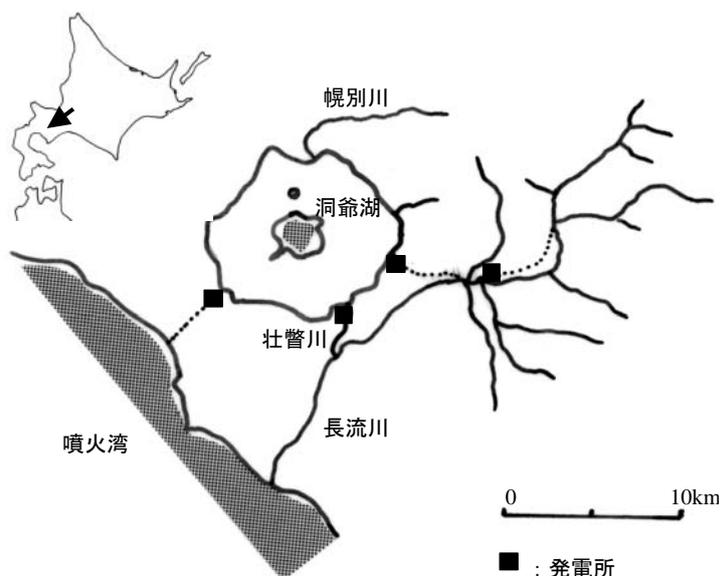
持していた洞爺湖湖水 pH は⁸⁾、1960年代(昭和30年代後半)以降 pH 値が低下し続け、1970年(昭和45年)前後に pH5 まで酸性化が進んだ。一方、湖水の酸性化対策として鉱山排水の中和処理が始まり、その効果により最近の湖水 pH は7まで回復している^{4),7)}。

湖水 pH が回復しつつあった1977年(昭和52年)に有珠山噴火が起き、その火山灰が大量に洞爺湖に降下したが、北海道立水産孵化場による調査結果では、湖水の透明度、総鉄量、SS(懸濁物質)に影響が認められるものの、棲息魚類に影響は観察されないと報告されている^{4),7)}。

表V-1 洞爺湖の基本性状

項目	性状
位置	北緯42度36分 東経140度51分
標高 (m)	84
表面積 (km ²)	70.4
集水域面積比	5.5
湖沼容積 (km ³)	8.2
周囲長 (km)	35.9
最大水深 (m)	179
滞留時間 (年)	9
補償深度 (m)	25.7~65.0 (平均42.7)
結氷期	なし

注：今田(2000)を改変。



図V-1 洞爺湖およびその流入河川の図

③ 洞爺湖に棲息する魚類の変化

洞爺湖でアイヌの人々が漁を行った記録は残されていないが、その流出河川である壮瞥川では、壮瞥の滝（湖水流出部にある魚止めの滝）でアイヌの人々がここまで遡上してくるサケ *Oncorhynchus keta* をのぼり築で漁獲したことが記録に残されている^{9)・10)}。従って、明治期以前の洞爺湖は、湖岸に住む人々が食料として利用できる質と量を備えた魚類は乏しかったものと推察される。その後洞爺湖にはヒメマスを始めとして、分かっているだけで7種の魚類および甲殻類1種が放流されたことから、現在の洞爺湖漁業を理解するために、その魚類相の変化を年代に沿ってまとめた。

はじめに既往の文献等に基づいて、洞爺湖に棲息する魚類を年代順に一覧表に示す（表V-2）。ただし、用いた文献資料のほとんどが広範な現地調査結果に基づくものではないことから、一覧表のある時期に未記載の魚種が、必ずしもその当時湖内に棲息しないことを意味するものではない。

表V-2 洞爺湖および流入河川に棲息する魚類の変遷

魚種	年	1867以前 (在来種)*1	1908～ 1927年*2	1910 *3	1928～ 1934年*2	1932 *4	1950 *5	1966 *6	1988 *7	1993 *8
アメマス		○	○		○					
ウグイ		○	○	○	○					
ヨシノボリ		○	○		○					○
ウキゴリ						○				○
カジカ (ハカヅカ)		○	○		○					○
ヒメマス			○		○	○	○	○	○	○
ワカサギ			○		○	○	○	○	○	○
ベニザケ			○		○		○			
ニジマス			○		○					○
シロマス			○		○		○			
サクラマス					○	○	○			○
コイ							○			
ヤツメウナギ類										○
ギンブナ										○
ドジョウ										○
フクドジョウ										○

注：魚種の学名は本文を参照のこと。

注：出典は、*1：黒萩, 1984、*2：武田, 1954、*3：菊池, 1950、*4：大野・安藤, 1932、*5：元田, 1950、*6：江口・黒萩, 1966、*7：今田ら, 1988、*8：河村, 未発表資料による。

ア. 明治期以前

明治期以前の洞爺湖には、アメマス *Salvelinus leucomaenis*、ウグイ、ヨシノボリ *Rhinogobius* sp.、カジカ *Cottus* sp.が棲息していたとされている¹¹⁾。ただし、ヨシノボリおよびカジカの種同定には注意をはらう必要がある。ヨシノボリは現在いくつかの「型」に分類されるが、この時代の本種の「型」は明らかにされていない。さらに、北海道に分布する淡水カジカ類

は、偶発的に移入した場合を除き現在3種が知られている。ここで報告されたカジカは、後述される資料（河村未発表資料）からハナカジカ *Cottus nozawae* と判断される。

イ. 明治期から昭和初期

明治から昭和初期にかけて実施された移殖の記録によれば、この時期の洞爺湖には7種の魚類が移殖放流されている^{5),12)}。その内訳は、ヒメマスが1908年（明治41年）から1911年（明治44）に支笏湖から移殖されたのに始まり、ワカサギが1912年（大正1年）から翌年にかけて霞ヶ浦から導入された。ただし、ヒメマスは1893年（明治26年）に阿寒湖から洞爺湖に卵移殖した記録が見られるが^{5),13)}、その稚魚が洞爺湖に放流されたか否かは不明である。このほかに、ベニザケ *Oncorhynchus nerka nerka*（1926年（大正15年）にウルモベツから移入）、ニジマス（1926年（大正15年）から1928年に千歳孵化場から移入）、サクラマス（1928年（昭和3年）に千歳孵化場から移入）、シロマス *Coregonus* sp.（1928年にロシアから移入）、コイ（1923年（大正12年）に移入）が洞爺湖に移殖されている。

ウ. 昭和期から現在

ヒメマス、ワカサギ、サクラマスが漁業種として利用されるが、すでに述べたとおり1970年前後（昭和45年前後）に顕著となった湖水の酸性化のため、魚類は壊滅的打撃を受けたことが知られている。特に、この時代はヒメマスおよびワカサギの餌生物である動物プランクトンの生産に著しい影響が認められ、ヒメマスに空胃個体や成長の不良が報告されている¹⁴⁾。湖水酸性化対策の効果が認められた1980年（昭和55年）以降、洞爺湖の魚類相も回復しつつあると考えられる。

著者は1995年（平成7年）6月15日と16日に、当時の北海道大学水産学部附属洞爺湖臨湖実験所の協力を得て、流入河川の幌別川流域およびその湖岸流入部に棲息する魚類相を調査する機会を得た（図V-1）。それによると、幌別川流域および湖岸流入部で10種の魚類が採集確認できた。幌別川流域では4種（サクラマス、ニジマス、フクドジョウ *Noemacheilus barbatulus toni*、ハナカジカ）の棲息が確認され、湖岸流入部では9種（ヤツメウナギ類 *Lethenteron* sp.、サクラマス、ワカサギ、ギンブナ *Carassius auratus langsdorfii*、ドジョウ *Misgurnus angullicaudatus*、フクドジョウ、ハナカジカ、ヨシノボリ *Rhinogobius* sp.、ウキゴリ *Gymnogobius urotaenia*）の棲息が確認された。洞爺湖流入河川とその流入部の魚類相は比較的豊かであることが窺えた。このことから、流入河川の魚類集団が酸性化により失われた洞爺湖魚類相の回復に貢献したことが考えられる。ちなみにこの時のpH値は、幌別川2カ所（流入部から1.4kmおよび2.1km上流）で7.1および7.2、そして湖岸流入部でpH6.9であった。

最近の釣り人の情報によると、洞爺湖にはブラウントラウト *Salmo trutta* も棲息するとのことである。

エ. 洞爺湖産サクラマスの生物学的形質

流入河川菅原川に遡上したサクラマス親魚の生物学的形質をまとめた。親魚の採捕期間は1992（平成4）年9月25日から10月2日で、雌親魚の平均尾叉長53.6cmおよび平均体重1,993g（10個体）、雄親魚のそれらは44.5cmおよび976g（2個体）であった。また、雌親魚

3 個体（平均尾叉長 54.1cm、平均体重 1,955g）の生殖形質は、平均孕卵数 2,731 粒、平均卵重 0.17g、平均卵径 62mm であった。これらの詳細については、表 V-3 にまとめた。

表 V-3 洞爺湖流入河川に遡上したサクラマス親魚の形質

	測定範囲ほか	平均値	供試個体数
雌の尾叉長 (cm)	40.8～60.5	53.6	10
雄の尾叉長 (cm)	42.4～46.6	44.5	2
雌の体重 (g)	792～2,852	1,993	10
雄の体重 (g)	771～1,181	976	2
孕卵数 (粒)	2,517～3,657	2,731	3
卵重 (g)	0.13～0.2	0.17	3
卵形 (mm)	56～68	62	3

注：採集場所は菅原川、採集年月日は 1992 年（平成 4 年）9 月 25 日から 10 月 2 日。

④ 洞爺湖のサクラマス漁業

洞爺湖の主要漁業種はヒメマスおよびワカサギそしてサクラマスであるが、その他の漁業種を含めた漁獲量の推移を図 V-2 にまとめる¹⁵⁾。ただし、この図はヒメマスを除いて、1970 年（昭和 45 年）以降の資料が欠落していることに注意していただきたい。ここではサクラマスに注目して、その漁獲利用等について述べる。

洞爺湖のサクラマス漁獲量の記録は資料によると、1937 年（昭和 12 年）の 3 トンが初出である¹⁵⁾。これによるとサクラマスは 1937 年から 1964 年（昭和 40 年）までの間、0.2 トンから 5.6 トンの漁獲があったことが記録されている。その後湖水の酸性化が顕在化したことにより、1960 年代後半にサクラマス漁獲量は 30kg ないし 50kg まで減少している。一方、1943 年（昭和 18 年）に北海道庁水産課がとりまとめた道内各湖沼の漁業生産高によると、洞爺湖は「ワカサギ、ヒメマス、マス（サクラマス）」の 3 魚種が漁獲されており、合わせて 8,715 貫（約 33 トン）の漁獲が記録されている⁵⁾。ちなみに前述資料による同年の 3 魚種漁獲量の合計は約 36 トンで、ほぼ一致した値を示した。その後、1970 年代から現在に至るまでのサクラマス漁獲量を整理した資料は見当たらないが、1970 年代以降漁獲量が目立った増加は認められないとされている⁷⁾。ただし、近年になり数は少ないもののサクラマスの大型化および流入河川への遡上が度々観察されるようになった。

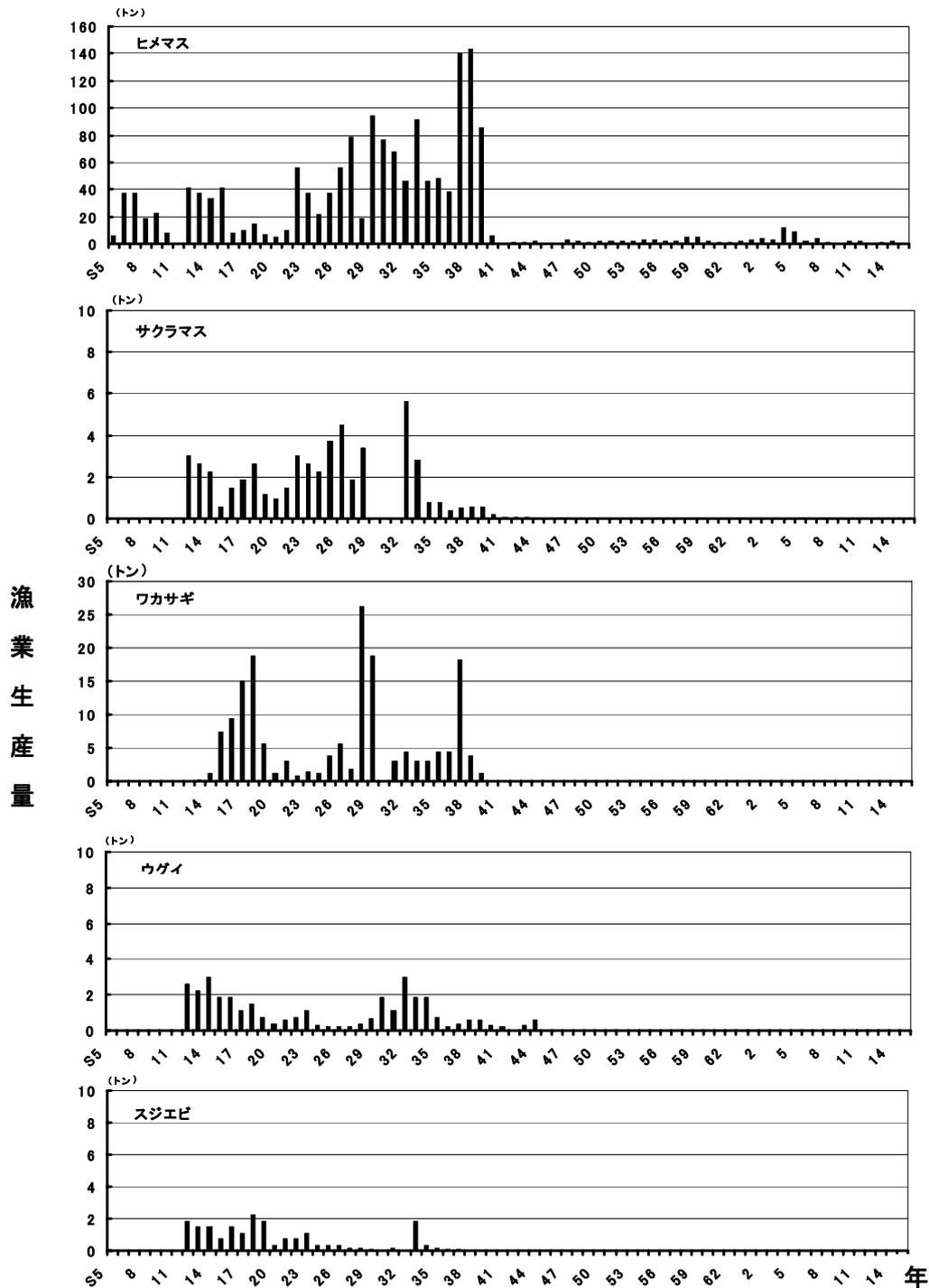


図 V-2 洞爺湖の漁業種生産量の変動

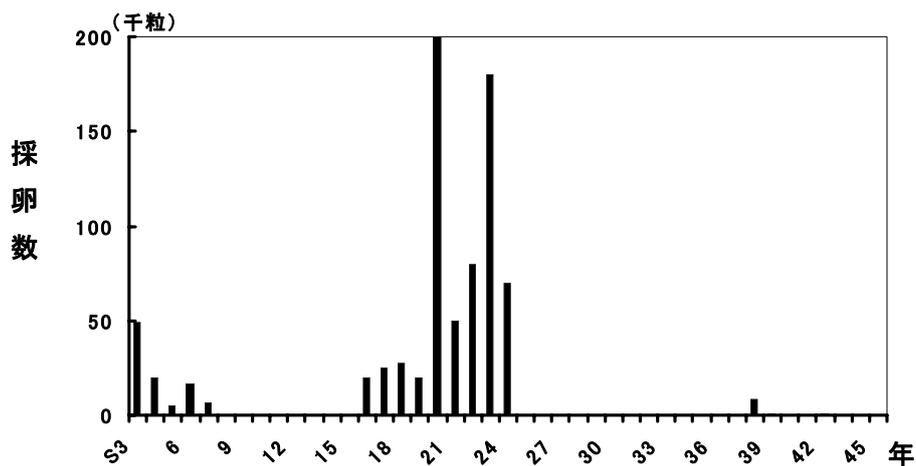
⑤ 洞爺湖のサクラマス増殖

初めて洞爺湖にサクラマスが移入された経緯は明らかにされていない。すなわち、洞爺湖のサクラマスが文献等資料に記載されるのは、1932年（昭和7年）の大野磯吉・安藤壽三郎の報告¹⁶⁾が最初である。これによると1922年（大正11年）に現地で「カラスマス」と呼

ばれるマス的一种が、幌別川に遡上し漁獲されたことが記されている。その後、「カラスマス」は1925年（大正14年）に再び幌別川で漁獲され、これ以降「カラスマス」の遡上産卵が見られることとなり、湖内の刺し網で獲られるようになったとされている。これらのマスは形態学的計測値（幽門垂数、鰓耙数、尻鰭軟条数、側線鱗数など）からサクラマスであることが判明したが、その移入経過については明らかにできなかった。ただし、洞爺湖には1893年（明治26年）から1918年（大正8年）にかけてヒメマス卵が、阿寒湖および支笏湖そして十和田湖から移殖されており、これらの卵に混じってサクラマス卵が移入したかもしれないとされている。

その後サクラマス稚魚が、1929年（昭和4年）から1931年（昭和6年）の間、3回にわたり洞爺湖に移殖された¹⁶⁾。それらは、千歳川産約5万尾（1929年）および長流川産3.5万尾（1930年）そして長流川産0.45万尾（1931年）の稚魚であった。このころ5ヶ年間にわたりサクラマス卵が洞爺湖に収容されたが、その平均卵数はおよそ2万粒である。資料によると1940年代（昭和16年から昭和24年）に、サクラマスの地場採卵が洞爺湖漁業協同組合により行われ、その平均採卵数はおよそ7.5万粒（2万粒ないし20万粒）であった¹⁵⁾。さらに、酸性化が顕著となった1960年代（昭和38年から昭和42年）のそれは、わずか2千粒（300粒ないし8400粒）に止まっている。

酸性化以前の洞爺湖サクラマス採卵数（初期の移入卵も含める）の年変動を図V-3に示すとともに、最近11年間（1994年（平成6年）から2004年（平成16年））のサクラマス稚魚放流数を表V-4にまとめた。この表には参考として他の北海道湖沼の資料も含めてある。これによると、11年間で年間2万尾から4万尾の稚魚が洞爺湖に放流されているが、まったく放流されない年も見られる。



図V-3 湖水酸性化以前の洞爺湖のサクラマス採卵数の変動

表V-4 北海道湖沼における最近11年間のサクラマス稚魚放流数

	洞爺湖	阿寒湖	チミケ ツブ湖	糠平湖	おけと 湖	朱鞠内 湖	岩尾内 湖	桂沢湖	浦河ダ ム湖	サホ 口湖	高見人工 湖	
1994	H6	30	0	0	0	25	0	130	80	0	0	50
1995	7	*54	0	0	0	0	*29	*3	*40	0	0	*50
1996	8	20	0	0	0	0	(100)	110	50	0	0	0
1997	9	0	0	0	0	0	(50)	*63	*50	0	*45	*22
1998	10	0	0	0	0	0	(50)	63	50	0	45	22
1999	11	40	0	0	23	0	0	0	33	0	35	30
2000	12	0	0	0	0	0	*2	73	0	0	33	0
2001	13	0	0	0	0	0	20	100	0	0	0	0
2002	14	0	0	0	7	0	20	100	0	0	20	0
2003	15	0	2	0	8	0	10	60	33	10	0	0
2004	16	0	0	1	8	5	20	60	0	0	0	0

注：*は卵数（千粒）

注：（ ）は稚魚重量（kg）

⑥ まとめ

最近の洞爺湖の漁業対象種はヒメマスおよびワカサギである。これらはいずれもプランクトン食性魚類であり、特に、ヒメマスは北海道の内水面漁業種のなかで魚価が高く、漁業者にとって魅力的な湖沼産サケマスの1つである。一方、サクラマスは魚食性が強く大型に成長するが、その魚価はヒメマスに比べて劣り、その消費も自家消費が多くを占める実態にある。従って、降湖型サクラマスは、内水面湖沼漁業者にとって魅力に乏しい魚種に位置付けられるようになった。一方、降湖型サクラマスは、遊漁において大型で引きの強い在来種として再評価する動きも見られる。この観点から洞爺湖のサクラマスは、貴重な遊漁用の大型在来魚種としてその価値を見直す必要があるように思われる。ただし、貧栄養湖におけるプランクトン食性魚類（ヒメマス・ワカサギ）の資源管理に加えて、その生態的地位がより高い魚食性魚類（サクラマス）の資源管理はより複雑で、科学的基礎資料も不足していることから、洞爺湖では、湖沼利用者と内水面試験研究機関が連携して、サクラマスを含めた湖沼資源の適正な資源管理と資源増殖技術の開発に取り組むことが重要と考えられる。

（文献）

- 1) 長内 稔. 1962. 陸封型サクラマスの生態調査 I. 雨竜人工湖の湖況の遷移と湖産サクラマスの食性について. 北海道立水産孵化場研究報告, 17:21-29.
- 2) 長内 稔. 1982. 湖沼のサクラマス. 淡水魚 増刊ヤマメ・アマゴ特集. (財) 淡水魚保護協会. 大阪. p.92-96.
- 3) 北海道立水産孵化場. 1953. 北海道に於ける湖沼の生産計画資料. pp.79.
- 4) 今田和史. 2000. 洞爺湖の水質環境と漁業の変遷. 高村典子編. 湖沼環境の変遷と保全に向けた展望. 国立環境研究所研究報告, 153:83-97.
- 5) 元田 茂. 1950. 北海道湖沼誌. 水産孵化場試験報告, 5(1):1-97.

- 6) 規矩智生（菊池覚助）. 1950. 洞爺湖. 魚と卵, 1(11) : 22-26.
- 7) 今田和史・伊藤富子・伊沢敏穂. 1988. 洞爺湖の酸性化と中性化過程の環境変化. 北海道立水産孵化場研究報告, 43:65-75.
- 8) 田中館秀三. 1940. 洞爺湖. 鮭鱒彙報, 40:1-4.
- 9) 更科源蔵・更科 光. 1976. コタン生物記 II 野獣・海獣・魚族篇. 法政大学出版局. 東京. p.456-469.
- 10) 秋庭鉄之. 1987. 日胆地方の鮭鱒ふ化事業史. 北海道さけ・ますふ化放流事業百年史さん委員会. 札幌市. p.22-24.
- 11) 黒萩 尚. 1984. 火山湖の. 北海道の自然, 24:60-69.
- 12) 武田重秀. 1954. 淡水魚の移殖について. 魚と卵, 5(12):29-36.
- 13) 秋庭鉄之. 1975. 千歳 さけ・ますふ化事業創設の記録. 北海道さけ・ます友の会. pp.196.
- 14) 江口 弘・黒萩 尚. 1966. 最近における洞爺湖の様相について. 水産孵化場研究報告. 21:91-98.
- 15) 北海道. 1970. 昭和 44 年度全国漁場環境保全基礎調査報告書（洞爺湖）. pp.95.
- 16) 大野磯吉・安藤壽三郎. 1932. 洞爺湖産のマスに就いて. 鮭鱒彙報, 4(1):5-8.

（２）中禅寺湖

中禅寺湖は男体山の噴火で流出した溶岩によって大谷川が堰き止められて形成された湖である。海拔 1,269m に位置し面積 11.6km² の貧栄養湖で、落差 97m の華厳の滝があるため魚が遡上出来ないことやこの地域が古くから霊地として魚の放流が固く禁じられていたことから、明治 6 年に初めてイワナが放流されるまでは魚はまったく棲息していたかと言われている。明治 6 年に二荒山神社から放流が許されて以来、明治 7 年にはコイ、フナ、ウナギ、ドジョウが放流され、その後もいろいろな魚種が放流されている。

① ビワマス*とサクラマス**の移殖

中禅寺湖に初めてビワマスが入ったのは明治 15 年（1882）のことで、この時は琵琶湖から 12 万粒の卵が移殖されている（表 V-5）。

因みに、ヒメマスが中禅寺湖に移殖されたのは、ビワマスより 24 年も後の明治 39 年（1906）のことである。

表 V-5 にあるように、2 回目にビワマスが入ったのは最初の移殖から 5 年後の明治 20 年（1887）で、それ以降明治 31 年（1898）までの 11 年間、毎年移殖が行われた。その後明治 33 年（1900）に 1 回、そして明治 39 年（1906）から明治 44 年（1911）まで 6 年続けて移殖が行われた。このようにビワマスは明治時代だけで 20 回、合計 596 万 1 千粒もの卵がいずれも琵琶湖から移殖されている。

ビワマスの移殖はその後昭和 17 年（1942）に同じ琵琶湖から 1 回（5 万粒）実施されただけでその後行われていない。

一方、当時は鱒と呼ばれていたサクラマスが中禅寺湖に入ったのはビワマスより 2 年後の

明治 17 年（1884）のことで、北海道からの 23 万 2 千粒が最初である（表 V-5）。

表 V-5 ビワマスとサクラマスの移殖記録³⁾

年号	西暦	移殖卵数 (千粒)	内訳			
			ビワマス		サクラマス	
			卵数	移殖元	卵数	移殖元
明 15	1882	120	120	琵琶湖		
17	1884	232			232	北海道
20	1887	200	50	琵琶湖	150	西別川
21	1888	65	15	琵琶湖	50	西別川
22	1889	226	100	琵琶湖	126	西別川
23	1890	110	10	琵琶湖	100	西別川
24	1891	158	18	琵琶湖	140	西別川
25	1892	270	200	琵琶湖	70	西別川
26	1893	458	308	琵琶湖	150	西別川
27	1894	430	300	琵琶湖	130	西別川
28	1895	460	300	琵琶湖	160	西別川
29	1896	520	300	琵琶湖	220	西別川
30	1897	300	250	琵琶湖	50	西別川
31	1898	280	230	琵琶湖	50	西別川
33	1900	60	60	琵琶湖		
39	1901	1,410	1100	琵琶湖	310	西別川
40	1907	2,100	1,100	琵琶湖	1,000	西別川
41	1908	1,080	200	琵琶湖	880	西別川
42	1909	1,300	900	琵琶湖	400	西別川
43	1910	200	200	琵琶湖		
44	1911	50	200	琵琶湖		
昭 17	1942	50	50	琵琶湖		
28	1953	61			61	根室支場
33	1958	50			50	渡島支場
35	1960	160			160	渡島支場
36	1961	60			60	渡島支場
	合計	10,410	6,011		4,549	

第 2 回目の移殖は 3 年後の明治 20 年（1887）に実施され、以後明治 31 年（1898）まで 12 年間毎年行われた。その後も明治 39 年（1906）から明治 42 年（1909）まで 4 年間連続して移殖されている。明治時代だけで 17 回、合計 421 万 8 千粒の卵が移殖されているが、記録に残っている名称はすべて鱒である。

移殖元については、第 1 回目は単に北海道という記録しか残っていないが、第 2 回目以後はすべて北海道の西別川から送られてきたものである。

日光養魚場の記録にサクラマスの種名が記載されるようになったのは昭和 28 年（1953）に北海道根室支場から移殖された卵からである。サクラマス卵は、その後昭和 33 年（1958）、

昭和 35 年 (1960)、昭和 36 年 (1961) の 3 回に亘って北海道渡島支場から移殖されている。

サクラマスの移殖は昭和に入ってからのこの 4 回の合計 33 万 1 千粒だけで、それ以後行われていない。

これらのことから、ビワマスもサクラマスも明治時代に集中的に大量の卵が移殖されていたことが分かる。

② ホンマス***の再捕親魚数と採卵数について

表 V-6 は産卵に戻ってきたホンマスの再捕親魚数、採卵に使用した親魚数、採卵数、分譲卵数、放流数の記録を 1 つの表にまとめたものである。ふ化放流事業が明治 39 年に宮内省に移されたこともあって、現存する明治 42 年以降の公式帳簿から正確なデータを得ることができた。

ただ、昭和 37 年 (1962) と昭和 38 年 (1963) については、当時の記録が見つからず不明である。

表で明らかのように、中禅寺湖で初めて人工採卵が行われたのは明治 19 年 (1886) で、その時の採卵数は 7 万粒であった。当時の記録では魚種は鱒になっていて、採卵に当たってはビワマスとサクラマスを区別していなかったことが分かる。

採卵は翌明治 20 年 (1887) も行われて、それ以後今日まで 120 年間に亘って連綿と続いている。

産卵期のビワマスとサクラマスは、いずれも鮮やかな婚姻色を示していて外観では識別できないために、区別しないで採卵していたようである。

普通、採卵では数尾分の卵をまとめて複数の雄の精液を用いて受精させる方法が用いられている。このため、卵にはビワマスとサクラマスが混在し、精液も両種が用いられるので、気づかないまま大量の卵が雑種になっていた筈である。しかし、当時のふ化成績簿を見ても初期生残率に特に変わった点は見られていない。その様なこともあって、当時は交雑については殆ど問題にされてなかったように思われる。

ビワマスとサクラマスの雑種について、生残率や成長がビワマスやサクラマスと変わらないことが実験的に証明されたのは、最初の交雑が行われたと推定される第 1 回目の採卵から 70 年以上も後のことである^{1),2)}。

表V-6 ホンマスの再捕親魚数、採卵数、分譲卵数、放流数の記録^{3),4),5),6),7),8)}

年号	西暦	捕獲親魚数			採卵数 (千粒)	分譲卵数 (千粒)	放流尾数 (千尾) * 移殖ピワマス・サクラマスを含む
		合計(尾)	採卵使用数				
			雌	雄			
明 15	1882	0	0	0	0	0	0
16	1883	0	0	0	0	0	83
17	1884	0	0	0	0	0	0
18	1885	0	0	0	0	0	-
19	1886	-	-	-	70	0	0
20	1887	-	-	-	115	0	47
21	1888	-	-	-	120	0	104
22	1889	-	-	-	30	0	78
23	1890	-	-	-	58	0	17
24	1891	-	-	-	120	0	40
25	1892	-	-	-	230	0	72
26	1893	-	-	-	240	0	147
27	1894	-	-	-	240	0	150
28	1895	-	-	-	270	0	158
29	1896	-	-	-	300	0	174
30	1897	-	-	-	280	0	215
31	1898	-	-	-	-	0	193
32	1899	-	-	-	171	0	10
33	1900	-	-	-	453	0	72
34	1901	-	-	-	-	0	248
35	1902	-	-	-	-	0	-
36	1903	-	-	-	-	0	-
37	1904	-	-	-	-	0	-
38	1905	-	-	-	-	0	-
39	1906	-	-	-	-	0	-
40	1907	-	-	-	-	0	918
41	1908	35	-	-	-	0	1,072
42	1909	378	17	12	14	0	983
43	1910	2,108	130	58	74	0	1,202
44	1911	3,990	1,033	382	453	0	252
45	1912	3,883	411	182	213	0	580
大 2	1913	2,851	591	352	433	0	186
3	1914	3,911	1,046	591	618	0	391
4	1915	4,270	761	344	460	0	555
5	1916	4,764	1,369	626	789	0	413
6	1917	4,787	1,017	774	587	0	715
7	1918	1,953	451	-	288	0	511
8	1919	2,153	262	109	145	0	214
9	1920	3,062	769	155	557	0	108
10	1921	1,956	279	82	139	0	94
11	1922	2,515	685	212	446	30	81
12	1923	2,058	690	268	407	-	49
13	1924	3,552	1,760	549	968	-	-
14	1925	2,365	812	315	411	278	-

年号	西暦	捕獲親魚数			採卵数 (千粒)	分譲卵数 (千粒)	放流尾数 (千尾) <small>* 移殖ピワマス・サクラマスを含む</small>	
		合計(尾)	採卵使用数					
			雌	雄				
	15	1926	3,380	1,343	593	755	553	75
昭	2	1927	3,182	1,093	603	741	670	14
	3	1928	2,021	514	380	383	265	20
	4	1929	1,376	489	178	331	246	74
	5	1930	3,289	1,397	305	905	652	38
	6	1931	1,947	757	275	534	399	101
	7	1932	1,800	593	188	402	280	62
	8	1933	2,755	1,180	352	788	645	72
	9	1934	1,266	369	127	305	240	66
	10	1935	1,133	223	74	215	168	51
	11	1936	1,106	270	140	284	176	33
	12	1937	604	178	64	133	0	73
	13	1938	783	206	93	132	0	93
	14	1939	1,134	488	188	357	0	97
	15	1940	1,916	492	277	354	3	277
	16	1941	1,821	118	279	183	0	225
	17	1942	1,966	650	273	367	50	160
	18	1943	742	396	164	257	0	279
	19	1944	1,638	520	193	278	30	249
	20	1945	1,275	489	198	333	0	226
	21	1946	1,493	815	348	360	0	307
	22	1947	333	102	58	95	0	317
	23	1948	366	361	199	202	0	90
	24	1949	515	452	172	300	90	182
	25	1950	1,125	1,017	492	532	155	187
	26	1951	1,672	1,242	529	633	290	316
	27	1952	1,687	1,325	475	607	200	270
	28	1953	2,544	774	304	370	70	380
	29	1954	3,257	1,556	483	807	380	310
	30	1955	1,820	910	473	518	200	349
	31	1956	1,906	953	447	548	226	281
	32	1957	2,602	1,301	581	998	420	304
	33	1958	1,638	819	269	593	310	496
	34	1959	1,344	672	185	502	260	300
	35	1960	2,387	1,462	925	1,023	706	171
	36	1961	1,629	876	753	557	386	287
	37	1962	-	-	-	520	341	193
	38	1963	-	-	-	452	210	122
	39	1964	584	277	307	225	0	82
	40	1965	1,018	490	528	200	0	70
	41	1966	1,131	634	497	222	0	8
	42	1967	1,254	535	719	305	100	96
	43	1968	1,064	427	637	266	10	147
	44	1969	1,563	765	798	452	100	99
	45	1970	1,947	1,006	941	690	205	123

年号	西暦	捕獲親魚数			採卵数 (千粒)	分譲卵数 (千粒)	放流尾数 (千尾) * 移殖ピワマス・サクラマスを含む	
		合計(尾)	採卵使用数					
			雌	雄				
46	1971	2,192	1,051	1,141	621	140	114	
47	1972	1,278	573	705	255	0	12	
48	1973	922	449	473	158	0	79	
49	1974	576	295	281	95	0	17	
50	1975	1,148	536	612	155	0	8	
51	1976	1,462	805	657	528	0	116	
52	1977	1,220	525	695	300	0	351	
53	1978	2,088	713	1,375	285	0	203	
54	1979	*1,307	664	643	321	0	136	
55	1980	*1,248	620	628	318	0	152	
56	1981	*538	221	317	197	0	146	
57	1982	622	335	287	254	0	88	
58	1983	417	177	240	69	0	91	
59	1984	358	189	169	118	0	32	
60	1985	1,142	570	572	245	0	18	
61	1986	1,156	528	628	231	0	46	
62	1987	1,425	682	743	222	0	201	
63	1988	875	421	454	181	0	106	
平	1	1989	1,626	674	952	143	0	166
	2	1990	2,203	718	1,485	70	0	100
	3	1991	152	306	469	152	0	108
	4	1992	2,434	244	288	212	(養殖研から分譲 120)	102
	5	1993	1,025	192	233	261	0	156
	6	1994	311	136	175	66	0	134
	7	1995	580	124	112	273	0	64
	8	1996	190	85	157	190	0	258
	9	1997	1,333	178	265	253	0	142
	10	1998	132	217	268	132	0	155
	11	1999	*237	168	69	260	0	20
	12	2000	75	13	33	75	0	224
	13	2001	49	25	126	49	0	141
	14	2002	1,211	756	455	633	0	85
	15	2003	1,273	632	641	311	0	455
	16	2004	1,707	929	778	362	0	186
	17	2005	1,498	867	631	531	0	286
	18	2006	*689	381	308	594	0	260

欄中の - は不明を示す。* は中禅寺湖の捕獲尾数のみ

図V-4は産卵のために戻ってきたホンマスの親魚数の推移を示したものである。年によってその尾数はかなり変動していることが注目される。

親魚数が最も多かったのは大正6年(1917)の4,787尾で、明治、大正、そして昭和の初めにかけては少ない年でも2,000尾以上再捕されていて、比較的安定していた。しかし、そ

れ以降は次第に減少して、近年では特別多い年でも 2,000 尾をわずかに越える程度になっている。

一方、毎年の採卵数にも年によってかなり変動が見られ、昭和 35 年（1960）の 102 万 3 千粒のような年がある反面、平成 13 年（2001）の 4 万 9 千粒のように著しく少ない年もあって、放流種苗の安定確保は今も重要な課題である。

昭和 42 年（1967）に中禅寺湖の漁業権が中禅寺湖漁業協同組合に認可されたため、増殖事業はその年から中禅寺湖漁業協同組合に引き継がれて現在に至っている。

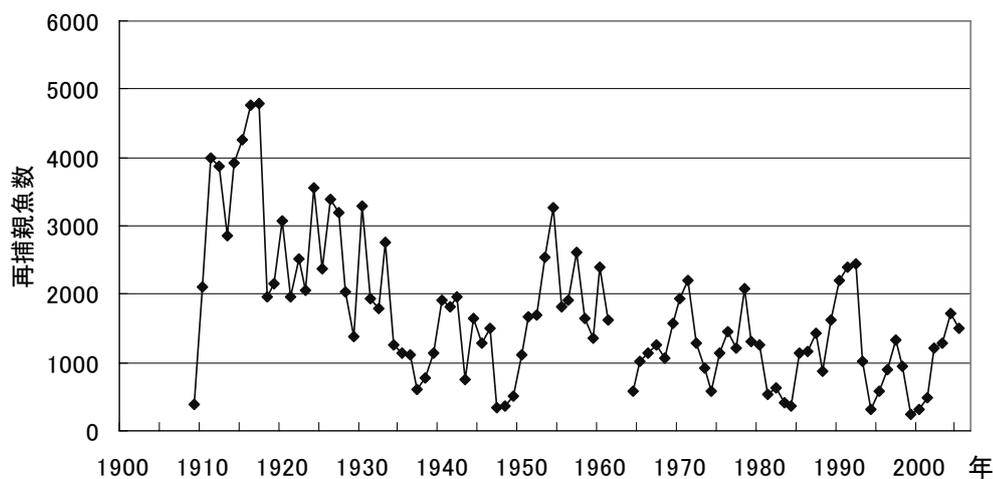


図 V-4 ホンマスの再捕親魚数の推移（中禅寺湖）

③ ホンマス卵の分譲

ホンマス卵の分譲は日光養魚場時代を中心に長年にわたって行われ、全国でただ一つのホンマス卵の供給基地として重要な役割を果たしてきた。

大正 11 年（1922）から昭和 46 年（1971）までの約 50 年の間に供給したホンマス卵の合計は 950 万粒にも達した。

興味深いのが放流用に分譲される卵の割合がかなり高いことである。大正 14 年（1925）から昭和 11 年（1936）までの 12 年間を見ると、中禅寺湖の採卵数の合計が 605 万 4 千粒に対して、分譲卵の合計が 457 万 2 千粒である。これは採卵数の 75.5 % という高率である。また、昭和 24 年（1949）から昭和 38 年（1963）までの 15 年間の場合も、採卵数の合計 896 万粒に対して、分譲卵が合計 424 万 4 千粒で、採卵数の 47.4 % が分譲されたことになる。

前の例では平均 38 万 1 千粒が、後の例では平均 28 万 3 千粒が毎年各地に分譲されている。特に最初の例の場合、中禅寺湖への毎年の放流が平均 5 万 5 百尾と比較的少ないだけに、当時どの様な判断に基づいて多くの卵を分譲したのか極めて興味深い。

増殖事業が中禅寺湖漁業協同組合によって実施されるようになったために、昭和 42 年（1967）からはホンマスの分譲も中禅寺湖漁業協同組合が行うようになった。しかし、近年は親魚の減少で採卵数も減少したこともあって、ホンマス卵の分譲は昭和 46（1971）の 14

万粒を最後にそれ以降は行われていない。

④ ホンマスの放流

中禅寺湖へのホンマスの放流は明治 16 年（1883）の第 1 回目の放流以来、事業主体が帝室林野局日光養魚場、水産庁日光養魚場、淡水区水産研究所日光支所、中禅寺湖漁業協同組合と変わったが今日まで連綿と続いている。

図 V-5 は放流記録の原簿が残されている明治 40 年（1907）以降の放流尾数の推移を図で表したものである。放流尾数はその年の親魚の数や採卵数によって影響を受けるので、放流尾数も安定していない。明治 41 年（1908）や明治 43 年（1910）のように 100 万尾を超えた年もあるが、これらは例外でここ 100 年を見ても 40 万尾を超えたのは、昭和 33 年（1958）と平成 15 年（2003）の 2 回だけである。過去 30 年の平均では毎年 15 万尾程度を放流していることになる。

これらの放流稚魚はすべて菖蒲ヶ浜（含む地獄沢）、千手ヶ浜（含む外山沢、柳沢）で罟や地引網によって捕獲した回帰親魚の採卵で得たものである。

ホンマスが自然産卵することについては、中禅寺湖に流入する外山沢、柳沢、観音水で確認されている⁹⁾。

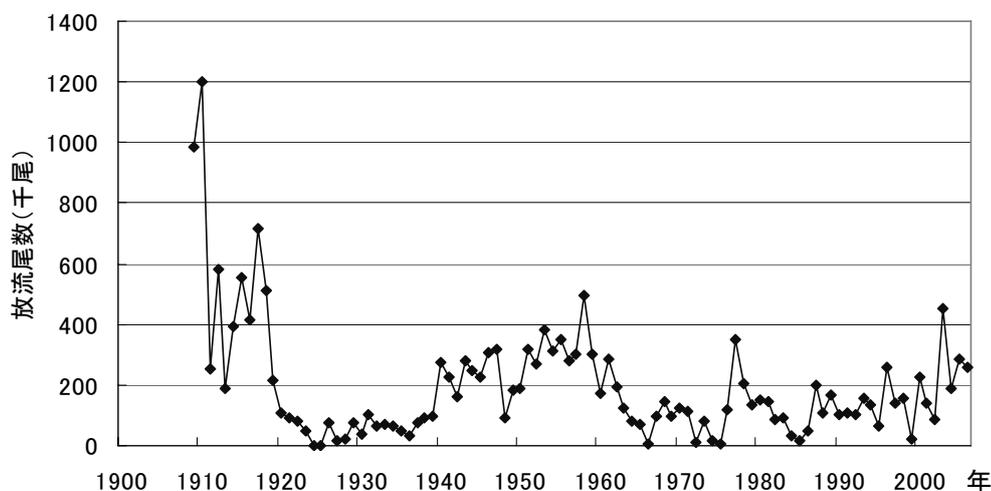


図 V-5 ホンマス放流尾数の推移（中禅寺湖）

* ビワマス

移殖当時から下記のサクラマスと同じように鱒と呼ばれているが、移殖元が琵琶湖と明記されていることや別の資料にはビワマスの別名である鮠が記録されていることから、ここではビワマスと呼ぶ。

** サクラマス

移殖当時から鱒と呼ばれていたようで、明治 17 年から昭和 42 年にかけて 17 回行われた移殖でも公文書ではすべて鱒と記載されている。

サクラマスと種名が明記された卵が移殖されたのは、昭和 28 年（1953）以後のもので、4 回分合計 33 万 1 千粒である。

*** ホンマス

中禅寺湖では移殖当時からビワマスとサクラマスを区別しないで人工採卵を行っている。両種の雑種であることは間違いないが、今日まで 120 年間も人工採卵が繰り返されていることもあって、ここでは地元の呼称のホンマスを用いた。

（文献）

- 1) 大島正満（1957）桜鱒と琵琶鱒 楡書房
- 2) Ryo Suzuki and Yoshimi Fukuda（1971）Hybrids Among Salmonid Fishes. 淡水研報 21(1) 69-83.
- 3) 田中甲子郎（1967）奥日光の水産事業 淡水区水産研究所資料 No.50 B シリーズ no.10.156pp.
- 4) 日光養魚場採卵成績簿、日光養魚場ふ化成績簿（1906-1954）.
- 5) 淡水区水産研究所日光支所増殖研究室資料（1964-1978）.
- 6) 中禅寺湖漁業協同組合通常総会資料（1979-2006）.
- 7) 養殖研究所日光支所繁殖研究室資料（1982-1990）.
- 8) 水産研究総合研究センター中央水産研究所内水面研究部釜場管理台帳（1991-2006）.
- 9) 若林輝・中村智幸・久保田仁志・丸山隆 中禅寺湖流入河川におけるサケ科魚類 3 種の産卵生態. 魚類額雑誌 49(2)133-141.

（3）琵琶湖

江戸から明治への体制変化は琵琶湖の漁業資源へも大きな影響を及ぼし、明治初期にはそれまでの社会制度が崩壊して琵琶湖では乱獲状態となり漁獲量が減少したとされている。このため 1872（明治 5）年に滋賀県令により運用冥加金を支払っているものを除いてヤナ漁業が一旦差し止められた。また、1879（明治 12）年には「ヤナ隔年法」が施行されビワマスやアユなどの資源保護が実施されている¹⁾。このような中、1878（明治 11）年に現在の醒井養鱒場の前身である養魚試験場を設置し、明治政府内務省勸農局の関沢明清技師の指導の下、天然親魚からの人工ふ化放流に着手した²⁾。これは北海道のサケ人工ふ化放流事業が導入される 10 年前のことである。また、1883（明治 16）年には知内川漁業者組合が設立され、この組合により設けられた知内村共立養魚場で同年から人工ふ化放流事業が開始された。1901（明治 34）年には近江水産組合により同所に本格的なふ化施設が造られ、1907（明治 40）年には 100 万尾のふ化放流を達成した³⁾。翌年からは滋賀県水産試験場により県営事業としてビワマスの人工ふ化放流事業が本格的に実施されるようになった⁴⁾。浮上した稚魚は、煮沸した鶏卵の卵黄やエビの粉などを与えて 30 から 60 日間程度飼育して、3 月下旬から 4 月に琵琶湖沖合へ放流されていた。この増殖事業は 1948 年まで県営で実施されたが、それ

以降は滋賀県漁業協同組合連合会の事業として現在に引き継がれている²⁾。放流量は明治から昭和初期にはおおむね 100 万尾から 600 万尾であったが、近年では 100 万尾以下となっている(図 V-6)。稚魚の放流場所は永く琵琶湖沖合へなされてきたが、近年ではビワマスの生態に合わせて体長 3-4cm のものが河川の中流域に放流されている(図 V-7)。また、1984 年には約 542 千粒の発眼卵が河川に埋没放流されたこともあった。

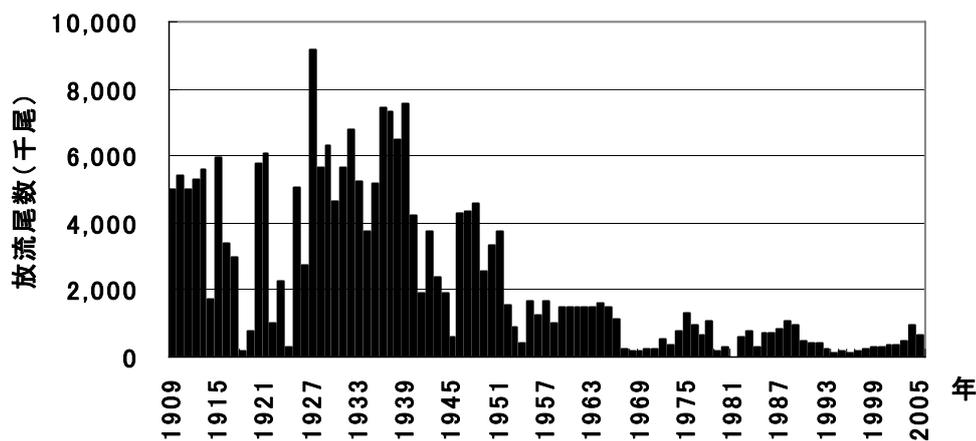


図 V-6 ビワマス種苗の放流数の変化



図 V-7 ビワマス稚魚の河川放流

(文献)

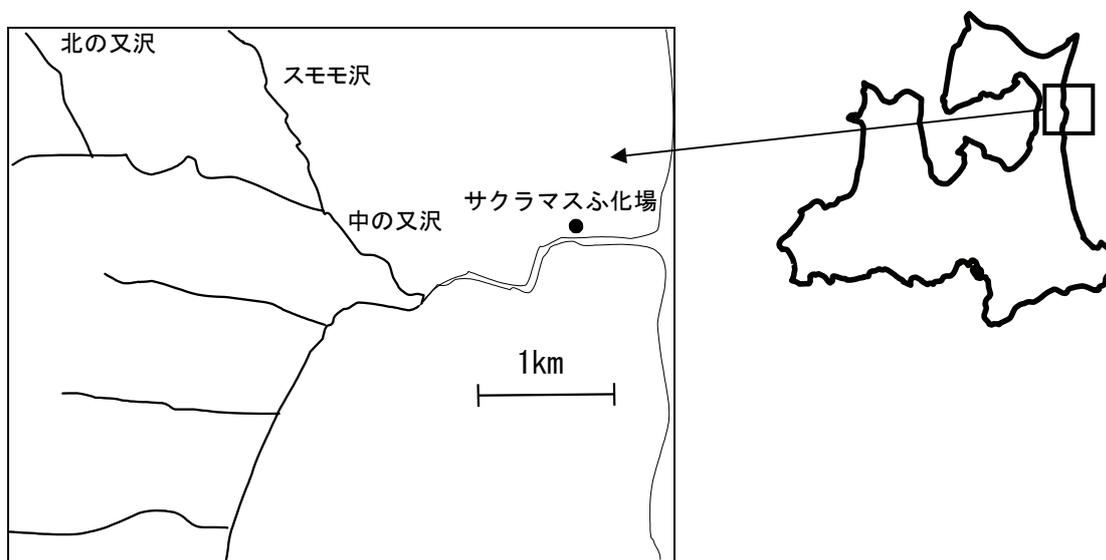
- 1) 伊賀敏郎: 明治年表略解, 滋賀県水産課所蔵資料 1-74.
- 2) 伊東正夫: 琵琶湖の冷水魚, 1985, 遺伝, 39, 3号 43-50.
- 3) 滋賀県水産試験場: 鱒苗養成放流事業, 1909, 明治 40 年度滋賀県水産試験場報告, 43-50.
- 4) 滋賀県水産試験場: 鱒苗養成放流事業, 1910, 明治 41 年度滋賀県水産試験場報告, 30-34.

2) 河川

(1) 老部川

老部川は青森県下北半島の東側に位置し、太平洋に注ぐ流程約 10km（本流筋）の小河川であるが、夏季にサクラマス親魚が遡上する河川としても知られており、青森県サクラマス栽培漁業の中心となっている（図V-8、図V-9）。

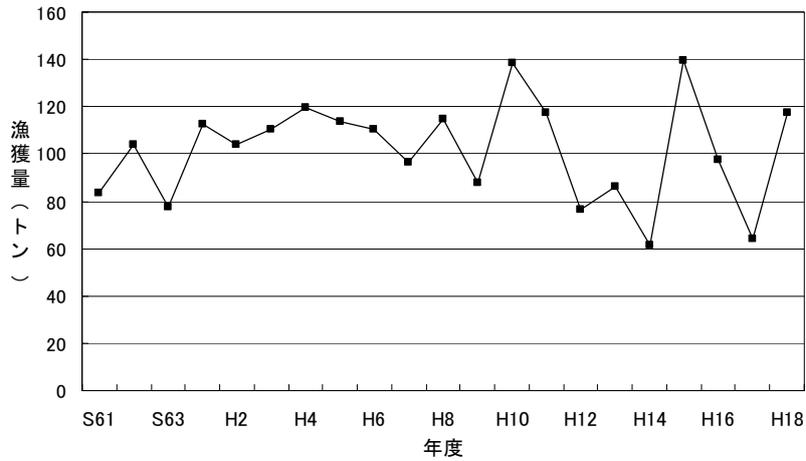
河川内のサクラマス雌稚魚は殆どが降海型幼魚(スモルト)となり、雄はその多くが河川に残留する傾向にあるが、スモルト化技術の開発により降海する雄幼魚の割合が着実に増えており、沿岸に来遊するサクラマス漁獲量も安定するようになった（図V-10）。近年は高級魚として扱われる大型サクラマスの資源増大を進めるため、標識魚の追跡、放流時のサイズや時期等の検証を行うとともに、県と沿岸漁業団体は連携し、漁獲されたサクラマスのブランド化のため、鮮度保持技術や成分分析等の消費拡大対策にも取り組んでいる。



図V-8 老部川位置図



図V-9 サクラマス捕獲施設（河口から 500m上流）

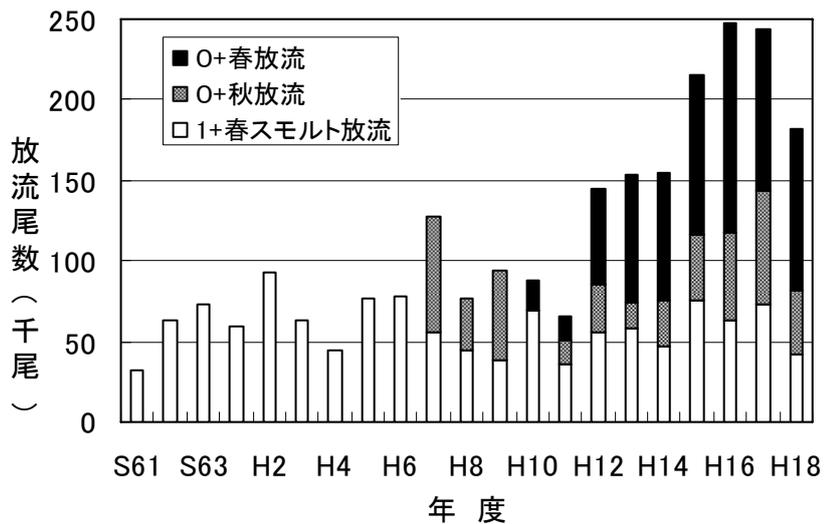


図V-10 老部川前面海域のサクラマス漁獲数量の推移

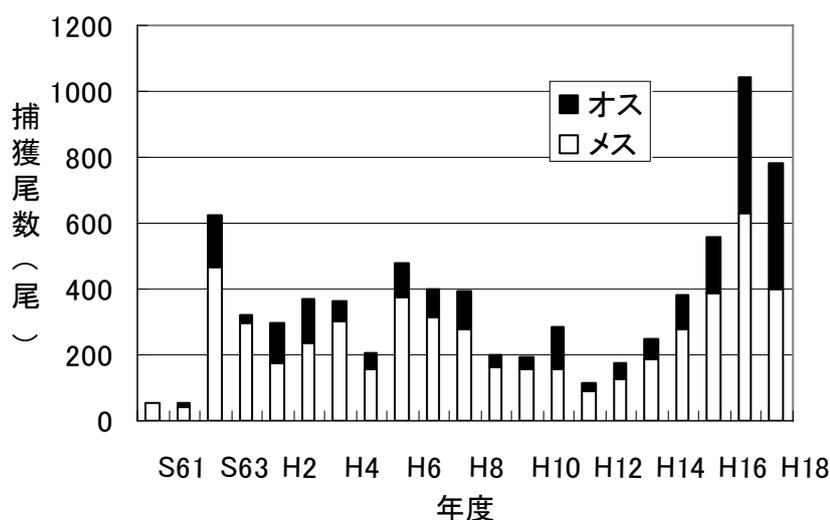
① 放流事業

老部川のサクラマス増殖事業は老部川内水面漁業協同組合が昭和 43 年度からふ化放流に着手し、昭和 59 年度には旧来の老朽化した施設を廃止して、さけ・ます増殖施設整備事業でふ化場管理棟、幼魚池、飼育池、親魚池（人工河川）および給水施設を建設し、昭和 61 年度からは本格的にスマルトの春放流を開始している。近年は飼育水や池等の設備が整備されてきたため、毎年 10 万尾を超えるサクラマスの幼魚を放流している（図V-11）。

また、飼育技術の向上により雄魚の回帰も増えている（図V-12）。



図V-11 サクラマス放流尾数の推移



図V-12 老部川サクラマス親魚捕獲尾数の推移

老部川サクラマスふ化場内には小規模ではあるが本流の水を大量に取り入れる人工河川が造成されており、主に早期そ上群の捕獲と蓄養に用いられている（図V-13）。

河川に入ったサクラマス親魚は捕獲時等の外傷を治癒する力が弱く、蓄養中にミズカビや細菌に感染して死亡することが多いことも知られている。採卵用の親魚を確保するには外傷を与えずに捕獲し、その後も産卵期まで安静に飼育することが必要となるが、親魚に外傷を与えることなく捕獲する作業は難しいものである。

老部川の人工河川では親魚が自然に入ってくるトラップ構造の入口を有しているため、大量の出水により捕獲施設で捕獲できなかった親魚の確保も可能にしている。また、入った親魚は自然石を配した人工河川内で産卵期まで蓄養することができるため、遡上親魚の産卵期までの生存率は従来の池中蓄養に比べ大幅にアップしている。



図V-13 サクラマスふ化場内の人工河川（3m×130m）

② サクラマス保護

サクラマスは降海するまでの約1年半は河川内で成長するが、この間に土砂の流入や水不足等による河川内の棲息環境の変動でかなりの数が少なくなる。

サクラマス増殖事業は幼魚期までの減耗を防ぐために、人為的に餌を与えて飼育するが、河川水が低水温で推移すると成長が遅くなり、降海時期が遊漁の最盛期となる7月に入ることもある。

老部川のような規模の小さい河川では、幼魚の降海時における遊漁の影響は大きいものであり、遊漁する人は決められたルールを守るとともに、大切なサクラマスの資源づくりを推進している増殖事業を理解していただきたい。

サクラマス資源を保護するため、老部川には保護水面や遊漁規則での採捕に係る制限があり、前面海域には県条例や海区漁業調整委員会指示による漁獲の制限が設けられている。

(2) 神通川

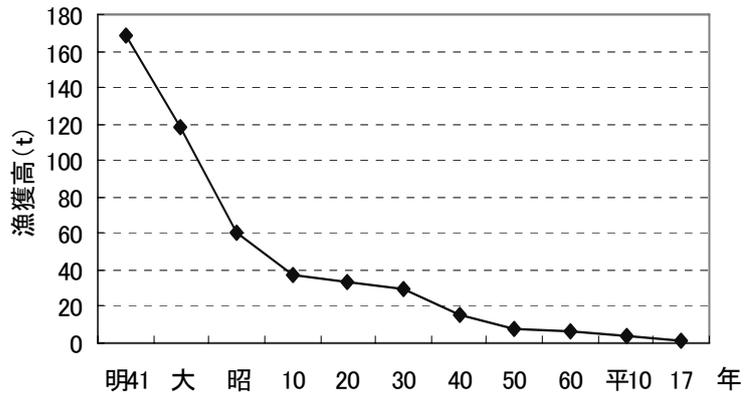
① はじめに

神通川にとってサクラマスは、江戸時代は幕府への献納品、明治時代は鱒の御猟場に指定されるなど漁師の誇りであるとともに、アユと並び大きな収入源となっていて、富山名産「鱒の寿司」の原料として知られていた。

現在の富山漁業協同組合事務所は、昭和20年初めまで、川魚市場であったことから、組合事務所の周辺には6軒の鱒寿司屋が立ち並んでいて、当時の盛況ぶりが窺われる。

神通川のサクラマスは、昭和30年に書かれた「神通川誌」(重杉俊雄著)の記録によると、明治41年(1908年)には45,256貫(169.7t)の漁獲があったとされているが、その後年々減少し、河口から24km地点に神通川第三ダム(神三ダム)ができた昭和30年には、漁獲高は30tまで落ち込んだ。さらに、昭和40年代の高度成長時代には神通川の水質の悪化や、昭和38年には全国で唯一の河川敷内にある富山空港が開港され、その後滑走路等の拡張が進められ、昭和50年代に入ると治水対策として、神通川に低水護岸が整備され、木杭沈床や蛇籠の代わりにコンクリートで岸辺を囲み、川の流れの自由を奪い、川は直線化して深みを無くしていった。

それでも、昭和50年代には、漁獲量は5~7t程度あったが、平成12年以降は、毎年わずか1tの漁獲が続いている(図V-14)。組合としては資源を守るため、平成3年までサクラマスの漁期は1月から7月までの7ヶ月間であったが、漁期を段階的に短縮し、現在は4月1日から5月31日までのわずか2ヶ月間に短縮している。

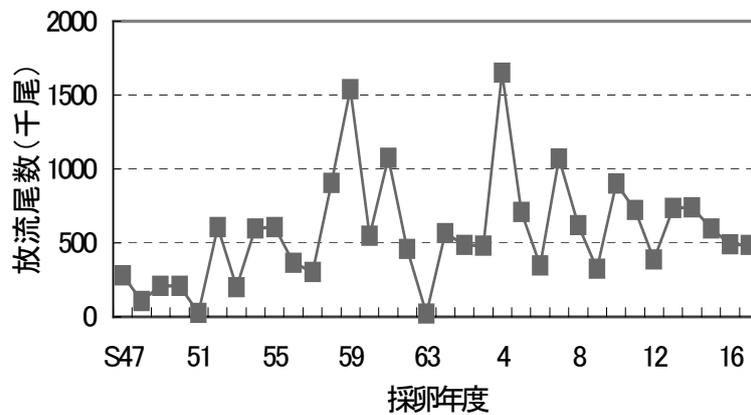


図V-14 サクラマス漁獲高 (年)

神通川を管理する組合としては、神通川サクラマス漁の歴史を守ることや組合員の期待に応えるためにも、資源の保護、増大を図ることは、組合の責務であると考えている。

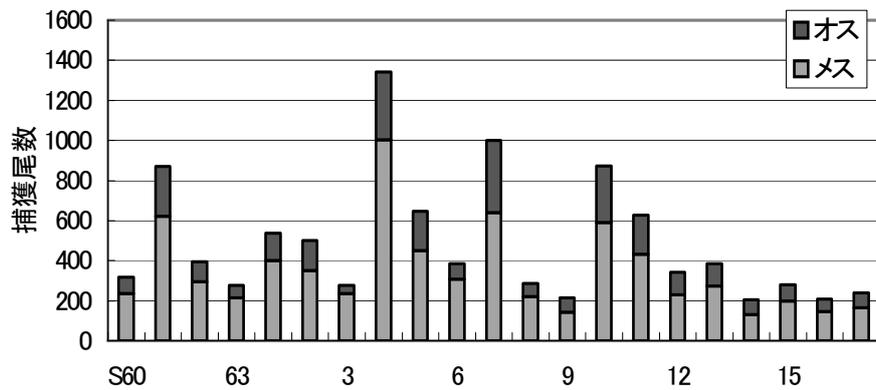
② 放流事業

神通川のサクラマス増殖事業は、これまでは人工ふ化放流が中心であった。サクラマスの人工ふ化事業は、「神通川誌」によると大正8年(1919年)には134千尾の放流が記録されているが、近年の記録は昭和47年の280千尾から残っており、平成4年の1,650千尾を最高に、毎年500千尾から1,000千尾の稚魚放流を続けている。(図V-15)



図V-15 サクラマス稚魚放流

サクラマス親魚は、熊野川ヤナ及び特別採捕者によって捕獲され、増殖場で体重、体長、標識の有無を確認後、採卵、受精する。サクラマスの雄の割合は、他の河川に比べると高いものの14~35%前後と少ない(図V-16)。



図V-16 サクラマス親魚捕獲数（雌雄別）

これまでは、神通川サケ増殖場の一部を使用しサクラマスを飼育していたが、平成11年には富山市吉倉に540m²の飼育池（18面）と288m²のふ化飼育棟を備えたサクラマス専用飼育施設（神通川アユ・マス増殖場）を建設し（図V-17、図V-18）、1,000千尾の稚魚を安定的に生産できるように施設整備を行なった。



図V-17 サクラマス飼育池



図V-18 サクラマス孵化飼育棟

放流時期は0+秋の10gサイズの放流も一部行っているが、ほとんどが0+春の1~3gサイズで、放流場所は北陸電力神通川第三ダム直下の水域を中心に、本来の生息場所である漁業権区域の最上流部に分散放流して、自然の力を利用して降海幼魚を増やすようにしている。（図V-19）

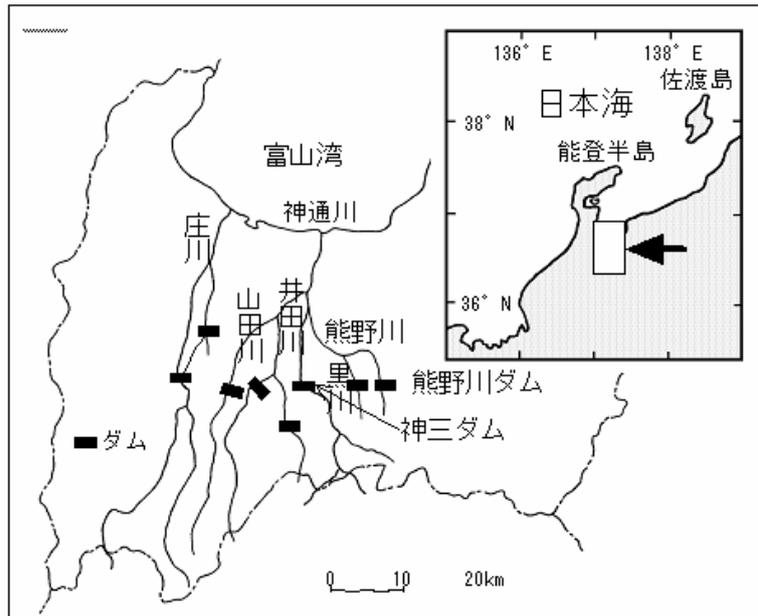


図 V-19 神通川地図

しかし、0+春放流は、労力や経費の節減等で有効であるが、アユ網による混獲があることから、平成 14 年度から富山県水産試験場と協力して、神通川河川敷内に素掘りの中間飼育池を造成し（図 V-20）、神三ダム下に放流する春放流稚魚すべてをこの中間飼育池に放流して、混獲による減耗を防ぐとともに、河川水を利用し自然界と同じ環境で秋まで稚魚を育てて放流することにより、回帰率の向上を目指している。



図 V-20 サクラマス河川敷中間飼育池

一方、平成 12 年以降は漁獲量の減少に伴い、採卵用親魚の確保が難しくなっている。富山県水産試験場の深層水系サクラマス卵（深層水を利用して育てられた親魚からの発眼卵）の供給が安定してきたことから、平成 13 年に初めて発眼卵 47 万粒の供給を受け、その後も

河川卵（河川捕獲された親魚からの卵）の不足分を補うため、毎年 20 万粒から 40 万粒を受け入れて放流尾数を確保している現状である。

特に、平成 18 年は、平成 16 年 10 月 20 日の台風 23 号で神通川の河川流量記録史上最大の出水により 0+秋の幼魚に大打撃があり、回帰年である 18 年は漁獲量が 330kg、秋の河川卵採卵量も 4 万粒と史上最低を記録したが、水産試験場の深層水系卵 80 万粒の供給を受けられることができ、稚魚放流の影響を最小限に止めることができた。

今後も人工ふ化放流事業を積極的に行うことで、サクラマス資源の増大に繋げたい。

③ 河川環境整備

これまで行ってきた人工ふ化放流事業の実績では、放流量の増加に対して漁獲高の相関が見られないことから、今まで行ってきたような放流事業の拡大や漁期の短縮だけでは資源の回復は見込めないのではないかという疑問は残り、自然繁殖できる河川環境を整えなければ放流効果も得られないと考えられる。

平成 9 年に河川法の改正があり、河川環境の整備と保全（水質、景観、生態系等）が明記されたことで、国土交通省管轄の河川工事の考え方に変化が現れてきた。組合では平成 12 年に、有識者や富山県の水産試験場、関係課、国土交通省富山河川国道事務所の河川環境課や関係課の出席を得て、河川環境研究会を立ち上げた。また、その後、平成 15 年には富山河川国道事務所河川環境課が主催する「神通川魚類生息環境再生懇談会」が、16 年には富山県土木センターが主催する「熊野川高志き豊かな川づくり」が発足し、組合が河川環境への意見を言える場ができています。

現在、その会議で話し合われていることは、川の蛇行や淵の必要性、魚の隠れ場所や魚が自由に移動できる環境整備、河川流量の増加や巨石の確保など、昭和 30 年代以降に神通川で発生した河川環境の諸問題である。

このように富山県や水産庁、国土交通省が、組合とともに神通川のサクラマス資源の増大に真剣に取り組んでいただけるようになり、富山県水産試験場内水面課を中心に河川敷内中間飼育池の飼育試験、サクラマス稚魚の標識放流と追跡調査、熊野川の魚道整備、淵や越冬場所の造成など、様々な新しい調査、改善が行なわれるようになっている。

河川環境の整備は早急にできるものではなく、長い期間の継続的な取り組みが必要であるが、必ず神通川のサクラマス資源の回復に繋がるものと考えている。

④ 終わりに

今の神通川の河川環境では、漁獲量として昭和 30 年代の 30 トンなどは期待できないが、組合では、平成 11 年までの漁獲量 3 トンから 6 トンまでの回復を目指して、放流事業および河川環境整備とともに、漁業を行う人数制限や漁期の短縮を継続し、熊野川を自然繁殖できる川として位置付け、溪流魚の新たな禁漁区やキャッチ・アンド・リリース区を設定するなど、資源の増大が見られるまで漁業の規制を行うこととしている。

現在は、ごく一部の川漁師が自家製「神通川産鱒の寿司」を食べるだけであるが、漁獲量が増えて、神通川で漁獲されたサクラマスの「鱒の寿司」を一般の人にも食べられるようになることを期待している。

3) 海外の事例

(1) タイワンマス

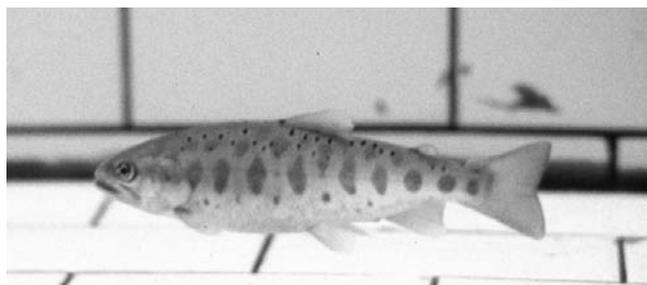
① 発見のいきさつ

台湾中央部の高地でサケ科魚類の一種が発見されたのは1917年10月18日のことだった。当時台湾は日本の統治下にあり、台湾総督府の中央研究所に配属され、淡水魚の研究を担当していた青木赳雄技師のもとへ魚類標本が送られてきたのがこの日である。内臓が取り除かれた塩蔵品だったが、脂鱗があることや鱗が非常に小さいことから、一見してマス類であると判断し、とりあえず発見報告を数誌に発表した¹⁹⁾。青木は直ちにこのことを、直属の上司で当時米国のスタンフォード大学動物学教室に留学中の大島正満技師に報告したものの、大島が指導を受けていた著名な魚類学者ジョルダン博士 (D. S. Jordan) は、亜熱帯の地にサケ科魚類が生息することを信じなく一笑に付したという¹⁹⁾。

大島の帰任後、本格的な調査に取り組み始めたが、生息地とされる大甲溪の源流域は海拔2,000mに近い高地で、山地原住民が住んでいて治安が悪く、標本採集に現地を訪れることは許可されなかった。人伝てに入手した標本は体長15cm前後の幼魚だったが、明らかにヤマメに類似したものだ¹¹⁾。大島は標本のスケッチと特徴を記述した論文をジョルダンのもとに送り、共著による新種記載論文が1919年に米国フィラデルフィア学士院紀要に掲載された。この一編の論文で南国台湾に住むサケ科魚類のことが広く知られることになった。

② 分類学的位置

ジョルダンおよび大島の共著による論文では、新種名が *Salmo formosanus* Jordan and Oshima となっていた。Formosa は台湾という地名の古い呼び方である。大島は和名として、現地の地名を付した「サラマオマス」を提唱した。当初は2種類の学名がつけられたり、体側にアマゴのような朱紅点があるとされたこともあったが¹⁹⁾、その後紆余曲折を経て現在ではアマゴ（サツキマス）やビワマスと同じようにサクラマスの亜種とされ、学名として *Oncorhynchus masou formosanus* が付された¹⁸⁾。「サラマオマス」と日本に生息するサクラマス（ヤマメ）との関係については、別種とする人から、せいぜい型（タイプ）の違い程度と主張する人まで様々である^{1),4),12)}。サクラマス群の中でどのような分類的位置付けをこのタイワンマスに与えるのが適切かは、これからも論議が重ねられて行くのであろうが、アマゴやビワマスのような赤色点がなく、そのほかの形態的特徴からは限りなくサクラマス（ヤマメ）に近い（図V-21）。



図V-21 武陵農場内の水槽で飼育展示されていたタイワンマス（1989年11月撮影）

台湾では、古くは梨山鱒（梨山の原住民名がサラマオ）、次高山鱒（次高山は雪霸国立公園内最高峰の雪山の別名で標高 3,931m）、台湾鱒、大甲鱒などと称されていたが、最近では櫻花鉤吻鮭と呼ばれることが多い。鉤吻とは産卵期に雄魚の鼻先が鉤型に曲がる特徴を示していて、サケの仲間の学名の綴りの初めの方（属名）の *Oncorhynchus* の意味するところと同じである。また、英名は *Formosan landlocked salmon* で、*Formosa* が台湾という地名の古い呼び方で、*landlocked* とは海の下りることができなくなって陸封されたものであることを意味している。すなわち、和訳すると台湾産陸封サケとなる。わが国では、今でもサラマオマスと呼ばれることがあるが、現地で使用されている英名に準じてタイワンマスという名前が一般的となりつつある。

③ 生息域

タイワンマスの生息域は、台湾西側の台湾海峡に注ぐ大甲溪の上流の 1 支流である七家湾溪の、流程わずか 5km 足らずの区間に限られている（図 V-22）。台中から花蓮に抜ける横断道路（東西横貫公路）の峠に近い武陵農場の中を流れる七家湾溪は桃山（標高 3,324m）を源とする。生息区域の標高は海拔 1,720～2,000m と高く冷涼なため、周辺では高原野菜や果実の栽培のために高度に土地利用されている⁷⁾。下界は亜熱帯地方で、ここから南へ 100km 行くと熱帯へと変わるところで、タイワンマスは最も低緯度の場所に自然分布するサケ科魚類なのである。

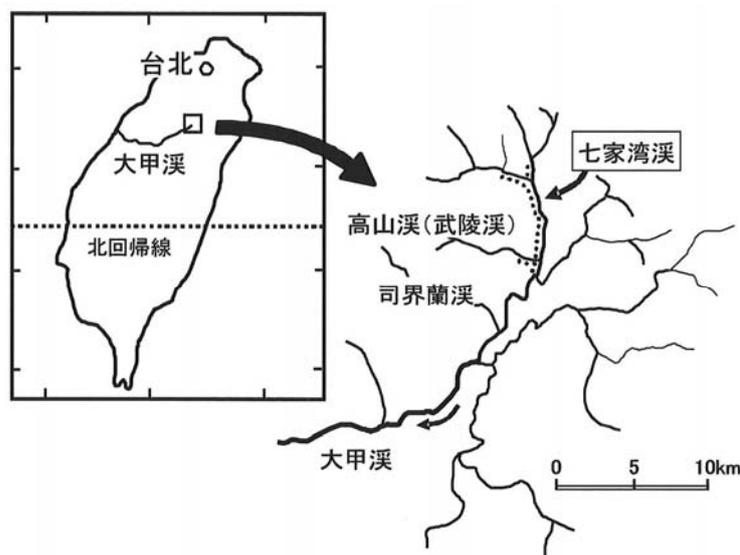


図 V-22 タイワンマスの生息地である大甲溪の上流域

1940 年代には図に示した上流の全域に分布していたが、現在では黒点の流域に限られている。七家湾溪上流と高山溪の砂防ダム上流に人工ふ化幼魚を放流することにより 1980 年代に比べると生息域がわずかながら拡大している。司界蘭溪にも幼魚が放流されたことがあるが、定着の有無は未だ不明。

過去には同じ大甲溪上流の他の支流にも分布していたことが知られているが、台湾の異なる水系に陸封されて生息していたという証拠は得られていない。数ある川の中でこの川だけに残ったことは、いくつかの偶然が重なった結果であろうが、高地から流れ出る大甲溪の上

流域が緩やかな傾斜を持つこともその大きな要因の1つと考えられている^{7),12)13)}。現在タイワンマスが分布している水域の水温は、夏季最高水温で16~17℃といわれており^{9),15),17)}、沿川の開發による水温上昇によって徐々に分布域が狭められている¹⁵⁾。

冷水性サケ科魚類が本来の生息域から遠く離れたこのような南方で生きながらえて自然分布していることは、生物地理学的な面で興味がそそられるだけでなく、さけ・ます類の起源を探る貴重な手がかりをも提供してくれるに違いない。台湾海峡まで寒流が南下していた今から数万年~数百万年前の氷期には、この周辺の川にも恒常的にサクラマスが溯上していたが、約1万4,000年前に始まった温暖化により陸封されてしまったと考えられている^{7),12)}。

④ 生活史

タイワンマスの生態については比較的良く調べられてきたが^{8),9),16),17)}、個体数が少なくなつてからはサンプルの入手が困難となり、特に、生理的な面からの調査が十分にできなくなつてしまった。いくつかの生態調査結果に基づくレビュー³⁾や雪霸国立公園のリーフレットによると；

- ・産卵期は通常は10月中旬から11月中旬。
- ・成熟雌の孕卵数は200~500粒。
- ・卵発生のための水温として12℃以下が必須条件。
- ・産卵からおよそ20日で発眼し、11月末にはふ化して仔魚となる。
- ・12月中旬までにはお腹の卵黄が吸収され自ら餌を採りはじめる。
- ・産卵床からの浮上稚魚は、上・下流に分散し、最初は浅く緩やかな流れのカバーのある岸沿いに分布。
- ・2月~3月までには体側に特徴的な縦長の斑点が出現。
- ・大型になるにつれ、深く早い流れに分布を拡大。大型魚は深いところを占拠。
- ・主要な餌は水生昆虫。空中を飛翔する昆虫を水面上に跳躍して採餌することもある。
- ・その年の秋には体長が約14cmとなつて、雄は当歳魚としてすでに成熟しはじめる。雌は2年目から成熟開始。
- ・最大サイズは尾叉長で30cm。最高年齢は4歳。より高齢のものもわずかながら存在するらしい。

⑤ 保護施策

タイワンマスは原住民により古くから食料として利用されていたが、目合いの大きな網を使用して小さな魚は漁獲されないように配慮し、卵を持つ成熟雌は川に戻すようにしていたという。

日本の統治下であった1938年に、日本総督府の専門家は氷河期の遺存種であるこの魚の希少性と重要性を認め、天然記念物として保護するための規則を制定した⁷⁾。その規則には、他のサケ科魚類の放流の禁止、繁殖期の漁獲の禁止、河岸から300m以内の樹木の伐採や地形の変更の禁止、一部の支流での禁漁など、厳しい資源保護措置が含まれていた。このような保護施策が功を奏して生息数は増加傾向に転じたという²⁰⁾。

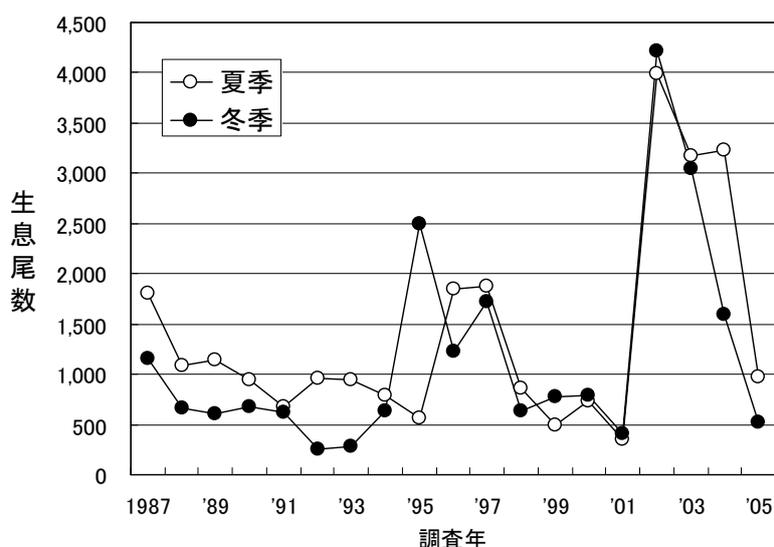
しかし、終戦により厳格な規則の適用がなされなくなり⁷⁾、近視眼的な周辺の開發の時代

を迎え、魚類の生息環境は失われ始め、やがて急激な資源量の減少を招くことになった。この減少は単に乱獲によるものではなく、主に農地造成に伴う樹木の伐採などによるものだった。1958年に東西横断道路が開通すると、タイワンマスの生息する武陵地区の開墾が進められ、1963年には退役軍人の組織による国営の武陵農場が発足して、沿川での野菜や果樹の栽培が始まった。河畔林が失われることにより日射が直接川面に注ぐようになり、農地からは濁水、栄養塩類や農薬が河川に流入し、土地を保全する名目で砂防ダムが造られ、良好な生息場が失われていった。

日本の統治から離れてから約40年間経過した1984年に、台湾政府は文化資産保存法に基づきタイワンマスを希少種（珍貴希有動物）に指定した⁷⁾。これ以降、国宝魚としてのタイワンマスの保護活動が本格化し始め、翌1985年には行政院農業委員会（日本の農林水産省に該当）が自然環境保全活動の一環として人工ふ化放流を開始した。

農業委員会は1989年に新たに制定した野生動物保護法で、絶滅に瀕していて保全を要する種の一つとしてこの魚を指定し、タイワンマスの行動観察、水生昆虫調査、水質分析、実験室での繁殖試験を含む調査研究と保全のためのプログラムに着手した。

大甲溪源流の高地に位置する雪霸国立公園が1992年に設立されたとき、タイワンマスの生息する七家湾溪の流域が公園の生態保護区域に含まれたことから、保護管理責任は公園管理所が負うことになった。このころタイワンマスの生息尾数は250尾前後まで減少していた（図V-23）。絶滅に瀕した資源状態に危機感を持った公園管理所は、関連する機関（国立公園担当の内政部、農業委員会、林務局、武陵農場、台中县政府）とともに、調査研究や保全活動に積極的に取り組み始め、集水域の環境保全、河岸の植林、河岸から50m以内の土地利用の改変の禁止措置、砂防ダムの改変、出水時の避難場所の造成など、生息域の改善を図っている。



図V-23 タイワンマス生息尾数の年変化

1994年以降はほぼ全域を対象として調査しているが、それ以前は主要な分布域のみの生息数（曾 2005）¹⁶⁾のデータによる。

⑥ 人工ふ化放流

台湾マスの人工ふ化の初めての試みは、林務局によって 1974 年に行われたが失敗に終わったという⁷⁾。1984 年に台湾マスが珍貴希有動物に指定されたことにより、数 100 尾前後まで減少していた資源回復のため、当時の管理責任者とされた行政院農業發展委員会が専門家や研究者を集めて人工ふ化放流計画を立案し、台湾省水産試験所鹿港分所が担当して、4 年間でふ化放流方法の確立を目指すことになった¹⁴⁾。このための施設として、ふ化室 1 棟、養魚地 7 面、注排水施設が建設された (図 V-24)。

1984 年秋には、池産親魚育成に向けた湧泉池での飼育が開始された。

1985 年秋には、14 尾の成熟親魚を河川で採捕し、初めて採卵が試みられたもののふ化率が悪く、さらに病気が発生したため、ほとんど稚魚が生き残らず失敗に終わった。

1986 年秋には、湧泉池の親魚 104 尾 (雌 40 尾、雄 64 尾) から 10,744 粒を採卵し、翌年 1 月から 2 月にかけて 2,038 尾、2 月から 6 月にかけて 768 尾を河川に放流。残りをさらに 1 年間飼育し、1988 年 3 月に標識を施して 250 尾が放流された⁷⁾。

しかし、天然魚の分布量が自然再生産によって 1,800 尾 (1987 年) まで回復したことから、当初の 4 年計画終了をもって人工ふ化放流計画は中止されることになった。

1992 年に分布河川周辺が雪霸国立公園の区域となり、台湾マスの管理は公園管理所が行うことになった。1994 年秋に河川で採捕した 3 対の親魚から採卵を始め、その後は 1995 年に 3 組、96 年に 5 組、97 年に 5 組、98 年に 1 組、99 年に 5 組と、わずかな親魚の組み合わせで人工ふ化が行われた。生産された幼魚は 200~1,000 尾と少ないが、七家湾溪上流やかつての生息河川である高山溪 (武陵溪) や司界蘭溪にも放流が繰り返されている²⁾。

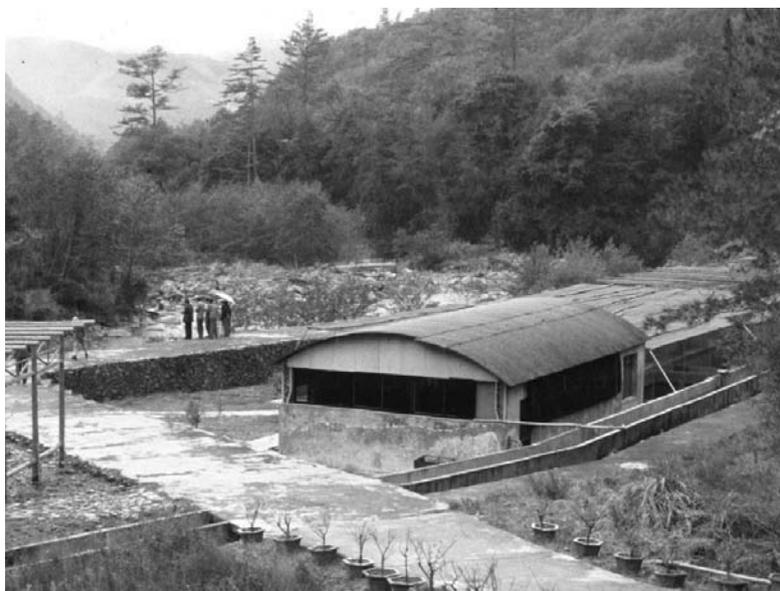


図 V-24 七家湾溪河岸の台湾マスふ化場

1984 年につくられた初代の施設で、数年後の台風による出水で損壊した。(1989 年 11 月撮影)

⑦ 日本の研究者との交流

サクラマス生態や増殖に関する数多くの研究実績がある日本との間でも調査研究面での交流が行われている。1989年11月に武陵農場において開催された「中日鮭魚研討会 (The Sino-Japanese Symposium on Cherry Salmon)」には、日本から14名、台湾から33名の研究者・専門家が参加し、それぞれの立場から生物学的知見や保全のための取り組みが紹介された⁵⁾。国立公園の管理下となつてからは、管理所の専門家が日本を訪問する先進地視察が相次いだ。

1998年3月には台北市(国立台湾師範大学)において、行政院農業委員会ほかの主催の「中日溪流生態保育研討会 (Chinese-Japanese Symposium on Ecological Conservation of Streams)」が開催され、タイワンマスの保全研究を含む講演(日本6題、台湾9題)が行われた。シンポジウム終了後にはタイワンマス生息地の武陵で現地検討会が行われた。

2000年4月には南投県集集の行政院農業委員会特有生物研究保育中心(Taiwan Endemic Species Research Institute)において、櫻花鉤吻鮭保育研究研討会(The Workshop on Conservation of the Taiwan Masou Salmon)が開催され、北米から2名、日本から2名、台湾から大学や関連機関の研究者や行政関係者多数が参加した。テーマを決めた講演発表の後にアクションプラン立案のための討論が行われた³⁾。

2000年のワークショップで合意された、タイワンマスの再生プランの概要は以下の通りである。

1. 共通認識としての達成目標

- ① タイワンマスの絶滅を防止する。
- ② 七家湾溪には自力で資源維持可能なタイワンマス個体群を復元する(20年以内)。
- ③ 他の河川水系にも自力で資源維持可能な2つの個体群(サテライト個体群)を定着させる(20年以内)。
- ④ 大甲溪上流とその支流に、過去に存在したようなタイワンマス生息可能なハビタットを造成する。

2. 復活戦略

- ① 個体群保存のためのふ化場(複数箇所配置、遺伝的多様性の保存、精子凍結保存など)
- ② 七家湾溪における生息環境の復元(砂防ダムの撤去、周辺土地利用、河岸植生の復元、洪水時の避難場所など)
- ③ サテライト個体群の定着(河川の選定基準、放流魚の供給元、放流後の保護方法など)

近年は多方面の窓口を経由した研究交流として、タイワンマスの行動をバイオテレメトリーで追跡する試み¹⁰⁾や、土木工学的な検討⁶⁾が行われている。

(文献)

- 1) Behnke, R. J., T-P. Koh, and P. R. Needham. 1962. Status of the landlocked salmonid fishes of Formosa with a review of *Oncorhynchus masou* (Brevoort). *Copeia*, 1962(2): 400-407.

- 2) 吳 祥堅. 2000. 台湾櫻花鉤吻鮭 (*Oncorhynchus masou formosanus*) 人工繁殖與放流. 櫻花鉤吻鮭保育研究研討會論文集, 31-46. 集集, 台灣.
- 3) Healey, M., P. Kline, and C.-F. Tsai. 2001. Saving the endangered Formosa landlocked salmon. *Fisheries*, 26(4): 6-13.
- 4) Jan, R-Q., L-C. Jaung, Y-S. Lin, and K-H. Chang. 1990. A morphometric and meristic study of the landlocked salmon in Taiwan, in comparison with other members of the genus *Oncorhynchus* (salmonidae). *Bull. Inst. Zool., Academia Sinica*, 29(3, Supp.): 41-59.
- 5) 木村英造. 1990. 台湾で開催されたサラマオマスシンポジウム. (財) 淡水魚保護協会機関誌 淡水魚保護, 創刊号: 122-124.
- 6) 小林美樹・矢部浩規・村上泰啓. 2006. 亜熱帯地方における台湾大甲溪に生息するタイワンマス (*Oncorhynchus masou formosanus*) の現況について. 寒地土木研究所月報, 636: 32-43.
- 7) Lin, Y-S., and K-H. Chang. 1989. Conservation of the Formosan landlocked salmon *Oncorhynchus masou formosanus* in Taiwan, a historical review. *Physiol. Ecol. Japan*, Spec. Vol. 1: 647-652.
- 8) Lin, Y., S. Tsao, and K. Chang. 1990. Population and distribution of the Formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*) in Chichiawan Stream. *Bull. Inst. Zool. Academia Sinica*, 29(3, Suppl.): 73-85.
- 9) 林曜松・曹先紹・張崑雄・楊平世. 1988. 櫻花鉤吻鮭生態之研究 (二) 族群分布與環境因子間關係之研究. 農委會生態研究第 012 号, 93pp.
- 10) 中尾勝哉. 2006. 台湾サクラマスの河川内遊泳行動調査に参加して. 育てる漁業, 393: 3-5.
- 11) 大島正満. 1919. 台湾に産するマスの 1 新種について. 台湾農事報, 151. (淡水魚別冊大島正満サケ科魚類論集再録. 1981. 101-104)
- 12) 大島正満. 1936. 大甲溪のマスに関する生態学的研究. 植物及動物, 4(2), (淡水魚別冊大島正満サケ科魚類論集再録. 1981. 125-133).
- 13) 大島正満. 1957. 台湾鱒に関する研究. 桜鱒と琵琶鱒の研究, 25-38. 楡書房, 札幌.
- 14) 賴 仲義・廖 一久. 2000. 記一段台湾櫻花鉤吻鮭復育工作的歴史見證. 櫻花鉤吻鮭保育研究研討會論文集, 28-30. 集集, 台灣.
- 15) 曾 晴賢・楊 正雄. 1998. 水温對台湾櫻花鉤吻鮭族群的影響. 中日溪流生態保育研討會論文集, 209-224. 台北, 台灣.
- 16) 曾 晴賢・楊 正雄. 2005. 武陵地区長期生態監測暨一生態模式建立一櫻花鉤吻鮭族群監測與動態分析. 內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告書. 40pp.
- 17) 鄧 火土. 1959. 台湾高地產陸封鮭魚的形態與生態. 台灣省水試試驗報告, (5): 77-76.
- 18) Watanabe, M., and Y-L. Lin. 1985. Revision of the salmonid fish in Taiwan. *Bull. Biogeogr. Soc. Jpn.*, 40: 75-84.
- 19) 安江安宣. 1981. 故大島正満博士による台湾大甲溪産サラマオマス発見に関する史的考

察。(淡水魚別冊大島正満サケ科魚類論集再録. 1981. 222-232) .

ウェブサイト

20) <http://www.life.nthu.edu.tw/%7Elabtcs/Salmon/> : 保育工作—櫻花鉤吻鮭保育簡史. 精華大学
生命科学系製作ウェブサイト「台湾瑰寶—櫻花鉤吻鮭的家」: 2001

櫻花鉤吻鮭保育研究研討會
**The Workshop on Conservation
of the Taiwan Masou Salmon *Salmo
(Oncorhynchus) masou formosanus*
(Jordan and Oshima)**

研討會日期
中華民國八十九年四月十日至四月十三日
10-13 April 2000

研討會地點
行政院農業委員會特有生物研究保育中心國際會議廳
(南投縣集集鎮民生東路1號)
Taiwan Endemic Species Research Institute, Council of Agriculture
Chichi, Nantou, Taiwan, R.O.C.

主辦單位
行政院農業委員會 特有生物研究保育中心
內政部營建署 雪霸國家公園管理處

協辦單位
台中縣政府
林務局 東勢林區管理處·南投林區管理處
退役役官兵輔導委員會 武陵農場

補助單位
國科會生命科學研究推動中心
台中縣動物保護協會

付写 櫻花鉤吻鮭保育研究研討會ポスター
(加藤禎一博士提供)

(2) サクラマス (チリ・ヘネラルカレラ湖)

① 17年間の挑戦へのはじまり

谷間を流れる川幅 10m ほどの清流イヴァーニェス・クラロ川は秋も深まり、周りの木々は色付きはじめていた。舞台となるのは、日本から見ると地球のちょうど反対側となるチリ共和国のパタゴニア地方にある大きな湖の支流である。この地方は南緯 45° で、年中強い偏西風にさらされており、この日、1989 年 3 月 16 日の早朝から南半球の秋の冷たく乾いた風が何日も吹いていた。せせらぎの岸から流れに沿って刺し網が仕掛けられており、その中ほどに体長^(注1) 60cm ほどのこの地では見られない魚が一尾繋がっていた。黒っぽい雲状の縦縞のあいだに鮮やかな桃色が印象的なこの魚は、下流にある大きな湖から回帰したサクラマス *Oncorhynchus masou* であった (図 V-25)。実は、この魚はこの川で体長 9cm ほどのヤマメとして放流され、2 年の歳月を経て産卵のために湖から回帰してきたのである。さて、それではどうして地球の裏側のチリに、東アジア固有の主として日本に生息するサクラマスがいるのだろうか？ なぜ、この川にヤマメが放流されることになったのか？ これには少し長い話となるが、今から 35 年も前のことから説明する必要があるだろう。

(注 1) : 本稿では体長は全て尾叉長 (fork length) のことである



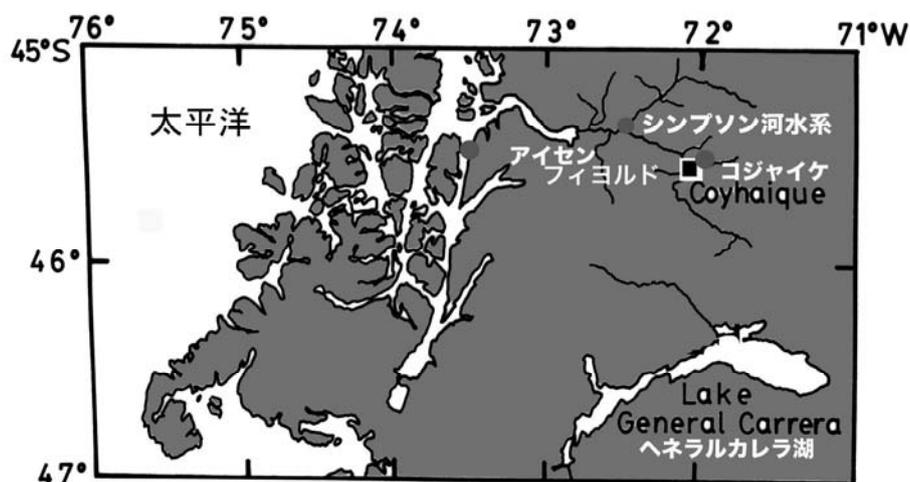
図 V-25 ヘネラルカレラ湖から回帰したサクラマス (1989 年 3 月)

② 1972 年にはじまったチリへの移殖の歴史

そもそも、太平洋ザケ (*Oncorhynchus* 属) を南半球のチリに移殖しようという試みは、今から 40 年近く前の 1969-1971 年のことになる¹⁾。この唐突な“挑戦”には日本とチリとで双方の大いなる思惑があった。日本側は、1960 年代の後半から北洋サケマス漁業に対する漁

業規制が強化されていることから、いずれ近い時期に日本が締め出されると予期していた。このため、規制を受けない新たな地にサケ資源を移殖・造成し、そこでサケ漁業を行うという大胆な目論みである。一方、チリは、南半球の南米の南端に位置し、主な産業は鉱物資源の銅に頼るのみで、寒冷で貧しい南部には零細漁業や放牧以外にこれといった産業はなかった。その地にサケ資源ができるとなれば、新しいサケ漁業が南部パタゴニアを潤わせ、さらには「北半球にしかない“太平洋サケ”を手にする事ができれば先進国の仲間入りができる」との思惑が働いた。

これら両国の事情を背景に、日本は国際漁業対策事業の中の外国沿岸漁業などの確保と開発対策の一環とする農林省補助金を元手に、1969年から1971年にかけて2回のチリのパタゴニアでのサケの移殖候補地を決める調査を実施した²⁾。その結果、チリの南部の11州（通称アイセン州）にある最も大きい水系であるシンプソン河が推奨された（図V-26）。この水系は、餌生物の豊富さ、追跡調査に適した支流が豊富、州都のコジャイケ市街にも近い、などの好条件を満たしていた。さらに、佐野ら³⁾の報告書は、「フィヨルドなど未知数の問題を抱えているだけに河川生活期の長い魚類、例えばサクラマスのようなものが有望であろう」と締め括られている。この報告を受け、チリへの太平洋サケ資源造成の一步としてサクラマスが選ばれることになった。そして、チリへ日本からはじめてサクラマス発眼卵が到着したのは1972年11月のことであった。



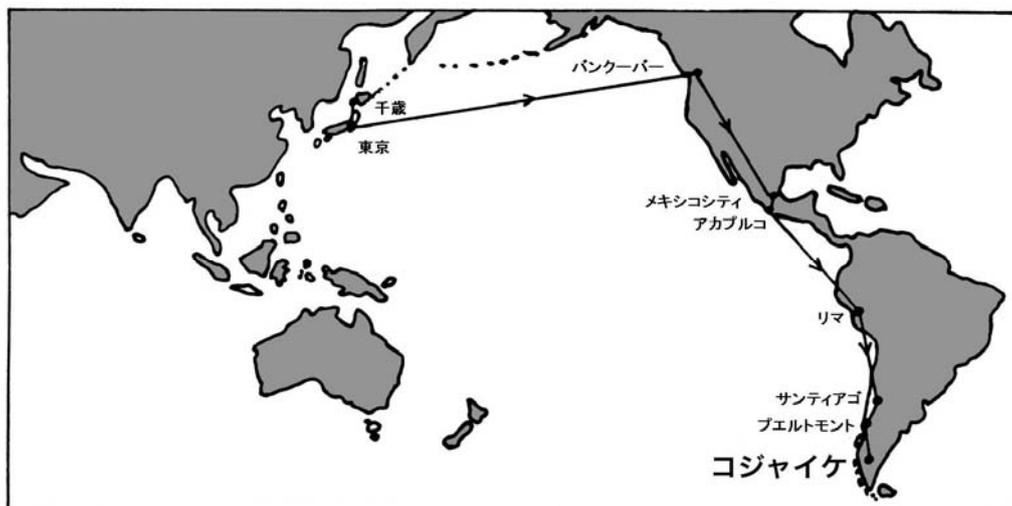
図V-26 アイセン州のシンプソン河水系とその周辺
赤丸は降海型サクラマスが捕獲された場所を示す。

③ 逝く魂と生まれる命と

パタゴニアの辺境の地にサクラマス発眼卵が到着するのを待っていたのは、はるばる日本から1972年に派遣された2名の日本人技術者と、その技術を習得すべくチリ漁業局から配属された2名のチリ人技術者であった。実験的な放流事業として選定されたのは、シンプソ

ン河水系のほとりにあるコジャイケ市で（図V-26）、首都のサンチャゴから約1,500kmの距離にある。コジャイケ市はこのあたりの地方（11州）の州都ではあるが、氷河の残る険しいアンデスの山々に囲まれサンチャゴからの陸路はない。あるのは空路かそれとも隣の州のプエルトモン港から丸1日はかかる海路のみである。サクラマス放流に選ばれた実験サイトはまさに陸の孤島であった。魚にとっての自然条件には恵まれてはいるかもしれないが、人間の生活には厳しい条件であった。当時のチリは今よりかなり貧しい時代であったから、日本から派遣された日本人にとっても厳しい生活を強いられたと想像される。果たして、日本人技術者の一人であり、日本でも著名な淡水魚資源生態の第一人者である白石芳一博士は、過酷な生活条件と、中でも初春の厳しい気候のため現地でサクラマス発眼卵の到着を前に脳溢血で倒れてしまう。残された日本人技術者のひとりである長澤氏は、急遽チリ空軍の小さな軍用機で意識の無くなった白石博士を首都のサンチャゴまで6時間もかけて運んだが、その日の11月12日にサンチアゴの病院で死亡が確認されることになる^{4),5)}。

そんな中、北海道の千歳空港から11月11日に発送されたサクラマスの発眼卵15万粒が、バンクーバー、メキシコシティ、リマと経由して11月12日にサンチャゴに到着したのである（図V-27）⁶⁾。新しい命の息吹となるふ化間近いサクラマスの卵は、白石博士の亡骸（なきがら）を運んできた同じ空軍機に乗せられて1,500km離れたパタゴニアの地に再び長澤氏の手で運ばれることになった。「まるで彼の命と新たなサケの生命とが引替えたようであった」と同氏は回顧している。南半球の11月は寒冷なパタゴニアでは初春に近いが、南緯33度のサンチャゴともなると初夏に相当し、晴天ともなると気温一気に上昇する。そして、到着した発眼卵はあっという間にふ化の積算温度に達してしまう。前述した報告書⁶⁾によれば、帰りの空軍機は悪天候にはばまれ、放流を待つコジャイケまで3日を要し、到着したのは11月15日のことであった。こんな悪条件の中でも、日本から運ばれた15万粒の卵のうち死亡したのはわずか2.8%にとどまった。活きた卵はふ化槽に収容されたのだが、それはコジャイケ郊外にあるsimpson水系の支流の河川の野天に仮設された簡素なものであった（図V-28）。



図V-27 最初のサクラマス発眼卵の輸送ルート



図V-28 コジヤイケ市近くのシンプソン河に仮設されたふ化水槽（上）
シンプソン河にサクラマス稚魚を放流（下）（1973年1月）

④ シンプソン河への初放流

河原の仮設されたふ化槽に収容された発眼卵は翌日にはふ化を始めた。49日目の1月4日には、生き残った平均体長が2.8cm、体重0.24gの稚魚約8万5千尾がシンプソン河に放流されることになった（図V-28）。放流から2ヶ月間の追跡によって、パーマークもはっきりしたヤマメになっていることが確認された。その後に公の記録としてこれらのサクラマスに関する報告はない。この水系には1930年代にはヨーロッパや北米からからブラウントラウト *Salmo trutta* やニジマス *Oncorhynchus mykiss* が移殖されすでに定着している。とりわけ、魚食性の強いブラウントラウトにとっては、これらの小さなサクラマスの稚魚は格好の餌となったであろう。日本側の都合もあり、この時点でサクラマスにはいったん舞台から降りてもらうことになる。当時、日本でもサクラマスの種苗卵の大量供給は容易でなく、太平洋サケ移殖計画の主役は大量供給が可能で世話のあまりかからない河川生活期の短いシロサケ *Oncorhynchus keta* に譲らなければならなかったからだ。

このため、今回の初放流をもって1970年代はサクラマスの移殖は中断される。とはいえ、「まるで彼の命と新たなサケの生命とが引き替えたようであった」⁵⁾とあるように、この地で不帰の客として逝ってしまった白石博士の魂が新たな命としてサクラマス稚魚の中に宿した瞬間に、17年間にも及ぶ我が国で最長最大で、世界でも稀にみる実験的な太平洋サケの

移殖プロジェクトが誕生したといえよう。当初、コジャイケのクラロ川の河原に野天で設置されたふ化施設は、その後の 1976 年に、チリ政府が白石博士の栄誉を称えて「白石博士ふ化場」名付けられた国立サケマスふ化場施設として生まれ変わった（図 V-29）。



図 V-29 コジャイケ市近郊のシンプソン河支流のクラロ川河川敷にできた白石博士ふ化場

⑤ その他の国では

さて、チリでのこの後に続くサクラマス移殖事業の挑戦を見る前に、そもそも米州大陸でのその他のサクラマスの移殖事業を簡単に紹介する。チリでの挑戦の 7 年前にすでに北米カナダのオンタリオ州で行われていたことはあまり知られていない。徳井⁷⁾の報告にもあるが、1965 年 9 月、尻別産の 5 万粒のサクラマス発眼卵を千歳からモントリオール経由でオンタリオ湖北方の湖に移殖されている。そもそも、なぜカナダにサクラマスをとの疑問が起きるのであろう。これは、オンタリオ州立水産試験所の W.J.Christie 氏の報告^{8,9)}による「オンタリオ湖水系へのサクラマスとアマゴ導入にかかる潜在力」と題する日本のサケのレビューに詳細に分析されているが、サクラマスは河川にも残留でき将来的にオンタリオ湖でのゲームフィッシング魚種として大きな潜在力を買われたものである。レビューには同時に、定着させるための輸送コストや生態学的な障害に加えて、魚食性の強いサクラマスが他魚種へ与える恐れについてもしっかり指摘がされていた。1965 年にはじめてオンタリオ州に導入されたサクラマス卵は、翌年の 7 月に 5,500 尾の稚魚が流入出河川のない閉鎖的で約 800ha の小さな湖（ウェストワード湖）に放流された¹⁰⁾。敢えて、閉鎖型の湖を選んだのはこの移殖事業があくまで実験的なものであり、サクラマスの持つ潜在的な負の影響力を最小限に抑えるためである。1967 年には放流された湖で体長 16.7cm に育ったサクラマスが刺し網で捕獲された。翌 1968 年 6 月には成熟途上の体長 35cm の雌が採集され、さらに、発眼卵移殖からちょうど 3 年目の 1968 年 10 月には体長 33~42cm の成熟したサクラマスが西側の吹きさらしの水深 1

mほどの湖畔で捕獲された。しかし、多くの雌はすでに放卵後であり、この湖にたくさん棲息するカワマス (*Salvelinus fontinalis*) の胃袋からはサクラマスの卵が出てきていた。サクラマスの場合には湖畔で産卵するという産卵生態は報告されていないが、これらの成熟したサクラマスは流入河川のないこの湖でカワマスがやるように湖畔の砂利に卵を産もうと試みたのであろう。捕獲された成熟雌サクラマス 6 尾のうち 1 尾から約 700 卵が得られ人工授精をさせることができた。Christie 氏からの著者への私信によると、その後、移殖計画は断念され、採卵されたカナダ生まれのサクラマスはその後子孫を残すことはなかったようである。また、当時を振り返って同氏は「外来種を自然の水系に移殖しようという試み自体が間違っていたと反省している」と述べていた。

しかし、サクラマス移殖の試みはカナダばかりではない。米国西岸のワシントン州でも、1971 年と 1972 年にかけて州立漁業局の手で、北海道から 10 万粒のサクラマス卵が導入されている¹¹⁾。これも、カナダの例と同様に非常に上質のスポーツフィッシング対象種と成り得ることを期待してのことである。北緯 47 度ほどのバンクーバー島の南東にあるピュージェット・サウンド湾に近い河川に 3 万尾のスマルトが放流された。そして、1974 年と 1975 年の秋にそれぞれ 15 尾の標識の付いたサクラマス親魚が再捕された。それから 1 万粒が採卵され、生まれた稚魚が放流を待って飼育された。Netboy¹¹⁾によると、新資源を造ろうとする試みはそんなに簡単ではなく、北米の五大湖でギンザケ *Oncorhynchus kisutch* やマスノスケ *Oncorhynchus tshawytscha* の移殖に何世代もかかったことを考えると楽観視はできない。しかし、報告書の最後にはこのような外来種の移殖に反対する専門家による、太平洋側に生息する在来のサケ 5 種との競合がないと証明されるまでは大規模な移殖は避けるべきだ、とのコメントも紹介している。アメリカでもこの時代から外来種の導入には制限が加えられはじめたようだ。

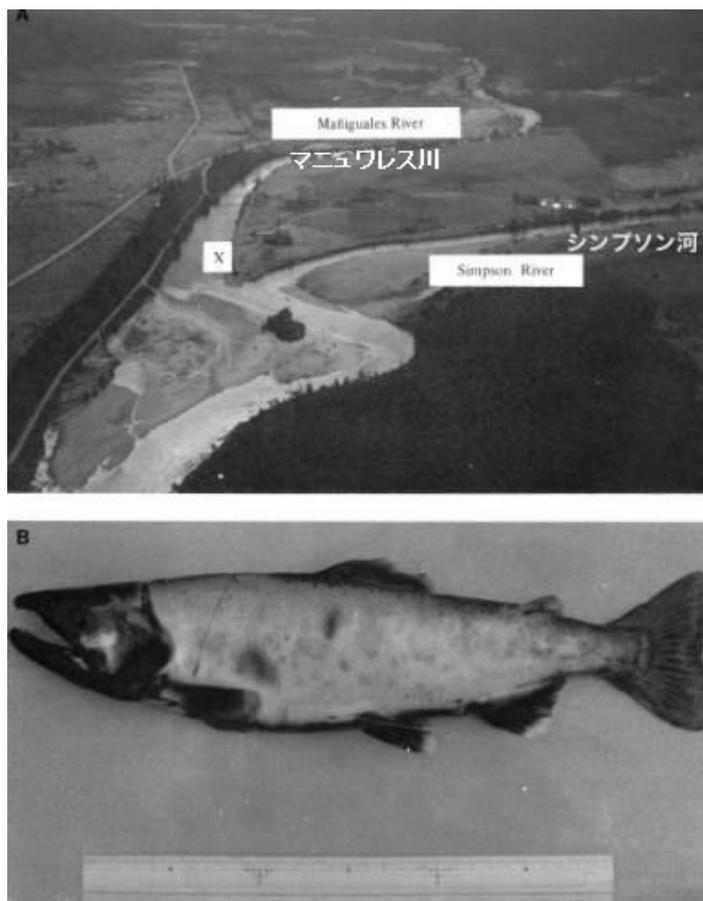
⑥ サクラマスの再登場

チリに再びサクラマスが供給されるようになるのは 1981 年からである。これまで移殖の主体がシロサケのみであったが、次のような理由で、北海道から毎年 20 万粒の日本産サクラマス (MJ グループ : M は *O. masou*、J は *Japan* からとったコードネーム) の発眼卵の供給が再開された¹²⁾。

- ・ 海洋型、河川型、湖沼型と多様な生活史を持つため、内水面での生態観察が可能
- ・ 淡水域でのチリ生まれのサクラマスの人工種苗生産 (MC グループ : C は *Chile*) が可能
- ・ 海面・内水面での増殖が可能
- ・ シロサケが回帰しない場合の滑り止め (大回遊をせず回帰を確実なものにする)
- ・ 日本以外で競争相手のいないアジア系サケの導入

こうして、1981 年から 1986 年にかけて総計 100 万粒 (1984 年は輸送途中の事故で供給されなかった) が導入され、日本産のサクラマス (MJ) が総計で約 30 万尾が各水系に放流された。1985 年には、日本産サクラマス発眼卵からの現地での親魚養成によってチリ生まれ (MC) のサクラマス受精卵が約 18 万粒得られ、そこから約 5 万尾の放流用の稚魚が生産された¹³⁾。

こうした中で、1984年に2尾のサクラマスが捕獲された。1尾は南半球の秋である4月にコジャイケを流れるシンプソン河水系の下流域のマニユワレス川で（図V-30）、回帰して来るであろうサケたちを捕獲するために仕掛けられた刺し網で再捕されたものである（図V-30）。体長は38cm、体重630gの成熟した雄で、輪紋（図V-31）の解析からこの魚は3年魚（2+）で、1982年11月26日にコジャイケふ化場から体重21～43gのスモルトで放流されたものであることが判明した¹⁴⁾。鱗の成長から見るときわめて興味深いことは、2回目の冬を越してから急激な成長をとげたことがわかり、降海して成長したことが示唆された。



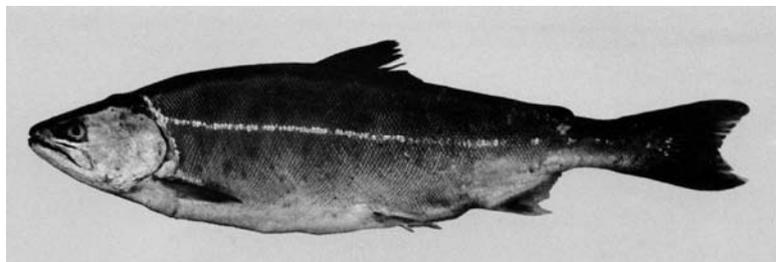
図V-30 1984年4月にシンプソン河水系のマニユワレス川（上）で捕獲された体長38cmの産卵回帰サクラマスの雄（下）



図V-31 1984年4月にシンプソン河水系のマニユワレス川で捕獲された

回帰サクラマスの鱗（各数字は冬帯輪紋）

これまで、シンプソン河水系では若年で成熟した雄のヤマメ（いわゆるダークパー）の捕獲例は1982年からあり¹⁴、それ以降の調査でも河川ではヤマメタイプの成熟雄が採集されることはごく普通であった¹⁵。このため、雄がヤマメとして河川に残留し、雌が降海するという生活パターンは日本の北海道と同様であろう。しかし、雄も降海して3年目の産卵期に遡上して来るという事実は、当然のこと雌のサクラマスも降海して遡上してくることを暗示している。それを裏付けるように、1984年の南半球の冬となる7月にシンプソン河水系の河口のアイセンフィヨルドの外の多島海域（図V-26）で体長35.8cm、体重500gの未成熟雌のサクラマスが刺し網にかかった（図V-32）。輪紋（図V-33）の解析から2年魚（1+）の1982年生まれで、シンプソン河水系で1983年11月と翌年1月に体重21〜43gで約6万尾放流されたものであることが分かった¹⁶。これは、前述したようにサクラマスの雌が降海していることを示した貴重な資料となった。また、1988年4月に白石ふ化場前のクラロ川で体長45cm、体重980gの成熟した雄のサクラマスが捕獲され、輪紋解析から1985年に日本で採卵され、1986年に約6万尾のスマルト放流された降海型のものであることが分かった¹⁵。しかし、海からのサクラマスの回帰と捕獲はこの2尾が唯一のものであり、降海型のサクラマスの資源造成には成功しなかった。この原因のひとつとして、十分な量のスマルト放流がされずに多くの放流魚がシンプソン河水系に多く生息するブラウントラウトに食害され減耗が大きかったのではないかと考えられる。



図V-32 1984年7月にアイセンフィヨルドの外の多島海で捕獲された体長35.8cmのサクラマスの未成熟雌



図V-33 1984年7月にアイセンフィヨルドの外の多島海で捕獲された体長35.8cmのサクラマスの未成熟雌の鱗（数字は冬帯輪紋）

⑦ 最後の挑戦（降湖型サクラマス造成へ）

サクラマスは、降海しても沿岸のみを回遊して回帰してくると期待されていたが、前述したように 1986 年末の時点で、降海型のサクラマスの回帰はほとんどない厳しい結果となっていた。プロジェクトが終了する 1989 年に至るまで、わずか 3 年間を残すのみとなった。サクラマスの成熟・産卵回帰までに要する時間を考えると 1986 年の計画の見直しによる新たな移殖戦略が必要であった。このため、1986 年からは湖沼を含めた水域でサクラマスの持つ多様な生活史パターン（図 V-34）を活かした 3 つの戦略による放流計画が策定された¹⁵⁾。1) 降海型サクラマス造成、2) 河川残留型サクラマス造成、3) 降湖型（陸封型）サクラマス造成、である。とりわけ、3 つ目の降湖型サクラマス造成には、さらに、a) 産卵親魚を蓄養養成（MC グループの生産）するための閉鎖系の小型湖沼（ドンポリ湖）への放流、b) 中型の天然湖沼へ定着させるためシンプソン河水系にある流入・流出河川のある中型の湖（ポルックス湖など）への放流、c) 大回帰 big run を目指した南米大陸でも有数の大型湖（ヘネラルカレラ湖）への放流、という 3 つの戦術的な移殖放流を強化した。

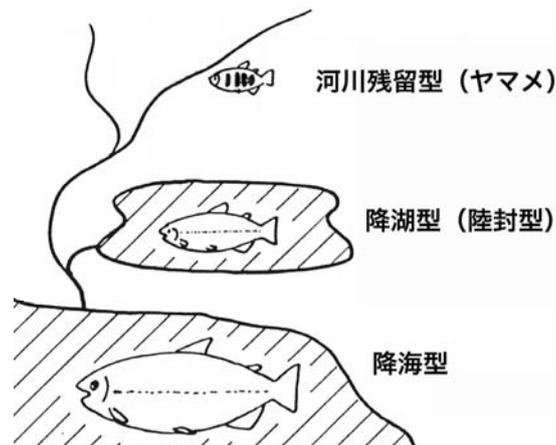
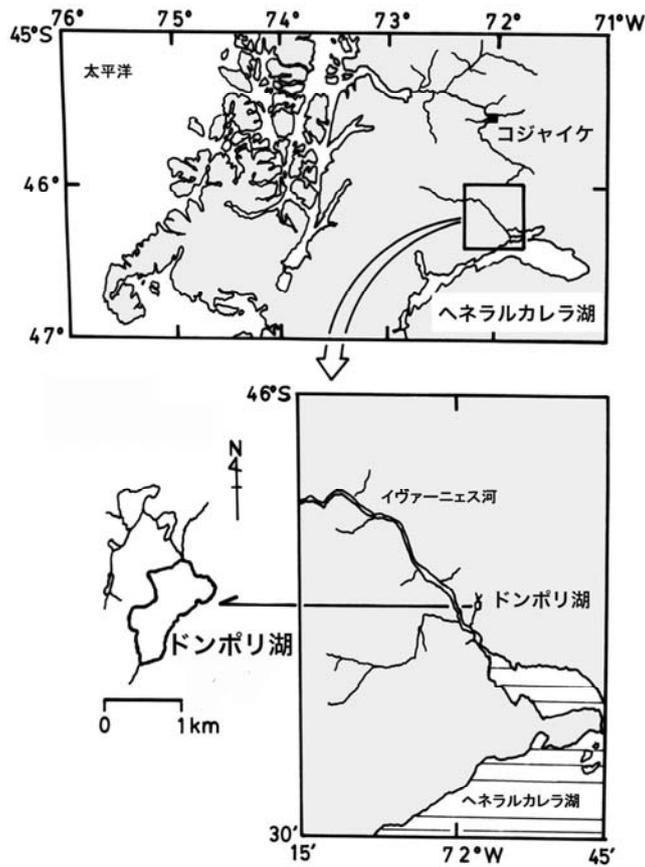


図 V-34 サクラマスの 3 つ生活史タイプ

閉鎖系の小型湖沼ドンポリ湖は、南米で 2 番目に大きなヘネラルカレラ湖に注ぐイヴァーニェス河水系に取り残された面積約 0.72km²、平均水深 15.7m（最大深度 31m）の小さな氷河湖である（図 V-35、図 V-36）。



図V-35 ドンポリ湖周辺地図



図V-36 ドンポリ湖

この湖の周囲は羊などの家畜を放牧する牧草に覆われ、湖の透明度は2-3mと低く富栄養化している。このため生産力が高く、湖岸の石の下には密に端脚類が分布しており、湖内には在来魚種としてナマズのようなギャラクシアス科 (Galaxiidae) の *Galaxias platei* が密に生息している。これらは放流されたサクラマス格好の餌となるため、いくつかの産卵群が蓄

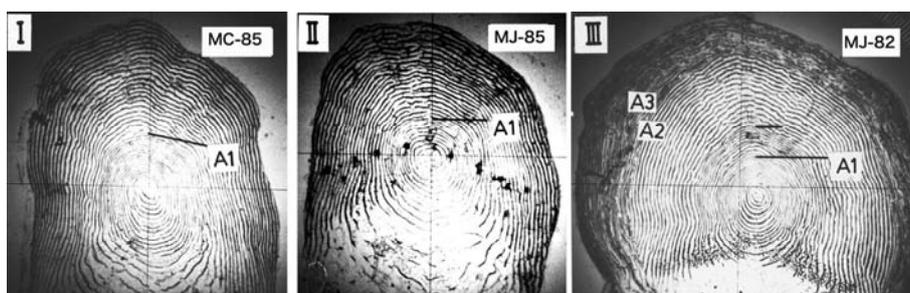
養放流された（表V-7）。

表V-7 サクラマスのドンポリ湖への放流

起源-採卵年*	放流年月	放流尾数	平均体長 cm	平均体重 g
MJ-81	1982年12月	9,000	13.3	27.3
MJ-82	1984年1月	3,000	15.7	43.0
MC-85	1986年3月	7,000	11.0	15.1
MJ-85	1986年11月	21,500	11.2	13.4
MC-87	1988年8月	2,800	8.4	5.9
MC-88	1988年11月	50,000	4.9	1.1

*MJ：日本産サクラマス、MC：チリ産サクラマス

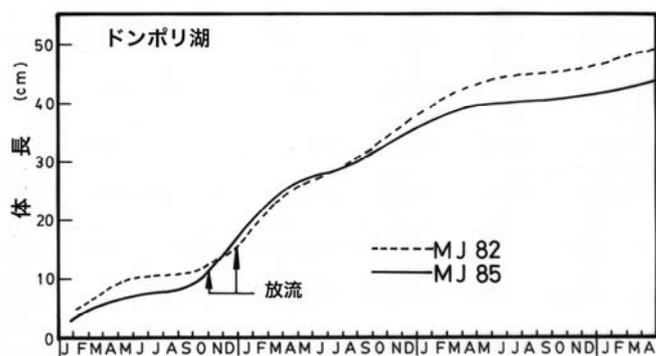
ドンポリ湖における1987年の調査によって、蓄養されたサクラマスの成長解析、成熟と産卵生態、天然湖沼からのチリ産サクラマスの種苗卵生産の可能性、などが明らかにされた^{15,17)}。それによると、体長約15cmで放流された1982年日本産サクラマス（MJ-82）は、輪紋の解析の結果（図V-37）、2年目の冬に平均体長31cm、3年目に41cm、4年目には50cm近くに達し、高い成長を示した。しかし、1987年に捕獲されたものはいずれも雌で、すでに前年に成熟した際に形成されたと見られる古く変色したばらばらの卵が腹腔に見られた。これは、遡上できるような流入河川や砂利状の湖畔もない同湖では、自然産卵ができずに翌年の産卵期まで生残したためである。成熟して排卵されても、産卵による卵の放出ができなければ、一部の魚は死亡せずに翌年まで生残することが分かった。



図V-37 ドンポリ湖で再捕されたサクラマスの鱗

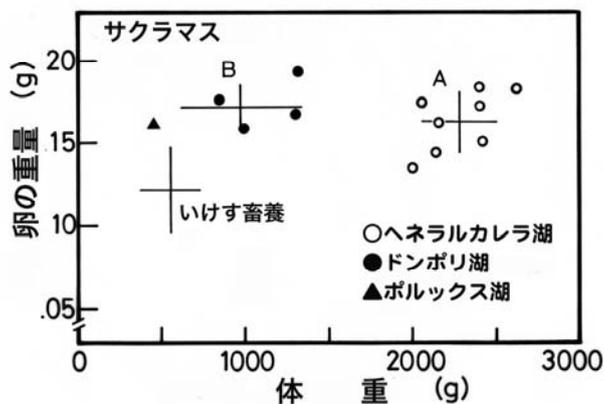
（左：MC-85、中：MJ-85、右：MJ-82）

生産力が高い湖沼とはいえ、限られたスペースに大量の放流を行えば、その後の成長や生残に影響することが予想される。実際に、1989年までの調査で放流尾数が少なかったMJ-82群の成長と各年級群が連続的に放流され、放養の密度が高いと考えられるMJ-85群の成長とを比較すると、2年目の冬まではほとんど同様の成長過程をたどるが、3年目の冬以降ではMJ-85群はMJ-82群よりも成長が劣っている（図V-38）。



図V-38 ドンポリ湖のサクラマス成長比較

このように、湖の収容力が成長に影響していることが分かる。そこで湖の潜在的な魚類生産力を7種の経験モデルから求めると、サクラマス親魚が年間0.19-0.64トン（平均0.34トン）得られると推定された¹⁵⁾。毎年体重1-2g程度の稚魚を2万尾放流することで、雌の割合とサイズから約5万粒の種卵が生産できるとの計算である。実際に、1988年には、生け簀での人工飼育によって得られた卵より大粒で（図V-39）、健苗性の高い種苗卵が4万粒得られた。このように、閉鎖系湖への放流によって給餌を必要とせずに一定量の天然種苗が得られることが実証された。



図V-39 各生息場所・飼育場所によるサクラマスの体サイズと卵サイズとの関係比較

一方、ボルックス湖は、周囲を牧草地に囲まれ流入・流出河川を備えた面積8.9km²、平均水深26.5m（最大深度55m）で、日本の中禅寺湖（11.6 km²）よりやや小さい貧栄養湖である。数種の在来魚種ギャラクシアス科（Galaxiidae）と1968年に移殖されたニジマスが生息している¹⁵⁾。サクラマスが再生産可能な流入出河川を有していることから、中型の湖として選定された。同湖への放流は下表（表V-8）のように3つの群が3年間にわたり放流された。

表V-8 サクラマスのボルックス湖への放流

起源-採卵年*	放流年月	放流尾数	平均体長 cm	平均体重 g
MJ-85	1986年11月	34,500	11.2	13.4
MJ-86	1987年10月	22,500	7.8	4.9
MC-88	1988年11月	150,000	4.9	1.1

*MJ：日本産サクラマス、MC：チリ産サクラマス

同湖におけるサクラマス成長は、最初に放流された MJ-85 (1985 年日本産) について図 V-40 のようであり、前述のドンポリ湖の MJ-82 群の成長と極めて類似した。ドンポリ湖と比べて面積も 12 倍も大きいポルックス湖であるが、ドンポリ湖のサクラマスの成長と大きな差がないことから、貧栄養湖であるポルックス湖の環境収容力がそれほど大きくないことが示唆された。この湖に多く生息しているニジマスとの競合も考えられた。

放流後 1 年目の 1987 年には、サクラマスの成熟産卵は観察されなかったが、1988 年の 3-4 月には放流された小さな流入河川の河口において、初めて 14 尾のサクラマス親魚 (MJ-85) が捕獲された。しかし、河川流量が少なく天然の産卵は観察されなかった。1989 年には 20 尾のサクラマス親魚が捕獲され、14,000 粒の天然種卵が得られた。

しかし、同湖へのサクラマス移殖にはいくつかの問題が指摘された。まず、前述したように、先住しているニジマスとの競合など、成長に関わる生態学的な問題がある。次に、自然繁殖するための条件として、産卵河川の物理環境があげられる。同湖では、サクラマスの産卵期前の 2 月、および産卵期の 3-4 月において河川流量が減少し、年変動が大きいことが示された。とりわけ、1988 年は降雨が少なく、サクラマスの産卵に適した河川に十分な流量が確保されていなかった。同地方の降水量を調べた結果、このような降雨量が少なく河川流量も不足する年が、1966 年から 1989 年にかけての 24 年間に 4 回も発生していることが分かった。このことから、ポルックス湖は、サクラマスの天然遡上と産卵に関して見た場合、天然資源造成のための移殖には致命的な欠点があると判断された¹⁵⁾。

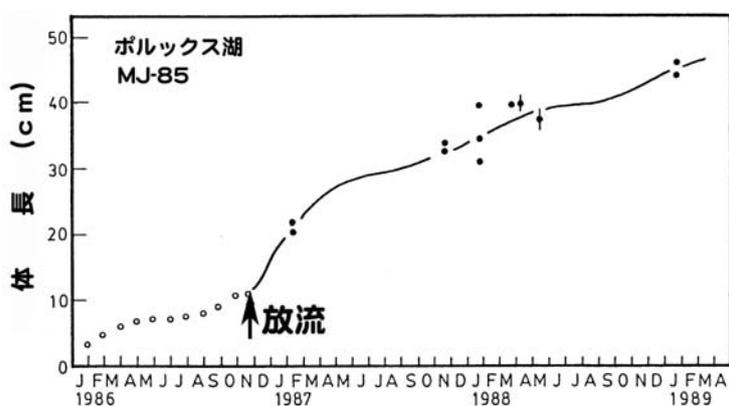
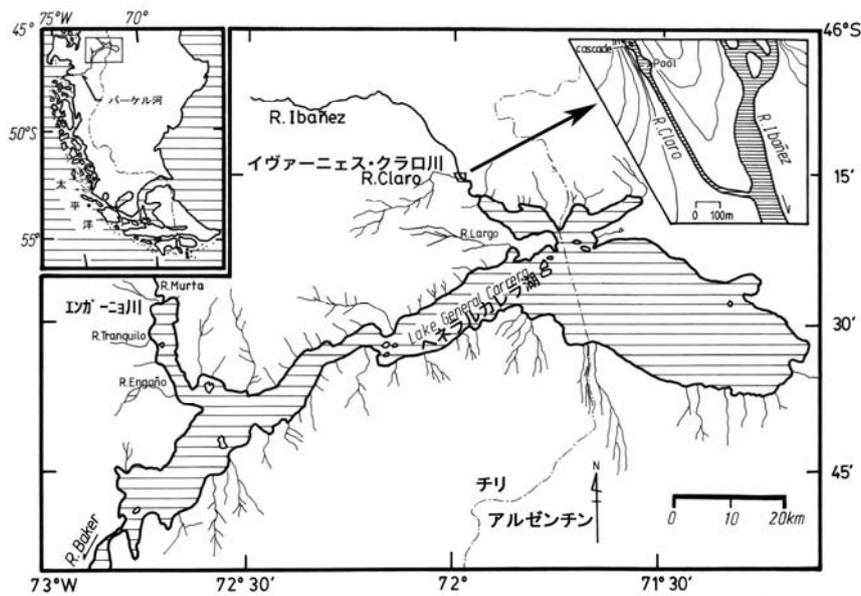


図 V-40 ポルックス湖のサクラマスの成長 (MJ-85)

最後に、大型の湖沼へのサクラマス資源造成を目指した、南米で 2 番目に大きいヘネラルカレラ湖への移殖とその結果について述べよう。この湖は、白石ふ化場があるコジャイケから緯度 1° 南に位置し (およそ南緯 46°30′)、最大深度 590m、面積 1,883km² で琵琶湖 (670 km²) の 2.8 倍の大きさを有し、湖のほぼ中央にアルゼンチンとの国境を有する国際湖である (図 V-41)。

大きな流入河川は湖西側のチリ領土に集中し、東側のアルゼンチン領土は乾燥したパンパ地帯であるため大きな流入河川はほとんどない。湖からの流出河川は膨大な水流を持つバーケル河が太平洋に注いでいる。



図V-41 ヘネラルカレラ湖

湖内には *perca* (*Percichthys trucha*) と呼ばれるスズキ目の在来魚種が生息するほか、1940年代に放流されたと考えられるブラントラウトとニジマスが生息している。ブラントラウトもニジマスも湖内では銀色の体色の降湖型の資源を形成し大型に成長する。ニジマスは、ブラントラウトよりも遅れて1972年に初めて移殖され、資源量的にはブラントラウトの20%ほどを占めており、短時間で個体群を増やしたと考えられる¹⁸⁾。チリ領では移殖されたマス類資源保護のため商業漁業が禁止されている一方で、アルゼンチン領では刺し網によるマス類の商業漁獲が行われている。

ヘネラルカレラ湖水系へのサクラマスの放流は、イヴァーニェス河水系支流のイヴァーニェス・クラロ川に1987年2月と同年10月それぞれ1986年生まれのチリ産(MC-86)と日本産(MJ-86：北海道森産)であり、表V-9のようにパー稚魚で放流された。イヴァーニェス・クラロ川は川幅10mにみえない透明で極めて貧栄養な川で、イヴァーニェス河との合流点から約700m上流に大きな魚止めの滝があり、滝の落ち込み口の手前は広さ約1,000m²、深さ0.5-1.3mのプールを形成している。南半球の晩秋5、6月には滝口に形成されたプールに降湖型のブラントラウトが多数遡上して産卵場を形成する。

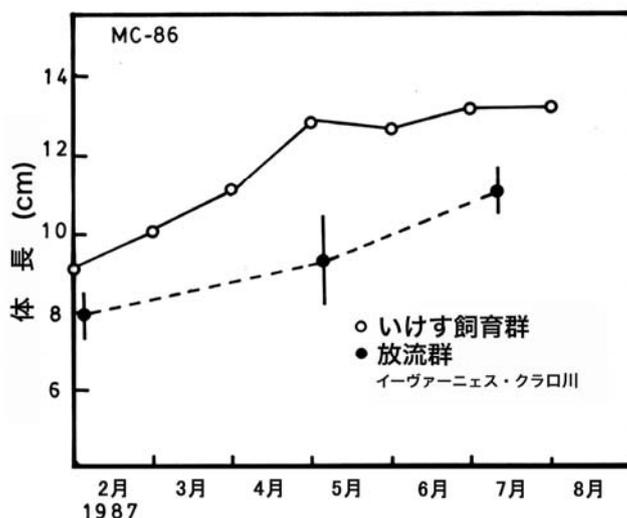
表V-9 1987年のサクラマスのヘネラルカレラ湖への初めての放流

起源-採卵年*	放流年月	放流尾数	平均体長 cm	平均体重 g
MC-86	1987年2月	32,000	9.1	7.0
MJ-86	1987年10月	24,500	8.0	4.9

*MJ：日本産サクラマス、MC：チリ産サクラマス

イヴァーニェス・クラロ川においては、放流されたMC-86群のパー稚魚がその後どんな成

長をするのかを調べるために、投網を用いた追跡捕獲調査を1987年2月から8月まで行った。放流群の成長と同じ群でコジャイケの白石ふ化場で給餌飼育されているサクラマス稚魚の成長とを比較すると、2月から5月までの成長は明らかに飼育魚が速かった(図V-42)。しかし、5月以降の南半球の冬季になると飼育魚の成長は止まるのに対して、イヴァーニェス・クラロ川の放流サクラマスは、河川水温が4℃以下にもかかわらずゆっくりした体長増加を示した¹⁵⁾。これは、見かけの増加で、小さい群は下流に降下し大きい群が残留した結果を表しているのかもしれない。8月の調査では河川でサクラマス稚魚は捕獲されなかった。また、その後の不定期な捕獲調査でもイヴァーニェス・クラロ川においては残留型のサクラマスは捕獲されず、ほとんどが下流のイヴァーニェス河か湖に降下したと考えられた。



図V-42 いけす飼育群と河川放流群との成長比較

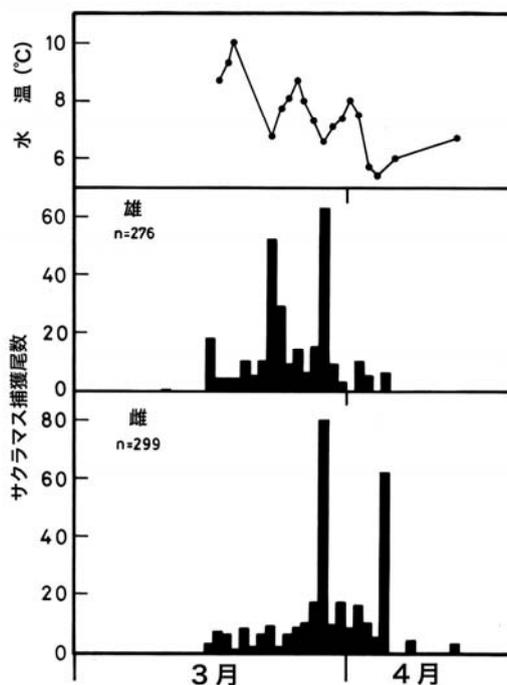
同湖水系へのはじめての放流から約2年後の秋(1989年3月)、サクラマスが3年魚(2+)として初回帰をするのではないかと期待された。3月16日の未明のこと、川幅10mにもみえないイヴァーニェス・クラロ川には岸から川の中央に向かって斜めに横切るように前日夕方から目合90mmの刺し網が仕掛けられていた。明け方の水温は8℃を切っており、かなり冷たく感じる。冒頭で書いたように、冬にはよく見られるよく見慣れた降湖型のブラウトラウトではない、これまで見たこともない異様な色をしたサケ科の魚種であった。これだけ婚姻色がハッキリしていると(図V-25)、経験が少ないものにとってはサクラマスとわかるまで何度も見直す必要があった。まずはしり鰭の軟条数に目がいった。14本はあり、明らかに*Salmo*属ではない。この時、ようやく消去法によってサクラマスであると結論付けることができた。

はじめの回帰魚が捕獲されてから本格的な捕獲調査が実施され、採集捕獲を終了する4月中旬までの1ヶ月間で計575尾(雄276尾、雌299尾)の遡上親魚が捕獲された¹⁹⁾。河川中流域ではでペアを組んで産卵するサクラマスに至る所で見られた。産卵床での河川流速は毎秒46.7 cm(±17, SD)であった。滝口のプールでは多数のサクラマスが天然産卵をしているのも観察された(図V-43)。回帰当初は雄の割合が高かったが、回帰終了近くには雌の

割合が高くなった(図V-44)。この間に河川水温は変動しながら10℃から6℃まで低下した。遡上が終了した5月には、川底からはサクラマス¹の発眼卵が多数見つかり、同時に産卵しているブラウントラウトの小型の卵(5.38±0.12 mm)とサクラマスの大型の卵(6.71±0.24mm)とは容易に判別可能であった。



図V-43 1989年3-4月にかけてヘネラルカレラ湖から回帰したサクラマスがイヴァーニェス・クラロ川の滝口のプールで産卵場を形成(黒い影がサクラマス)



図V-44 回帰サクラマスの雌雄別捕獲尾数および河川水温の1989年3-4月にかけての変動

捕獲されたサクラマス 575 尾は、2 つの放流グループ、すなわちチリ産 MC-86 と日本産 MJ-86 からなると考えられた。そこで、放流前に採隣しておいたチリ産 MC-86 および日本産 MJ-86 グループの初期鱗の隆起線数を調べると両群で明らかに異なり (図 V-45)、MC グループでは平均 17 本、MJ グループでは平均 10 本である。これを利用して回帰魚のグループ判別を行った。この違いが生じる理由は、はじめて鱗が形成され隆起線が刻まれ始める浮上稚魚 (fry) にとって、チリで初めて冬を迎えるまでの期間がチリ産と日本産とで異なるからである (図 V-46)。当然、半年の季節差を短縮された日本産の方が短いわけである。このため、冬帯の輪紋までの隆起線の本数が日本産よりもチリ産の方が多くなるわけである。

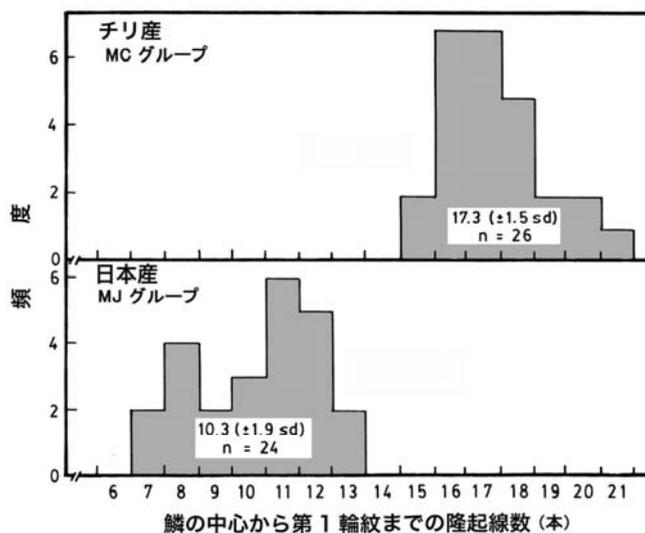


図 V-45 生まれ群毎 (MC-86 および MJ-86) の第 1 冬帯までの隆起線数の比較

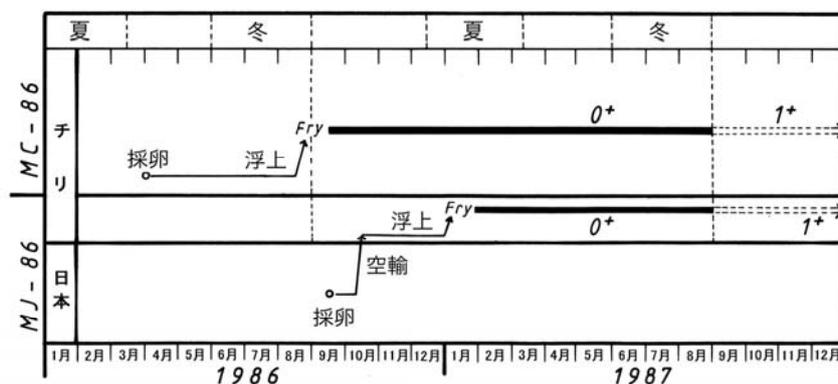


図 V-46 生まれ群毎 (MC-86 および MJ-86) の放流時期と季節推移の関係

上記の判別方法を用いると、容易に回帰魚をどちらかのグループに分離することができた (表 V-10)。そして、放流尾数と判別された産卵魚尾数との割合から群毎に回帰率を算出した。いずれも回帰率はほぼ 1% に近く、両群には差は認められなかった。日本ではスマルト放流の場合に、回帰率が 10%²⁰⁾ や 15%²¹⁾ と極めて高い回帰率が得られており、これと比較するヘネラルカレラ湖からの回帰率はかなり低いことになる。しかし、パー稚魚の日本の湖

沼での放流では、3年魚(2+)での回帰率0.465%)や2年魚から5年魚までの総回帰率で0.73%²²⁾と比較すると、今回のヘネラルカレラ湖での初年度の回帰率1%は決して低いものではないと思われる。

表V-10 ヘネラルカレラ湖への1987年放流群別のサクラマス回帰尾数と回帰率

起源-採卵年*	放流尾数	判別された回帰魚の尾数	回帰率 (%)
MC-86	32,000	342	1.07
MJ-86	24,500	233	0.95
総計	56,500	575	平均 1.02

*MJ: 日本産サクラマス、MC: チリ産サクラマス

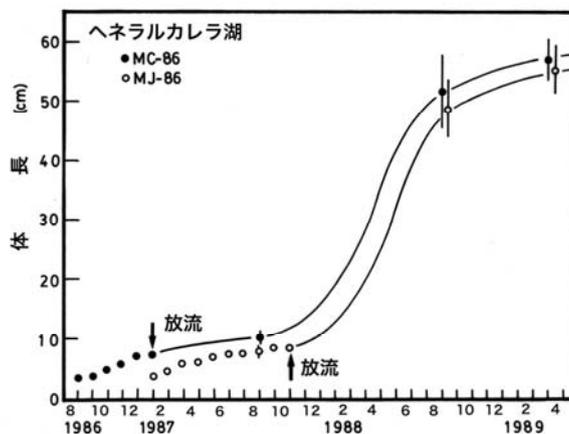
ヘネラルカレラ湖から回帰したサクラマスの各群別に判別したサイズは表V-11のようになり、すべての群で雌雄とも平均体長は55cm以上で、体重は1,500g以上と大型であった。

表V-11 ヘネラルカレラ湖から1989年に回帰したサクラマスの各群別のサイズ

起源*	平均体長 (±標準偏差)			平均体重		
	雌	雄	計	雌	雄	計
MC-86	56.8 (±3.9)	57.4 (±3.5)	57.2 (±3.7)	1,750 (±506)	1,800 (±435)	1,777 (±429)
MJ-86	55.5 (±4.4)	55.1 (±4.3)	55.2 (±4.3)	1,571 (±484)	1,603 (±392)	1,592 (±424)
			56.3 (±4.1)			1,715 (±437)

*MJ: 日本産サクラマス、MC: チリ産サクラマス

輪紋分析により各群別に、冬帯輪紋形成時を逆算して体長を推定して成長曲線を描いた(図V-47)。放流後、どちらの群もはじめの冬を越してから、2回目の冬までの間に急速に成長していることが分かる。明らかに、閉鎖系のドンポリ湖や中型のポルックス湖とは比較にならない成長をとげている。湖にはブラウントラウトやニジマスが生息しているが、まだまだかなりの環境収容力があると考えられる。サクラマスの産卵回帰は、主として3年魚(2+)から4年魚(3+)と考えられ、この年に成熟しなかった個体は、翌年さらに成長して回帰してくるものと想像できる。



図V-47 回帰サクラマスの放流群毎(MC-86およびMJ-86)の成長

ヘネラルカレラ湖から回帰したサクラマス¹⁸の性比について興味深い事実がある。前述したように捕獲数は雄 276 尾、雌 299 尾であり、ほぼ 1:1 (雄/雌=0.92) と認められた。一般に、北半球では降海もしくは降湖して回帰するサクラマスの性比は、緯度が高いほど雌の割合が高くなる傾向がある。つまり、緯度の低い地方では雄雌ともに河川残留型(ヤマメ)が出現するため、雌は降海(もしくは降湖)しないが、緯度が高くなるにつれて雄雌ともに降海(もしくは降湖)する割合が高くなる¹⁸。この関係をヘネラルカレラ湖の場合で見ると性比(雄/雌)は 0.92 となり、北半球で得られている緯度と性比との関係に比べかなり外れたところに位置する(図 V-48)。これは、ヘネラルカレラ湖水系のイヴァーニェス・クラロ川が、北半球でサクラマスが生息する環境よりもさらに緯度的に極地に近く寒冷で厳しい環境(水温や餌料など)にあり、雌雄ともに降湖した結果と考えられる。このことは、前述したように放流半年後の冬(8月)には河川に残留するサクラマスが捕獲されなかったことから窺われる。

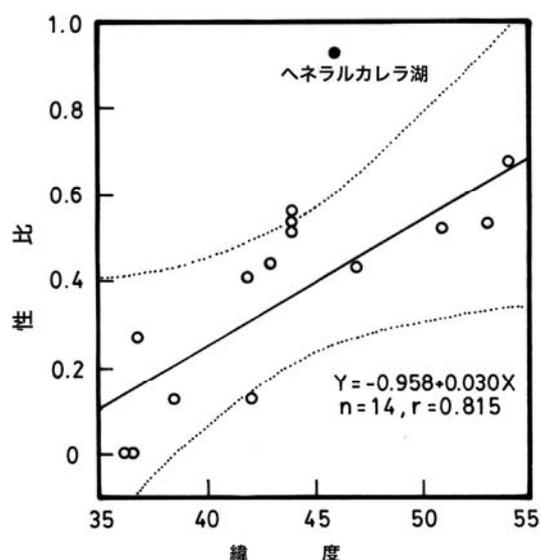


図 V-48 緯度と性比の関係

⑧ 日本の協力以後の真の資源造成

1987年の放流から、日本の協力が終了した1990年以降も1992年までヘネラルカレラ湖へサクラマス放流は継続され、総計で24万尾が移殖された(表 V-12)。この間、イヴァーニェス・クラロ川以外にもいくつかの河川に放流され、浮上稚魚、パー幼魚からスマルトまで様々な放流が行われた。

1990年以降もサクラマスの回帰は観察され、白石ふ化場の組織母体であるチリ漁業振興研究所 IFOP の調べでは(中澤、私信)、1990年の回帰率は87年放流魚(MC-86もしくはMJ-86)および1989年放流群(MC-87)について、それぞれ0.3%および6.2%であった。MC-87群の回帰率が6.2%と高いのはスマルト放流(体長約23cm、体重147g)と大型であったためと考えられる。

表V-12 ヘネラルカレラ湖水系へのサクラマスに移殖放流過程

グループ	放流年月日	放流河川	尾数	体長(cm)	体重(g)	ステージ
MC-86	1987 1月10日	イ・クラロ川	32,000	9.1	7.0	パー
MJ-85	1987 10月28日	イ・クラロ川	22,500	8.0	4.9	パー
MC-87	1989 5月19日	イ・クラロ川	1,500	22.9	147.4	スマルト
MC-88	1989 5月19日	イ・クラロ川	5,000	11.1	14.0	パー
MC-88	1989 5月19日	イ・クラロ川	2,000	12.7	22.6	パー
MC-89	1990 1月15日	?	930	?	?	パー
MC-89	1990 4月11日	イ・クラロ川	14,000	10.8	15.0	パー
MC-89	1990 4月12日	イ・クラロ川	14,000	10.8	18.0	パー
MC-89	1990 4月16日	イ・クラロ川	14,000	10.8	15.0	パー
MC-89	1990 4月26日	マジソ川	2,133	10.8	15.0	パー
MC-89	1990 5月15日	イ・クラロ川	3,333	10.8	15.0	パー
MC-89	1990 5月15日	レビカン川	4,333	10.8	15.0	パー
MC-90	1990 12月14日	イ・クラロ川	29,756	7.3	4.1	浮上稚魚
MC-90	1990 12月14日	レビカン川	12,146	7.3	4.1	浮上稚魚
MC-90	1990 12月17日	イ・クラロ川	10,976	7.3	4.1	浮上稚魚
MC-90	1990 12月17日	マキス川	22,933	7.3	4.1	浮上稚魚
MC-90	1991 1月15日	イ・クラロ川	7,163	10.9	12.9	パー
MC-91	1992 5月4日	ポルフィアード川	16,667	?	18.0	パー
MC-91	1992 5月4日	マキス川	10,000	?	20.0	パー
MC-91	1992 5月4日	レビカン川	16,667	?	18.0	パー
			総計	242,037		

しかしながら、このパタゴニアという地は想像もつかないことが起きるものである。1991年8月にイヴァーニェス・クラロ川の北西わずか90kmにあるハドソン火山(45.54° S, 72.58° W)が大噴火し、火山灰が南東地域に厚く降り注ぎ、イヴァーニェス・クラロ川の滝口のプールを埋めつくしてしまった。このため、少なくとも数年間はサクラマスの遡上は途絶えてしまった。そこで、1992年5月により湖に近い河川を選定して放流が実施されたが(表V-12)、公式な記録としてはこれが最後の放流となった。これは、IFOPの調査体制に大きな変更があったのと同時に、サクラマス資源造成の意義が失われたからである。この当時は、チリがギンザケを主体とするサケ養殖産業が爆発的に振興して輸出金額がうなぎ登りに上昇し、IFOPの事業もギンザケの種苗生産を中心に展開されることになったためである^{23,24)}。そもそも、サクラマスの市場価値は日本でも極めてローカルなものであり、世界的なサケ市場に上がるような魚種ではなかった。一時的に、チリでも商業的な海面養殖が試みられたことはあったが、すべてチリの市場では買い叩かれる結果となり、最終的にはすべてカニ籠漁の餌となってしまったと聞く。これで、チリの地にサクラマス資源を定着させようという動機と希望が薄れたかに思えた。

そのような折り、1989年の初めてのサクラマス回帰が見られてからちょうど10年目にあたる1999年3月に朗報が入った。IFOPの調べで、ヘネラルカレラ湖の西側の入り江にあるエンガニョ川で大量のサクラマスが回帰して産卵しているのが確認された²⁵⁾。標本として採

集された回帰魚 14 尾（雄 6 尾、雌 8 尾）の平均体長は 53.4cm（雄 52.5cm、雌）、体重 1,675g（雄 1,566g、雌 1,768g）と大型のものであった。地元の漁師によれば、サクラマスは他の河川でも見られ、数年前からの現象とのことである。元 IFOP 職員の話では、公式な放流記録（表 V-12）以外に、エンガニョ川での放流を実施した経緯があるとのことだが、詳しい資料はない。いずれにしても、サクラマスが完全に同湖に定着して確実に資源を増加させていると考えて間違いはない。現に、1992 年から 1993 年にかけて、同湖の商業漁獲のための試験操業を IFOP が実施したところ、ブラウントラウトやニジマスに混じって総計 296kg のサクラマスが漁獲され、全漁獲量の 6.4% を占めた（表 V-13）。

表 V-13 1992 年から 1993 年にヘネラルカレラ湖における試験操業で捕獲された魚種と漁獲量

魚種	ブラウントラウト	ニジマス	サクラマス	その他	総計
漁獲量	4,724 kg (59.4%)	2,531kg (29.6%)	507kg (6.4%)	296kg (3.7%)	7,953kg

IFOP 報告（中澤氏、私信）

現在、チリ側ではヘネラルカレラ湖の商業漁獲ははまだ認められていないようである。資源を形成したサクラマスも、ブラウントラウトやニジマス同様に遊漁のための資源として利用されているだけである。近い将来、商業的な漁業開発が許可された場合に、南米大陸ではなじみの薄いサクラマスを何らかの形でわが国が有効利用することを考えても良いかもしれない。未だ遅れているチリの南部開発にもつながることになる。白石博士が 1972 年、チリへの派遣を前に中学生向けに書かれた『湖の魚』²⁵⁾ の「おわりに」には次のように書かれている。

「この計画に参加し、それを成功させることこそ本懐ではないかと私は思いました。水産研究者として、自分の学問を広く世界の人々の役に立てることは、願ってもないことです。言葉も習慣もちがう国にのりこんで、サクラマスを放流してみても、うまく成功するかどうか、それはやってみるほかありません。しかし、私も科学者の一人として、自分の学問を最大限に生かして、出来れば現在の北洋サケ・マス漁業と同じような漁業を南半球におこしてみたいという大きな希望をいただいたのです」

サクラマスに関しては、1972 年の初めての移殖から 17 年目に天然資源造成の鍵を握る大回帰が観察され、27 年後の 1999 年に天然資源として定着した証拠が得られた。とはいえ、白石博士が述べた最終の目的はまだ達成されていない。博士の魂はまだ彷徨っているということであろうか。

(文献)

- 1) 斎藤三郎. 南半球チリ国におけるサケ・マス資源拡大の問題等について. さけとます 1970; 19: 23-28.
- 2) 正井三郎 海外漁業協力財団 (1998) チリ・サケマス放流事業 開発途上国に対する政府ベース水産技術協力の軌跡, 148-155.
- 3) 野誠三・井上聡・青木義博 (1971) . 第2次南米チリ国南部2州の河川・湖沼およびフィヨルドの水生動物調査. 南米・チリ国におけるサケ・マス増養殖問題に関する調査報告, 資料 No.112 付録, pp.16, 社団法人日本水産会.
- 4) 長澤有晃 (1973) 南米チリーへサクラマスの移殖. 魚と卵 140: 7-14.
- 5) 長澤有晃 (1974) 海外技術協力事業チリー国サケ・マス増殖事業計画に従事して. 魚と卵 141:1-7.
- 6) Nagasawa, A. and P. Aguilera 1974. Transportation and rearing trials with japanese cherry salmon (*Oncorhynchus masou*), 1972-1973. Introd. Aysen Chile. Pac. Salmon, 1: 1-21.
- 7) 徳井利信 (1969) カナダへ移殖したサクラマス. 魚と卵, 20 巻 3 号 : 3-7.
- 8) Christie, W.J. (1968) The potential of exotic fishes in the Great Lakes. A symposium on introductions of exotic species, Research Report No.82, Ontario Department of lands and forests, p.73-91.
- 9) Christie, W.J. (1970a) A review of the Japanese salmons, Research Information Paper (Fisheries) No.37, Ontario Department of lands and forests, pp.46.
- 10) Christie, W.J. (1970b) Introduction of the cherry salmon *Oncorhynchus masou* in Algonquin Park, Ontario. Copeia, 2: 378-379.
- 11) Netboy, A. Here comes the cherry salmon. Fishing World. Annual 1977, 14, 28-29.
- 12) 長澤有晃 (1987) サケマス移殖計画 (帰国報告書) , JICA 水産養殖プロジェクト, pp.35.
- 13) Nakazawa, A. (1989) Final report of aquaculture project in Chil. pp.1-10.
- 14) Asai, H. and G. Araya G. (1984). Observation on the Japanese cherry salmon (*Oncorhynchus masou*) release trials with notes of a homing adult in the Simpson River. Introd. Aysen Chile Pac. Salmon, 11: 1-25.
- 15) Sakai, M (1989). Introduction of ecological and limnological investigation, in “Final report of aquaculture project in Chile”, pp.11-74.
- 16) Nagasawa, A. and P. Aguilera M. (1985). Photographic simples data of the pacific salmon alter the hatchery release in Aysen Region Chile, 1982-1984. Informational Brief, Introd. Aysen Chile Pac. Salmon, 15:1-35.
- 17) Sakai, M., R. Aguirrebeña B. and A. Nagasawa. 1987. Growth analysis by scale reading of cherry salmon (*Oncorhynchus masou*) stocked a closed-system lake “Lagoon Don Poli”, southern Chile. Introd. Aysen Chile Pac. Salmon, 18:1-26.
- 18) Sakai, M. and A. Espinós. 1992. On the trout resources in Lake Buenos Aires, southern Argentina. CEAN-JICA Infrom. Tec. 4:1-26.

- 19) Sakai, M., E. Estay, A. Nakazawa, N. Okumoto and A. Nagasawa. 1992. The first record of the spawning run of masu salmon *Oncorhynchus masou* introduced into the Patagonian Lake general Carrera, Southern Chile. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58: 2009-2017
- 20) Mayama, H., K. Okuma, and T. Nombra (1983). Adult return of marked masu salmon, *Oncorhynchus masou*, from smolts released into the Shiribetu river in the spring of 1981. *Marine Ranch. Program Progress Rep. Masu Salmon*, 3, 139-146.
- 21) 田中寿雄 (1984) 保護増殖 (「サクラマス増養殖」) p51-57. 北海道立水産孵化場.
- 22) Kataoka, T., N. Honda, and A. Suzuki (1984). Studies on the reproduction of landlocked masu salmon, *Oncorhynchus masou*, in the Okutadami reservoir-VI. Resource amount of salmonids. *Sci. Rep. Niigata Inland fish. Sta.*, 11:1-13.
- 23) 酒井光夫 (1999) チリにおけるサケ移殖と養殖計画、および IFOP 白石博士ふ化場の活動概況 — チリ水産養殖プロジェクト終了後 10 年を振り返って —. 国際協力事業団出張報告書, pp.24.
- 24) Sakai, M. and K. Ishida (2002). The Pacific salmon ranching in the Southern Chile: Evaluation of a Project-type technical cooperation by JICA. *Fisheries Science* 68 (Supplement II): 1552-1555.
- 25) 中澤昭夫 (2000) チリ・パタゴニアにさくらマス定着を確認. *海外漁業協力*. 13: 1-5.
- 26) 白石芳一 (1972) 湖の魚. 岩波書店 (岩波科学の本 6) .