

元) 本館蔵書  
《新編 徳川幕府の政治と経済》

昭和三十一年二月

東京大学出版会

RY

JICA LIBRARY



1031627113

チリ水産養殖プロジェクト  
巡回指導調査チーム報告書

昭和58年2月

国際協力事業団

International Cooperation Association  
International Cooperation Association

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 16	704
登録No. 10097	89.6
	FDT

International Cooperation Association

## は し が き

チリ共和国政府は、動物蛋白源の開発、沿岸零細漁民の雇用機会の増大等を目的として、沿岸漁業の振興を重点施策の一つとして取りあげていたが、その一環として我が国政府に対し、サケ、マス資源育成のための技術協力要請を行ってきた。

この要請に基づき、国際協力事業団は、1972年に個別専門家派遣の方式により、技術協力を開始したが、その後先方政府から本件協力を更に拡大、強化してほしい旨要請をしてきた。

このような経緯から当事業団は1979年実施協議調査団をチリ共和国に派遣して調査を行い、その結果に基づき、本件協力を拡大プロジェクト方式をもって協力をを行うことになった。

このたび、本プロジェクトの抱えている問題点を究明するために、昭和58年1月15日から19日間にわたり北海道区水産研究所増殖部長・白旗総一郎団長以下3名の巡回指導チームを派遣した。

本報告書は巡回指導の結果をとりまとめたものであり、今後の本プロジェクト運営の参考に賢するため、印刷に付することとした。

ここに本指導の任にあられた団員各位並びに本巡回指導チーム派遣に御協力を賜った各関係省庁及び現地日本大使館の方々に対し深甚の謝意を表すると共にあわせて今後の御支援をお願いする次第である。

昭和58年2月

国際協力事業団  
林業水産開発協力部長  
渡 辺 桂



1. 第3回合同委員会(1月27日)  
真中より左廻り  
Verdugo 漁業次官、常川通訳、  
白飯、石川、待島、野口、  
Lopezandia 部長、Conley 次長  
Mendez 部長、Petrowitsch 局長



2. 沿岸海城視察(1月23日)  
左より白飯、Aguilera 支局長、  
Vargas 課長、長沢、待島



3. Coyhaique のふ化場でサクラマス  
を視察(1月19日)  
左より石川、浅井、Araya ふ化場長、  
Vargas 課長、中沢、白飯、中村、  
Aguilera 支局長



4. Ensenada Baja のふ化場でカラフトマス  
の餌つけを視察(1月19日)  
左より Puchi 担当官、  
島津、中沢、長沢

# 目 次

は し が き  
写 真

1. チーム派遣の目的 .....	1
2. チームの構成 .....	1
3. 調査日程 .....	1
4. 面会者リスト .....	2
5. 経 緯 .....	3
6. 第3回合同委員会 .....	5
7. 現地における調査と討議の要約 .....	9
I. 1982年の事業の概要 .....	9
II. 討議された2、3の問題点 .....	13
III. その他見聞事項 .....	15
8. 57年度チリ水産養殖プロジェクト巡回指導調査に関するメモ .....	18
9. 付 属 資 料 .....	27
I. チリサケ・マス移殖放流経過表 .....	27
II. Simpson川水系およびEnsenada Baja周辺図1 .....	29
III. AysenフィヨルドおよびMoraldaカナル図2 .....	30
IV. Ensenada Bajaで1983年秋に捕獲されたシロザケの鱗相及び鱗の拡大写真.....	31
V. 地磁気とサケ・マスの回遊 .....	35

## 1. 目的

本プロジェクトの運営状況を聴取し、現状の問題点の整理、解決への指導を行ない、その内容を取りまとめることを目的とする。

## 2. チームの構成

団 長	白 旗 総一郎	( 総 括 )	水産庁北海道区水産研究所増殖部長
団 員	石 川 嘉 郎	( 増 養 殖 )	水産庁北海道さけ・ますふ化場千歳支場長
団 員	待 鳥 精 治	( 海洋環境 )	水産庁研究部研究課研究管理官
団 員	中 村 光 夫	( 業務調整 )	国際協力事業団林業水産開発協力部水産業技術協力室

## 3. 調査日程

日順	月/日	曜日	行 程	調 査 内 容
1	1/15	土	東京 PA800 →	
2	16	日	ニューヨーク PA115 →	ニューヨーク経由
3	17	月	マイアミ PA453 → サン チャゴ、漁業局、在チリ日 本大使館	漁業局及び日本大使館表敬、本チームの 目的説明及び日程打合せ
4	18	火	サンチャゴ サンチャゴ → パルマセダ → コジャイケ	中央市場視察 専門家及び漁業局との打合せ
5	19	水	コジャイケ	アイセン支局長表敬、コジャイケふ化場 視察、専門家との協議
6	20	木	プエルトアイセン エンセナダパッハ	シンプソン川に沿って調査視察、漁業局 アイセン事務所表敬、エンセナダパッハ ふ化場視察



日順	月日	曜日	日 程	調 査 内 容
7	21	金	コジャイケ	専門家との協議、専門家及び漁業局職員との合同協議
8	22	土	コジャイケ エンセナダバッハ	泉の調査 発眼卵の収容視察
9	23	日	コジャイケ	資料整理
10	24	月	コジャイケ	専門家との協議、専門家及び漁業局職員との合同協議、アイセン州副知事表敬
11	25	火	コジャイケ	上空よりシンプソン川流域及びフィヨルドカナル調査
12	26	水	コジャイケ → パルマセダ → サンチャゴ	漁業局にて合同委員会について打合せ、準備
13	27	木	漁業局	合同委員会
14	28	金	漁業局 在チリ日本大使館	合同委員会議事録チェック 日本大使館報告
15	29	土	サンチャゴ	資料整理
16	30	日	サンチャゴ PL604 →	
17	31	月	マイアミ PA410	ロスアンゼルス経由
18	2/1	火	ロスアンゼルス JL061 →	
19	2	水	東京	

#### 4. 面会者リスト

- 1) Roberto Verdugo Gormaz 漁業次官
- 2) Ivan Petrowitsch F. 漁業局長
- 3) Carlos Conley M. 漁業局次長
- 4) Pablo Aguilera 漁業局 XI 地区 (アイセン) 支局長
- 5) Juan Lopehandia P. 漁業局天然資源部長
- 6) Mario Vargas 漁業局増殖課長
- 7) Ricardo Mendez 漁業次官官房資源部長
- 8) Pablo Martens 漁業局餌料担当官

- |                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| 9) Gustavo Araya        | 漁業局コジャイケふ化場長        |
| 10) Hector Novoa        | 漁業局コジャイケふ化場担当官      |
| 11) Rodolfo Aguirrebenã | 漁業局コジャイケふ化場調査担当官    |
| 12) Mario Puchi         | 漁業局エンセナダパッハふ化場担当官   |
| 13) Eduardo Cardenas G. | 漁業局エンセナダパッハふ化場調査担当官 |
| 14) 赤谷源一                | 在チリ日本大使             |
| 15) 六条幸雄                | 在チリ日本大使館参事官         |
| 16) 野口優秀雄               | 在チリ日本大使館三等書記官       |

## 5. 経緯

本事業は、南米のチリに日本のサケを移殖するため、1972年から協力を開始し、1000万粒以上の卵が移殖放流された。しかし親魚の回帰はみられなかった。1979年本事業はプロジェクト方式に協力が拡大され、ふ化場施設の整備、餌つけ技術等の導入を行い、より広範囲な移殖放流事業を推進してきたところ、1982年4-6月に、1979年採卵、海中で長期飼育されて1981年8月から翌年2月にかけて放流された若年魚の一部が親魚となって母川にそ上してきた。このそ上は外洋からの回帰ではないが、少なくとも日本のシロザケがふ化飼育された河川にそ上することが確認されたことになり、今後の本プロジェクトの発展に大きな期待をいだかせるものとなった。1979年までに移殖された卵数はシロザケ1,195万粒、サクラマス15万粒であり、また1980年から1983年まではシロザケ1,030万粒、カラフトマス60万粒、サクラマス40万粒、合計2,340万粒のサケマス卵がチリへ移殖されている。

## 6. 第3回合同委員会(1983年1月27日 サンチアゴ)

### 出席者

#### チリ側

漁業次官	ロベルト ベルドウゴ
漁業局長	イワン ベトロビッチ
漁業局次長	カルロス コンレイ
漁業局資源部長	ファン ロペアンディア

漁業局アイセン支局長	パブロ アギレラ
漁業局増殖課長	マリオ バルガス
漁業次官官房資源部長	リカルド メンデス

日本側

調査チーム団長	白 旗 総一郎
調査チーム団員	待 鳥 精 治
”	石 川 嘉 郎
”	中 村 光 夫
専門家チームリーダー	長 沢 有 晃
専門家	中 沢 昭 夫
”	島 津 康 右
大使館書記官	野 口 優 秀 雄
通 訳	常 川 勇 久

I. ベルドウゴ漁業次官の開会挨拶

今回の日本ミッションの来訪に対し感謝したい。このプロジェクトはチリにとって大事なものであり、この委員会において仕事の評価が行なわれることは意義が深い。先の第2回合同委員会において定められたもののうち、チリ側で果されなかった数項目は、法律により予算がカットされたためである。このプロジェクトは1984年に終るが、サケの資源が定着するまで継続してもらいたい。このようなプロジェクトは長期間の継続が必要で、ニュージーランドのマスノスケも20-30年を要した。チリで今プロジェクトを切上げるのは早すぎる。チリ側派遣研修生の受入れプログラムについても継続をお願いしたい。

II ペトロピッチ漁業局長により提案された会議議題

- 1) 第2回合同委員会における確認事項の点検
- 2) 1982年度の実績評価について
- 3) 1983年度の実行計画について
- 4) 1982年度日本側ミッションの勧告
- 5) 短期専門家の派遣について
- 6) 研修生の受入れについて
- 7) その他

### Ⅲ. 議題の討議

#### 1) 第2回合同委員会における確認事項の点検

日本側より白旗団長は、餌料プラントの建設に関しチリ側が実施しなかったことについて遺憾の意を表明した。良質な餌によってよい稚魚とよい卵を生産することができる。そのため、国内に適切な餌料プラントを建設することは非常に重要である。餌料プラントの他、必要資材の保管倉庫も必要である。

日本から供給される餌の経費は、トン当たり2,000米ドルと高くつく。チリで生産されれば経費は著しく減少する。

チリ側は、昨年餌料プラントの建設ができなかったのは不可抗力によるものとする漁業次官の発言を強調した。さらにチリ側が今後できる範囲内で確認事項を実施したいと述べた。

#### 2) 1982年度の実績評価について

このプロジェクトの現地責任者であるパブリアギレラ支局長は、ミッションに手渡された "Evaluation Summary on the Program 1982" に基き説明を行なった。

日本側団長は、1982年はこのプロジェクトにとって非常にエボックメーカーキングな年であり、次のように高く評価した。

- (1) 秋に最初の親魚の回帰があり、68尾ではあるが明るい将来を示すものである。
- (2) これらの親魚と海中いけす飼育中の親魚から、チリで最初の採卵ができた。このことは日本原産のサケがチリに適応したことを示している。
- (3) サケの飼育は現在順調に進んでおり、放流の時をまっている。エンセナダバハにおける海面のいけす飼育は完全に軌道にのり、シロザケのみならずカラフトマスも順調に成長し、一部は親魚候補として次のチリ産の種苗をうるべく期待される。
- (4) 環境調査がくり返し行なわれた結果、河川では水温、餌料生物、害魚；またエンセナダバハ、フィヨルド、カナルにおいては水温、塩分、餌料生物、他の魚類相などの季節変動が明らかにされた。10月にはフィヨルドアイセンで12尾のサケ稚魚が採捕され、放流稚魚の回遊路の謎の一端が明らかにされた。これらの結果は、サケの放流適期を決定するに際し有力な手がかりを与えるものと評価される。
- (5) コジャイケふ化場におけるカラフトマスの飼育については、初期の飼育に難しい問題があったが、現在では解決されている。サクラマスの飼育では、魚病が発生したが現在おさまっている。今後、特に長期飼育する場合には魚病の発生が起りやすいので、養魚場と飼育の管理に充分注意を払う必要がある。

#### 3) 1983年度の実行計画について

パブリアギレラ支局長は「Program Summary of 1983」により、計画の概要を次のように説明した。即ち、1983年の計画は前年とおよそ同じであり、シロザケ稚魚は9-10

月まで飼育し河川状況をみながら放流したい。シロザケとサクラマスについては最大の成長と生残を期待している。コジャイケのシロザケ稚魚は1♀でエンセナダバハのいけすに移すと体重10♀位に成長するだろう。カラフトマスは8月までに15♀に成長させ放流するが、1部はいけすに残し親魚にもっていききたい。

ブエルトアギレのいけす飼育は継続する。現在シロザケが800尾(体重880♀もの)いるが、この中400尾を2月に標識放流したい。2月には体重は1kgに成長しているだろう。もう一つのいけすにはシロザケが1,960尾(体重128♀もの)飼育されているが、その中1,200尾を2月に放流し、残りの760尾は親魚までもっていききたい。

放流稚魚の追跡、環境調査、回帰調査を行ないたい。将来の水源の確保に努めたい。

魚病対策の計画については、大学と連絡をとり、病原体の確認に努めたい。

アイセンにおいて継続飼育中のサケからは、チリ産の種卵をできるだけ多くうよう努めたい。

SERNAPの関係者は、このプロジェクトの現在の重要性を充分認識しており、去年の親魚回帰の経験を生かして、1983年によい結果がえられるよう努力する積りである。

日本側団長は以上の計画説明に対し全面的に賛意を表明するとともに、次の諸点について重要性を主張した。

(1) 昨年に引続いて本年もエボックメーカーキングの年にするためには、本年は非常に中身のこい仕事及要求される。それは、きめ細かい飼育と、適切な放流であり、密度の高い回帰調査である。

日本におけるサケの放流事業に比べて、チリでの事業は、放流までの飼育期間が長い。このことは、より大きなより健康な魚を放流することによって、親魚の回帰を確実なものにするためであり、また親魚の回帰を確認したいがためでもある。したがって、現地スタッフにおいては、現在手持ちの飼育魚をこの目的のため充分に活用するための標識放流等、充分に検討されたい。

また、飼育期間が長いということは、魚病が発生するチャンスも多くなる。魚病対策というよりも魚病を発生させない飼育計画に配慮してもらいたい。

そのためには水の管理(水量、水温、濁り、水质)と餌の質の管理が重要である。

(2) チリ側による餌料プラントと倉庫の建設が遅れている。6月を目処に急いでもらいたい。

この餌料プラントでは親魚養成用の最適な餌料の製造も可能である。餌料担当のチリ側カウンターパートの現地派遣(現在サンチアゴ在住)も早急に解決されたい。

(3) 資材の輸送について、このプロジェクトはJICAが国内輸送費を負担している唯一の例である。日本側がこれまでこれに支出した経費は莫大であり、事業本体の資材費、エキスパート等の人的援助費に大きな負担となっていることを理解してもらいたい。バルバラ

イソとチャカブコ間の国内輸送はチリ側で責任をもってもらいたい。

- (4) 1983年の計画にはチリ産のサケ種卵300万粒の将来生産に触れている。これは長期にわたる展望と将来の資源造成の計画から発想されたものと考えられる。大きなプロジェクトであればある程、大きな将来展望が必要であり、その点で我々はこの考えに大きな関心をもつものである。しかし1983年以降にわたる計画については我々ミッションの責任の範囲を超えるので、この席では触れない。日本に帰国後、関係当局にご意向を伝えたい。
- (5) これまで行なわれた調査、及び現在行なわれている調査の結果は早急に取りまとめ、発表されることを望む。

以上に対し、チリ漁業局カルロスコンレイ次長は、指摘された技術面についてチリ側も同意見であると述べ、要求された事項については、チリ側で達成にできるだけ努力すると表明した。また、資材のチリ国内輸送については輸送費が余りにも高いので、前回はその負担をJICAに要請した。機会があればチリ海軍の船舶を利用することが考えられるので、それを容易にするため、資材は年1回または2回にまとめて発送いただくようJICAに要請したい。

なお、日本側待鳥団員からブエルトアギレにおけるサケの標識放流に際し、ウロコがはがれ易く後日種々の問題を起す原因になりやすいので、十分な注意を払う必要があることが述べられた。

#### 4) 1983年度日本側調査団の勧告

- (1) 産卵回帰してくる親魚の採捕と確認に鋭意努めていただきたい。
- (2) コジャイケ、エンセナダバハの両施設とも、よりよく整備運営されることを望む。特にエンセナダバハの施設(例えば、陸上施設では電化、海面施設ではいけすの増加等)の整備に努力されたい。
- (3) 1984年10月に現在のプロジェクトの終りを迎えるが、その前にこれまで行なわれた観測、調査、実験のデータ整理と取りまとめに努め、できるだけ早く発表していただきたい。このことは、将来のサケ増殖事業にとって有益な手段を与えるであろう。

#### 5) 短期専門家の派遣について

日本側ミッションは1982年予算で派遣が予定されているのは、回帰調査専門家2名と餌料開発専門家1名であると述べた。また1983年度予算で必要と思われる短期専門家は次のとおり6名である。但し、1983年度の短期専門家の派遣についてはチリ側の見解を考慮した上でJICA本部に伝えられるが、最終決定はJICAより日本側のチームリーダーに通知される旨述べた。

地下水探査専門家1名、餌料専門家1名、魚病専門家1名、プランクトン専門家1名、  
回帰調査専門家2名

#### 6) 研修生の受入れについて

漁業局ファンロペアンディア資源部長は、このプロジェクトの推進には、日本での研修の成果が極めて大きく、特に飼育方法に関する幅広い研究を始め、ふ化場の管理、いけす飼育の管理、親魚の採卵管理等に成果があったので、1983年も日本へより多くの人材を送りたいと述べた。また、チリでのサケ資源造成の観点から、増殖体制の全般的な組織運営、及びサケの漁業管理等の諸問題についての研修生を加えることを希望した。日本側調査団は、チリ側の要望についてJICAに伝えると述べた。

#### 7) その他

漁業局ファンロペアンディア資源部長は、1984年10月にこのプロジェクトが終了することに深く懸念していることを述べ、サケのチリへの定着が完璧になるまでプロジェクトが延長されることを要望した。

また、漁業省官房リカルドメンデス資源部長は日本ミッションの出席を感謝するとともに次の発言を行なった。

(1) 餌料プラントの建設、資材の国内輸送の問題は、その重大性を自覚しているが、今迄約束を果せなかったのはチリ経済状況が多くの困難性をもっているためで、いわば不可抗力によると理解していただきたい。漁業次官も述べたように、チリ側はこの約束を果す意志があるのでプロジェクトの継続を望む。

(2) 次に、特に重要な2点を提案したい。1点は前に日本の桜井代議士から漁業局長あて書信にあるカナル及びフィヨルドでの調査船(1980年度供与船アレピン号、5トン、12mより大きなもの)の供与の可能性である。次の点は地下水探査専門家に関連して、水源ボーリング専門家の派遣を考慮してほしい。この2点は将来検討すべき議題に入れることを要望する。

日本側調査団長は、帰国後これらの申し出をJICA本部に伝えることを述べた。また、このプロジェクトの延長については、今回の調査団はコメントする立場にないので、在チリ日本大使館を通じ要請書の提出を行なうことを提案した。

## 7. 現地における調査と討議の要約

1月18日からの1週間、Coyhaiqueに滞在し、その間数回の現地検討会を開き、またCoyhaique、Ensenada Bajaのふ化場、関連した水源、河川、海面について視察を行った。以下に述べる内容はすべて1983年1月時点でのものである。

### 1. 1982年の事業の概要

#### 1) 種苗生産と放流

##### シロザケKJ81年級群

KJ81A(早期卵、9月採卵、チリ到着10月、30万粒、Coyhaique収容)放流は、1982年2月27日、5♀もの275,000尾をCoyhaiqueのふ化場から直接Claro川(Simpson川支流)へ。生残率よし。

KJ81B1(後期卵、12月採卵、チリ到着1982年4月、110万粒、Coyhaique収容)寒波による池の結氷と餌料不足のため飼育は困難をきわめたが、放流は1982年10月16日、4.4♀もの81万尾をAと同じくClaro川へ。生残率74%で悪くない。

KJ81B2(同上、1982年4月2日、110万粒、Ensenada B.収容)軟弱卵のためふ化浮上率悪く、また冬期水温例年より4-5℃低く0℃まで低下、成長悪し。放流は、1982年10月22日、6.5♀もの181,000尾を池から、同日15.4♀もの457,000尾をいけすから(残尾数は38.6♀もの49,300尾、12月31日現在)。Pt.Aguirreのいけすに7月15日に2.3♀ものを輸送し、10月26日、27♀ものを35,200尾放流(残尾数は70.5♀もの1,960尾、12月11日現在)。

##### シロザケKC82(チリ採卵群)

1982年4月25-5月28日に雌9尾(いけす飼育7尾、河川溯上2尾)から12,000粒をEnsenada B.採卵、Coyhaiqueに収容)。発眼は6月末から7月上旬、58%、ふ化7月下旬-8月中旬、発眼卵に対するふ化率57%、浮上9月下旬、体重0.23g、ふ化尾数に対する浮上率85%(採卵-浮上28%、発眼-浮上48%)。12月10日現在2♀もの2,900尾生残、13日にEnsenada B.のいけすへ移収、その後視察時までの成育よし。

##### カラフトマスGJ81年級群(ボロナイ川産、チリ到着1981年10月31日、30万粒、

##### Coyhaique収容)

カラフトマスは今回が最初の導入である。ふ化・浮上は異状なかったが、餌つけの失敗、夏期の高水温と水温の日中変化が大きいこと(12月最高20℃、最低6℃、平均11℃)及びカラムナリス病(?)の発生、池内環境の悪化等により99%が死亡した。1982年6



月3日、生残魚の3,000尾(平均体重5g)をポリ袋、酸素充てんでEnsenada B. いけすへ移した。1982年12月2日、195gもの1,350尾を放流した。放流後18日でも大量に湾内に滞留した。放流後の残尾数は12月23日現在580尾(平均347g)である。

サクラマスMJ81年級群 (尻別川産、チリ到着1981年10月31日、20万粒、Coyhaique 収容)

チリへは2回目の導入である。

カラフトマスと同じく、夏の高水温とカラムナリス病発生によって80%死亡した。その後の成長は順調で5月末には体重8g、放流はシロザケKJ81B1放流後の1982年11月26日、37gもの大型魚22,100尾をふ化場からClaro川へ行なった(予定では6月であった)。この22,100尾のうちスマルトは約80%、スマルトの63%は雌、37%が雄であった。

小型魚のやまべ型のもの、体重26gもの、9,000尾を同年12月9日にDonpori湖へ放流した。9,000尾のうちスマルトは36%含まれていた。結局、Coyhaiqueでのサクラマスの飼育によるスマルトの発現率は約67%となる。湖については3年に1回位の調査を考えている。

なお、サクラマスについてはその種卵の数が少なく、日本側で多くの努力のもとにチリへ移殖しているので、本来的な目的であるサケ回帰の実証の補完的な考えに立って放流河川を1本にしほりスマルトをまとめて放流することが望ましい。放流河川については、ブラウン、ニジマス等の害魚がいないより下流の河川についても検討の余地があろう。かつて、この地にブラウン、ニジマスの移殖が放流量が小であっても成功し、現在定着していることは、初めに食害がなかったがためと考えられるからである。

シロザケKJ82年級群 (シャリ川産、チリ到着3回、300万粒)

第1回、1983年1月14日、100万粒、Coyhaique 収容(卵箱内温度12℃、現場水温21℃)、第2回、1983年1月22日、20:30、100万粒、Ensenada B. 到着(卵箱内温度5-13.5℃、現場水温12.5℃)。

カラフトマスGJ82年級群 (ポロナイ川産、チリ到着1982年11月30日、30万粒、Ensenada B. 収容)

1983年1月上旬から餌つけ開始、現在飼育尾数29万尾(0.35g)で順調である。ここのふ化場の水は毎分500ℓ、日中の水温は12-16℃である(海水は18.8℃であった)。

サクラマス MJ 82 年級群 (尻別川産、チリ到着 1982 年 11 月 30 日、20 万粒、  
Coyhaique 収容)

1983 年 12 月中旬餌付け、12 月末で体重 0.26g もの 178,000 尾、MJ 81 と同じ魚病 (カラムナリス病?) にかかったが、治療の効あり 145,000 尾生残 (生残率 72.5%) した。昨年度の生残率 20% に比べると極めてよい成績である。

2) 現有の飼育魚ストック

表にまとめると次のようである。

場 所	魚 種	コード	尾 数	体重g	日間 成長率%	増内 係数	備 考
Coyhaique	サクラマス	MJ 82	145,000	0.53			
	シロザケ	KJ 82	1,000,000				発眼卵、1 月 14 日到着
Ensenada B.	シロザケ	KJ 79	215	1,640	0.2	3.0	♂45、♀170、採卵用
	シロザケ	KJ 80	737	716	2.1	1.7	脊椎異状、腸肥大あり
	シロザケ	KJ 81	49,300	39	1.9	1.1	
	シロザケ	KJ 82	1,000,000				1983 年 1 月 22 日到着
	シロザケ	KC 82	2,875	9.2			チリ産、82 年 4、5 月採卵
	カラフトマス	GJ 81	566	483	2.1	1.8	
	カラフトマス	GJ 82	287,000	0.35			1982 年 11 月 30 日到着
Pt. Aguirre	シロザケ	KJ 80	810	881	2.3	3.2	塩分 30-31%
	シロザケ	KJ 81	1,945	128	2.4	1.2	

3) 環境調査

Simpson 川について、放流稚魚の追跡、餌料生物の調査が行なわれた。沿岸調査では、海洋学的調査が Ensenada B. Calmen 島、Pt. Aguirre において、プランクトン調査が Ensenada B. と Pt. Aguirre において、一般調査が Aysen フィヨルドと Moraleda カナルにおいて、放流稚魚の調査が Aysen フィヨルドにおいて、食害調査が Ensenada B. において、またサケ漁獲調査が調査船「IZUMI」を用いて、それぞれ行なわれた。

これらの調査のうち、座間・Cardenas 専門家によって「Introduction into Aysen Chile of Pacific Salmon」№5 (1982 年 10 月) と №6 (1983 年 2 月) が印刷された。

環境調査の他、親魚の回帰調査、「delayed」放流実験、いけす飼育実験、餌料飼育実験、等多くの試みが蓄積されているので、早急に取りまとめ発表されることが待たれている。

餌料生物の発生状況からサケ稚魚の放流適期を明らかにするため、Aysen フィヨルドの 3 定点で 1982 年 8 月 (冬) - 1983 年 1 月 (夏) に毎月プランクトン調査が行なわれた。

プランクトン量は夏から冬にかけて増加し、塩分躍層(5~10m)の附近とそれ以深に分布量が多かった。プランクトン量はBering海のそれに匹敵するが、サケ稚魚に適した大型コペポードが少ないという特徴がある。春にイワシが産卵し、またカニの稚仔も多い。後述のように、10月に採捕された放流サケ稚魚はこのイワシ稚魚を最も多く捕食していた。

これまでにえられた知見からみると、サケ稚魚の放流適期は、春期の10-11月であろうと考えられる。

1982年の調査で大きな成果は、放流サケ稚魚がAysenフィヨルドで初めて採捕されたことである。10月23-31日にフィヨルド湾口部(Pt. Perez)に網丈2mの浮刺網34反を入れたが、サケは採捕できなかった。しかし、10月23日~11月4日に主なフィヨルド中央-湾口部で網丈が10mと深い巻網(126m長、6-28mm目)を35回投じたところ、10月31日に中央部のPt. Tortugaでの2回の投網で11尾のサケ稚魚が採捕できた。第1回は6尾(12.9-18g)、第2回は小型魚の5尾(4.1-7.4g)で、イワシ稚魚、昆虫、カニ卵とその幼生、コペポード、小魚を捕食していた。これらのサケ稚魚は、同年10月16日Coyhaiqueから放流された体重4.4gもの81万尾、及び10月22日Ensenada B.ふ化場から放流された体重6.5gもの181,000尾と同日、いけすから放流された体重15.4gもの457,000尾に由来するものと考えられる。いずれの由来かは、放流時と採捕時の鱗の相から識別可能であろう。

放流直後のサケ稚魚の食害調査が、上述の10月放流時の前後にわたって行なわれた。放流2日目に第1の食害魚であるブラウトラウトが湾に集って放流サケ稚魚を捕食したが、10日後にはみられなくなり、サケ稚魚の回遊とともに湾外に去ったものと考えられる。

今後の環境調査の取りまとめに際しては、河川、バハ、フィヨルド、カナルにおける諸環境の季節変化を対比して把握されることが望まれる。これによって、放流の時期的重要性が認識されやすいからである。

#### 4) 長期いけす飼育魚の回帰調査

いけす飼育魚の産卵回帰魚の採捕調査であるが、チリにおける最初の「回帰」記録であるので、Fundacion Chileのギンザケの採捕を含めて、ここに記録を要約しておく。

Ensenada B.へ注ぐ小流Pajarrones川とふ化場排水口への最初のシロザケの溯上は、1982年4月19日の雌1尾に始った。最後の溯上は6月7日の雄1尾であり、この間に合計49尾(雄45、雌4)が溯上した。旬別にみると4月下旬10尾、5月上旬20尾、5月中旬13尾、5月中旬13尾、5月下旬5尾、6月上旬1尾であり、ピークは5月上旬であった。

Salto川河口の刺網では、4月29日-6月3日に合計8尾(雄7、雌1)、またEnsenada B. 湾内の刺網では4月17-18日の両日で11尾(雄10、雌1)が採捕された。4-6月に総計68尾のシロザケが採捕された。

これらのうち、魚体測定されたものは僅か22尾(雄19、雌3)にすぎないが、雄について全長41.4-54.5cm、体重565-1,700g、精巣重量比1.6-5.6%であり、すべてふな毛状態であった。雌については全長46.4-53.3cm、体重1,020-1,350g、卵巣重量比0.8-17.0%で、卵巣重量比0.8%の銀毛未熟魚(ふ化場の刺網で漁獲)を除き、他の2尾はふな毛でいた。

これらの68尾のシロザケは、吻端とひれの形状、肉質白く卵色黄色、また採捕魚のなかにはベレット餌料を胃中にもつものがあることからKJ79群であろうと推定される。即ち、これに該当する放流群はKJ79の1981年5月28日放流群(279gもの1,730尾)8月31日放流群(330gもの900尾)、及び1982年1月25日放流群(1,145gもの490尾)と考えられるが、上述の魚体の性状と体重からみて1月25日放流群に殆ど由来するものであろう。いずれにしても、海洋型サケ親魚は1尾も確認されなかった。

Fundacion Chileは1981年7月に日魯チレKKよりギンザケ3,000尾(450gもの)を購入したが、死亡後の残りをEnsenada B.とChacabuco湾へ放流した。その後、Ensenada B.での刺網調査にはこのギンザケの採捕は皆無であったが、1982年4月17日ふ化場前刺網で雄1尾、4月20日Salto川河口刺網で2尾、同22日Pajarrones川に雄1尾遡上、5月6日Salto川河口刺網に雄1尾の計5尾が採捕された。これらのギンザケはシロザケよりも肉質が桃色であったから、餌料としての甲殻類が豊富なAysenフィヨルド湾口部、又は外洋で成育したのではないかと推定される。魚体測定された雄の2尾はいずれもギンビカで、全長53、57cm、体重1,570、2,060gで精巣重量比は7.3、6.3%であった。

## II. 討議された2、3の問題点

### 1) パプロ支局長を通じ提出された質問事項

質問事項の殆どは現地日本側専門家との協議により解決されうる内容であるが、1月24日の現地検討会(Hotel Chibule)において次のように解答した。

#### (1) カラフトマスの放流時期について

基本的にはシロザケと同様に、Aysenフィヨルド、カナルのプランクトン生産が最大になる時期、即ち10月頃が適当と考えられる。しかし、GJ81の成長記録をみると、6月上旬5g、7月下旬24g、8月中旬46g、9月下旬77gであるので、10月の放流では体重が大きくなりすぎてしまい、いけすの収容力と餌の量の面から問題があろう。

イワシの産卵と十脚類の産卵は8月にみられ、これらは良い餌料となるので、カラフトマスの成長を40%未満に抑制して8月下旬に放流することも検討する要があろう。将来、チリ産のカラフトマス種卵が生産されれば、餌つけは6月になり、体重10-15gの10月放流が可能となろう。

(2) カラフトマスの溯上時期について

チリへ移殖した卵の原産はオホーツク海のポロナイ川である。したがって、シロザケより溯上は1-2ヶ月早く、3月頃と考えられる。カラフトマスの母川回帰性はサケより弱いと考えられており、また、いけす放流のサケ類の回帰点は広範囲に分散すると考えられる。前述の1982年4-6月のサケとギンザケ親魚の溯上傾向から、カラフトマスはSimpson川、Salto川、Pajarrones川等へ溯上するだろう。Simpson川は他の川に比べ大河川で採捕に多くの難点があるので、サクラマスと同様に、ふ化場のある上流域のClaro川で回帰溯上を待つことが得策である。

(3) サクラマスの放流について

この魚種の移殖については前述(7-1-1)の背景があるので、その趣旨に沿った放流を考えるべきである。即ち、放流河川をSimpson川上流のClaro1本にしほり、継続放流することが望ましい。

(サクラマスの放流については、日本側専門家のうちでも次のような考え方があ — サクラマスの害魚がない適当な河川を探索してそこへまとめて放流する；スマルトにならない、いわゆる河川残留型のヤマベもサクラマスの産卵に関与するので同じ河川に放流することがよい；放流後の生残効率を高める観点から、シロザケと同様にEnsenada B.でいけす飼育してから放流する — いずれにせよサクラマスには種々の生活型があるので、今後の沿岸、湖沼、河川の知見が集積したところで、現地専門家がその有効利用について検討することが望まれる。)

(4) サクラマスの採捕について

この種卵(MJ81、MJ82)の産地は日本海に面する尻別川である。この川のサクラマスは、5-6月(チリの11、12月に相当)に海より河川溯上を始め、母川の目名川(支流)には8月下旬から9月下旬(チリの2、3月に相当)にかけて産卵溯上する。従ってSimpson川にはサケより3ヵ月位早く溯上し、上流の母川Claro川に到達するのはサケより1ヵ月早いと考えられる。河川に入ったサクラマスは、母川へ溯上途中の小流や上流域の深みで成熟を待ち、成熟に達するや一気にClaro川に入ると類推される。それで捕獲できる場所も多く、また河川に入ってから期間も長いので、多くの採捕体制が考えられるが、採卵用親魚の採捕は母川Claro川で待受けるのが得策であらう。

#### (5) サケの河川溯上の生態と採捕について

サケの溯上・産卵に好適な条件として、北海道では一般に河川傾度 8 以下とされている。サケは特にジャンプ力が弱い。Simpson 川の Claro (ふ化場) から河口までの河川相をみると、河川傾度からの難所は、Coyhaique - Huichalao と Huichalao - Velo de Novia にある。溯上してきたサケは、これらの急流の下流部に滞流すると考えられる。現在のところ、Simpson 川でサケを採捕すべき場所は、Coyhaique のふ化場付近、Huichalao 付近、El Museo 付近であろうと考えられる。これらの場所において、日本で通常行なわれている河川全面のトナ(ウライ)は、チリでは莫大な経費を要するので好ましくなく、流し刺網、ひき網、簡易魚道(例えばスガラ方式など)が適当ではないかと考えられる。採捕の方法はこのように多くあり、河川の状況や人員、経費等によって大きく左右されるので、実施に当っては現地専門家の協議の上きめることが望ましい。要は、回帰親魚を大量に採捕するというよりも、回帰の確認を多方面において行なうことであろう。このことはサケだけでなく、カラフトマス、サクラマスについても同じくいえることである。

#### 2) Pt. Aguirre におけるいけす飼育について

Pt. Aguirre は Ensenada B. から航路約 80 Km 離れ、Moraleda カナルに位置し、サケのいけす飼育(1983年1月現在、KJ80、8819もの810尾、KJ81、1249もの1,945尾)が行なわれている。ここは Ensenada B. (塩分 5 - 20‰ で汽水) に比べ外洋性の環境で塩分量も 30 - 31‰ と高い。ここでの飼育は Ensenada B. でいけす飼育との比較をするために行なっており、魚の成長にはよいが、水温 12 - 13℃ になるとビブリオ菌病が発生するという欠点がある。今後 Ensenada B. でのいけす飼育を強化しなければならぬと考えられるので、Pt. Aguirre での飼育はすべて Aysen 漁業支局の活動の範囲にとどめ、このプロジェクトから切放すことが望ましい。

#### 3) 飼育魚の年令の呼称について

日本からチリへ移殖されたサケは、ふ化後北半球におけるよりも半年早く冬を迎える。これまでチリ側から提出された資料中の年令はすべて越冬回数になっているので、今後もこの表記表をとり、年令の加算は 8 月 1 日とした。越冬回数による年令の読みは満年令であり、従来の日本における読みより 1 少ない。

### Ⅲ. その他見聞事項

#### 1) Aysen 州における遊魚について

入漁料には年間と月間の別あり、年間料は 850 ペソ、月間料は 360 ペソである。この

料金は年により定めるが、州外居住者に対しても同じである。年に400枚発行している。1982年のチリ全体の入漁料は30万ドルであった。漁獲の制限としては、水揚げ時に鈎（フック）を使用できず、尾数は3尾まで、また全重量は15Kgまでとなっている。禁漁期は4月1日-9月15日であるが、Pollux湖とFrio湖では8月1日-11月30日である。この両湖にはブラントラウトだけがいる。このように、制限は場所によって異なる。—（パブロ支局長の説明と手交された「La Pesca Deportiva en Aguas Interiores de Chile」の記載とは異なる点がある）

## 2) Ensenada Baja におけるサバの大量死について

ここ50年間、Ensenada B.にはサバが来遊したことはなかった。1983年1月13日から連日サバが数1000尾も狂おんして陸に上って死亡した。1月20日我々の到着時には、死亡魚が数尾散見されたのみであった。これはEl Niñoによると考えられている。

3) Santiago 市中央市場での消費者物価 (1983年1月18日)

1米ドル=74ペソ、1ペソ=約3.1円

チリ名	和名	単価、ペソ	備考
Corvina	イシモチ	300/Kg	<i>Cilus montii</i>
Jurel	マアジ	30/Kg	<i>Trachurus myrphyi</i>
Congrio colorado	アシロ科の魚	150/Kg	<i>Genypterus chilensis</i>
C. negro		80/Kg	<i>G. maculatus</i>
Merluza	メルルーサ	60/Kg	
Pajerrey	ペヘレイ	100/打	<i>Odontesthes regia</i>
Salmon de roca		140/Kg	岩の鮭の意であるが鮭でない
Pescado		50/Kg	原意は魚
Camaron	エビの類	80/Kg	<i>Heterocarpus reedi</i>
Loco	チリアワビ	30-50/個	<i>Concholepas</i> spp. 穴1つ
Lapas	カサガイ	20/個	<i>Fissurella</i> spp.
Machas	ミルカイ	45-60/Kg	<i>Mesodesma donacium</i>
Almeja vivitas	アサリ	20/Kg	
Choro	イガイ	400/打	<i>Choromytilus chorus</i>
Choritos fresco	ムラサキイガイ	30/Kg	<i>Mytilus edulis</i>
Erizo	ウニ	20-30/個	<i>Loxechinus albus</i>
Piures	チリホヤ	45-50/Kg	<i>Pyura chilensis</i>
Ultes	チリコンブ	250/Kg	25/束、 <i>Lessonia vadosa</i> 又は、 <i>L-flavicans</i> らしい
Cabritos	子ヤギ	120/Kg	
	鍋用子羊	68/Kg	
	牛の蹄	80/個	
Limon	レモン	30/Kg	
Priscos	モモ	30/Kg	
Damascos	スモモ	30/Kg	
Zaraaoso	黄桃	40/Kg	
Melon	メロン	50/個	大きなもの
Tomates	トマト	20/Kg	
Zapallo	カボチャ	5/個	
Pepinos	キュウリ	5/個	
Pimientos	ピーマン	20/個	
Repollo	キャベツ	20/個	
Zanahorias	ニンジン	20/束	



## 8. 昭和57年度チリ水産養殖プロジェクト巡回指導調査に関するメモ

北水研 白旗 総一郎

### I. これまでの移殖経過のまとめ

#### 1) 態勢の動き

大日本水産会による「南米チリー国におけるサケ・マス増殖事業の可能性調査」が1969年12月から1ヵ月間、4名、Aysen州及びMayellan州につき、また1971年1月から2ヵ月間、3名、両州につき行なわれた。

政府間ベースによる技術協力(JICA)が1972年3月から開始され、1972年11月にサクラマス卵15万粒が、また1973年度からサケ卵の移殖(放流は1974年)が開始された。

この間、チリ側から事業の継続と、沿岸、内水面での増殖についても協力をえたい旨の要請があった。

プロジェクト方式による技術協力(JICA)

1978年11月プロジェクト事前調査団が、また1979年9月、実施協議チームが派遣され、現行R/Dが10月に発足した。

#### 2) 放流についての種々の試み(表1チリサケマス移殖放流の経過参照)

(1) シロザケ卵の移殖はKJ73(132万粒)から始った。

KJ75から、放流稚魚の河川内減耗を防除するため、ふ化場から70Km活魚輸送し、Simpson川河口域、及びEnsenada Bajaに注ぐ小川Salto川へ放流するなど新たな試みを行なった。1976年Coyhaiqueに白石博士ふ化場完成。

KJ76から給餌放流が開始された。

KJ78からEnsenada Bajaにおける海面いけす飼育が試みられ、体重10g以上の稚魚放流が開始された。

KJ79について、体重3-40g稚魚を1980年9-12月に約170万尾放流した。しかし1982、83年にそれぞれ2、3十年令での親魚回帰は確認されなかった。

KJ79のうち、海面いけすで長期飼育し1982年1月25日に体重1.145gの成魚(20年令)490尾を放流したところ、同年4-6月にも63、♀5が河川溯上した。

(2) KJ80について、これまで以上に大型魚でまとまった尾数が放流された。即ち5-44gもの258万尾が1981年9月-82年1月に放流された。この回帰年は83-85年と考えられる(2-4回越冬、北海道方式では3-5年魚に相当)。

同じくKJ80について、Pt. Aguirre、Ensenada B.から体重29-157gもの

14,100尾が放流された。

1981年11月、Ensenada B. ふ化場が完成した。

KJ81について、体重4-27gもの176万尾(内108万尾はCoyhaique ふ化場から)が放流された。この回帰年は1984-86年と考えられる。

(3) 以上のように1973年に始まったサケ卵の移殖放流は、限られた卵数の有効利用を計るため、数多くの努力が繰返されてきた。それは、Simpson川中流域、河口域への輸送放流であり、給餌放流であり、また、海面いけすの利用による長期間飼育放流である。しかし残念ながら、現在までのところ海洋型サケ親魚の実質的な産卵回帰には結びついていない。

(4) 表1にみられるように、従来日本における放流体重(無給餌0.3g、給餌0.5-1g)に比べ、一桁大きい5g以上の放流が軌道に乗ったのはKJ79からである。

また、サクラマス、ベニザケの降海稚魚(スモルト)にみられるような体重10g以上の稚魚の放流は、KJ80になってこれまでになく大量の84万尾というレベルに達した。この回帰予定年は1983-85年である。

さらに、放流後の回遊範囲が狭く回帰までの生残率が高いと考えられる長期間いけす飼育による放流は、KJ79から試みられ、放流尾数は少ないもののその一部は河川に産卵溯上することが確認された(82年4-6月、83年4-5月)。

このように飼育による大型魚の大量放流の技術が確立されつつあるので、特にKJ80-83の回帰には期待がよせられるところである。

言いかえると、KJ79に始まったシロザケの長期飼育による放流技術の成果と評価は、特に1984年以降にもちこされるものと考えられる。

## 2. 今後の技術的問題点の整理

### 1) 今後のプロジェクトの方向づけ

(1) 当面の目標は、チリでのサケ資源造成のための回帰の確証をつかむことにある。このための研究プロジェクトであると理解したい。

(2) サケふ化放流事業におけるこのプロジェクトの特徴

次の諸点について新しい経験である。即ち、

- 南半球へのサケ卵の長距離移殖。
- ふ化した稚魚にとっては、日本での場合と違って半年早く第1回目の冬を迎える。
- 現在の2つのふ化・飼育場の用水は河川水であるため、季節的かつ日中の水温変動が激しい。これはサケにとっても日本側チームにとっても新しい経験である。
- 体重10g以上の飼育放流のみならず、体重数100g-1kg以上の未成魚、成魚の

- 放流は、このプロジェクト以前に日本においても他の国においても行なった経験はない。
- 以上の多くの困難の中で新しい経験を繰返し試みながら、ともかく今日まで1,600万尾以上の稚魚、未成魚、成魚をふ化場から、いけすから放流してきたことは評価されるべきである。
  - 知見の乏しかった河川、フィヨルド、カナルでの調査についても同じ。

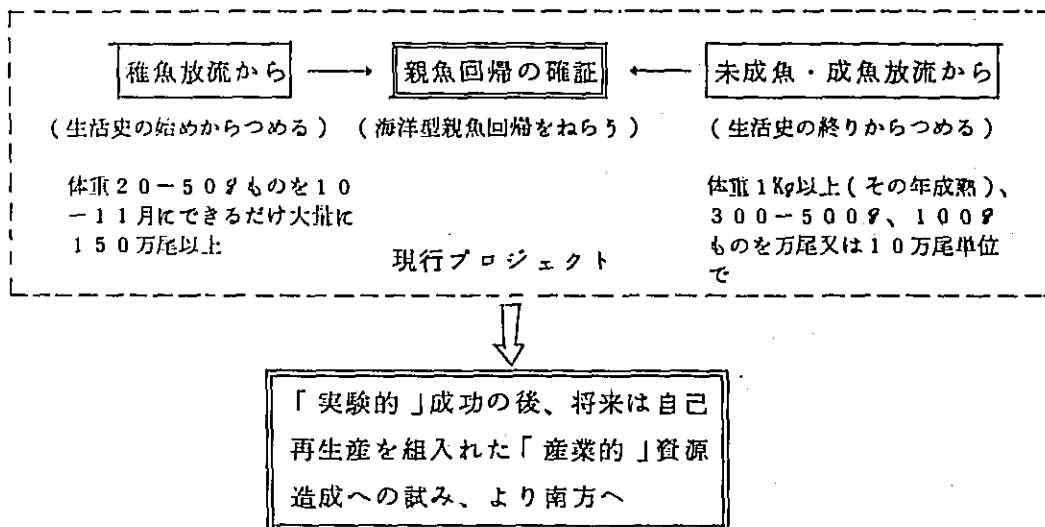
(3) 今後のふ化、飼育と放流について(私案)

放流はすべて Ensenada B. から行なう。

Coyhaique では海面いけすへ移行させうる成長段階まで飼育し、Ensenada B. へ稚魚を移す。

放流は現地の春期に行なう。

KJ82 以降の放流群について、次のように構想をつめる。



② -----稚魚放流-----

体重 1g 以下では 200 万尾放流しても回帰なし (KJ76 まで)、1-6g では 100 万尾放流しても回帰なし (KJ79 まで)、14-38g では 50 万尾放流しても回帰なし (KJ79)、12-44g、80 万尾では?? (KJ80)、体重の目標は、サクラマス (尻別川) とギンザケ (Colum. 川) のスマルト放流の知見から最小 20g、平均 40g としたい。この体重の放流効果を最大化する条件を検討する要あり。

② -----未成魚・成魚放流-----

体重 1kg 以上、500 尾の放流 (夏期) では産卵棚上した (KJ79)、300g もの 2,600 尾放流 (秋、冬期) では回帰なし? (KJ79)、いかに放流尾数を多くするか、が問題。

② -----カラフトマスについて-----

サケよりも産卵回帰が早いので、サケの放流効果の手がかりをうるのに役立つ。カラフトマスの放流は、シロザケに対して天然標識 (natural marker) となりうる。

#### (4) 採捕について

(1)に述べた目標からみて、採捕努力は極めて重要な部分を占める。

産卵回帰時に、カナル、フィヨルド、入江、河口域、河川内について、親魚の確認、刺網等による採捕、情報の収集を行なう。従来全くシロザケ、カラフトマスが分布していなかった河川への長距離移殖の事例（ソ連邦の白海、カスピ海、カナダのN.F. 島）や海面いけす放流の事例（岩手県山田湾）からみて、回帰点は多方面にバラケル傾向が強い。従って情報網は広く、Aysen 地区外まで設けておくことが望ましい。

### 2) Coyhaique の施設について

(1) 現施設が一番の問題は水である。水量と水温と濁りである。例えば、我々が訪問した1月18日の最高、最低水温は23、13℃で夏期のため水温が20℃以上と高く、かつ1日の較差も10℃と大きかった。このような環境変動でのサケ・マス類の飼育事業は、アルゼンチンにおいて大西洋サケとニジマスの民間養殖が経営されている。また実験例ではあるがペニザケについて、飼育水温は一定であるよりも日中10℃の変動がある方が成長等によいことが報告されている。シロザケについては、受精-ふ化期間の水温は12℃以下、僅かの水温変動しか容認できないとされ、現在までのところ日本でCoyhaiqueのような水の条件でのサケのふ化放流の事例はない。

(2) Coyhaique の水条件は、余りにも日本でのふ化場とは異なっているので、チリ側への技術移転の評価を含め、このプロジェクト遂行についての基本的な姿勢に関し多くの論議を呼ぶところである。

しかし今日まで10年間、この地において卵のふ化、飼育、放流がともかく継続され、施設も充実されつつある今日、我々としてはいく分でもこの地の欠陥を最小化にする方策を打出し、この施設の一層の利用を計ることが必要であろう。

(3) Coyhaique の水条件を改善するため次の事項を提案したい。

- ふ化場周辺における新たな水源の確保。  
自然湧水の探索、牧場内の「泉」への受精卵の収容。
- ふ化場構内へ配管の水道水の最大限の利用。
- 地下水源の探索（浅井戸がよい）
- 地下滲透水の揚水。
- 夏期においては、日中の最低水温時の水を地下タンクに貯溜しておき、最高水温時に揚水して使う。
- 長期的な水源涵養の方策として、ふ化場周辺上流域に常緑樹の植林を行なう。

### 3) Ensenada Baja の施設について

(1) ここの陸上施設の問題も Coyhaique と同じく水である。特に水量が不安定で、夏には降雨に頼るほどである。この問題を解決するには、

- 地下水源の探索
- 水道水の利用
- 海水を揚水して浮上期（餌つけ）以降の飼育に用いる。最近本州でのシロザケの放流体重は次第に大きくなり 2 ㍑以上の場合も珍しくない。この場合、海水の早期からの揚水利用が行なわれている。

このためにも電気の導入が必要である。

(2) 大型稚魚を大量に飼育放流するために海面いけすを整備拡充する。

Ensenada B. は Pt. Aguirre に比べ、魚病がなく、成長がよい（塩分 20% 以下のためと考えられる）。

海面いけすの有効利用を計ることは、プロジェクト成功のかぎである。

Ensenada B. でのいけす飼育の強化に伴ない、人員等の体制を検討する要である。

### 3. プロジェクトの延長問題について

1) 延長の必要性 — その 1. 現行プロジェクトの成果確認の観点から外洋からであれ、チリ南部周辺の沿岸海域からであれ、親魚回帰の確証をつかむためには、何らかのこのプロジェクトの延長処置が必要である。今後の放流群の去就を、少なくとも K J 82、83 年級に重点をおいてつかむとするならば、それらの回帰年は 1985 - 88 年となり、4 年間の調査継続が必要となる。

理想的には、サケの回帰の繰返し確認と、飼育と放流事業の定着まで、ということになる。またチリ側がいう自立した今後のサケ増殖体制作り（種卵 300 万粒の自家生産のこと）からいえば 1987 年までの延長が望ましいことになる。

1. 2(1) に述べたように、このプロジェクトは 1982 年から第 2 段階に入ったと考えることができる。これは、いけす飼育による成魚放流（K J 79、1982 年 1 月放流）ではあったが、ともかく産卵期に河川溯上することがわかったからである（1982 年 4 - 6 月）。今後は実質的な回帰の幹を太くして、回帰の実証をつかむことにある。

1984 年 10 月以降の数年間にプロジェクトが延長されると仮定した場合、事業の重点は次におかれるべきであろう。

- ふ化・飼育の完全な管理といけす飼育による放流
- 放流魚の回遊調査と回帰の実証
- 適切な餌料の技術開発

- 適切な成魚・親魚育成の技術開発
- 将来の新資源造成にむかっの適切な魚種の再検討
- 南部チリ周辺海域（外洋、沿岸、内陸水面）についての情報の収集

なお、延長された期間において、もし実質的な回帰が実証されれば、サケにとってふ化飼育により好適な水源をもつ新地区（例えばAysen州以南）について、サケ資源造成の新たなプロジェクト化への展開を考慮する余地がでてくる。この場合の最終的な目標はサケの自然再生産を組入れた資源造成であり、ふ化放流事業はそれに到達するまでの一つの過程であるべきだろう。

現在のプロジェクトで推進しようとしている大型稚魚の放流、海面いけす飼育による放流は、大きな稚魚、成魚を放流すること自体に目標があるのではなく、限られた種卵を有効に利用して、チリ南部でのサケの回帰を実証するために行なうものであると理解したい。

## 2) 延長の必要性 — その2. プロジェクトに関連した2、3の問題から

### (1) K J 7 9 ( 1 9 8 2 年 1 月 いけす放流群 ) の回帰についての評価

日本側はこの放流群の河川遡上を厳密な意味での回帰とはみなしていない。なぜなら外洋型の親魚でなかったからである。しかし、いけす飼育期間が長かったにせよ、放流から数ヶ月後に河川に産卵遡上したことは事実であり、「回帰した」と考えることもできる。チリ側は、このことをチリにおけるサケの最初の回帰であると判断している。

そこで、R/D 附属文書の付表1 マスタープランの第4項を考慮する必要性がでてくる。即ち、「親魚回帰が確認された場合には、次の活動が追加される：親魚からの採卵による再生産、新資源の開発計画の準備」である。チリ側のプロジェクト延長の希望の論拠はここにある。

### (2) 現地プロジェクトチームの情熱と努力

例として、自前で資源造成をやろうという考えに到達したことを評価すべきであろう。300万粒採卵計画はその根幹をなすものである。

### (3) このプロジェクトへ世界の関心が集中している。

- Academic Press Inc. ( London ) 発行の " Salmon Ranching " ( J. E. Thorpe 編 ) の P. 261-276 に T. Joyner が Salmon Ranching in South America を寄稿。( 1980 )
- U J N R ( 日米天然資源技術協力 ) 水産増養殖パネル合同会議で、チリへ移殖したサケの回遊路 ( 範囲 ) の改変の可能性について関心が示された。
- Scientific American 誌 ( 日本版サイエンス 9 月号、P. 75-84、日経サイエンス社、1983 ) に、L. R. Donaldson, T. Joyner が " The Salmonid Fishes as a

Natural Livestock"を投稿し、1980年チリへ移殖したマスノスケの成功と、ギンザケ、カラフトマス、サケ、ニジマスの移殖、さらにMagellan海峡への構想について言及している。

- ICLARM Newsletter、10月号(1981)に Salmon Ranching in Chile が特集され、同題名下で次の3編が寄稿されている。

A. Nagasawa : The Japanese Project P. 6-7

C. Nash : ICLARM'S Role P. 8

J. M. Lindbergh, R. E. Noble, K. M. Blackburn : The Private Sector P. 9-10

- (4) もし日本がこのプロジェクトを終了させると、チリは米国とサケ増殖事業で取組みをするだろう。すでにEnsenada B.にはFundacion Chile(米国資本企業)のいけす養殖が入っている。

#### 4. その他

##### 1) チリ側の採卵計画の考え方について

チリ側の発想は次のようである。

「種(タネ)とは農業の場合は種子であるが、水産の場合には卵子ではなく種魚、親魚である。サケの親魚回帰を待ち望むのは、種(タネ)作りとしての親魚がほしいからである。それで親魚の回帰は根気強く待つ。一方、親魚作りを積極的に進めたい。これはチリにおいて自立した今後の増殖体制作りのために必要であるからである。300万粒の採卵は、その親魚作りの結果としてえられる具体的な目標の一つである。この親魚作りの過程で、日本原産のサケはよりチリに馴化するであろう。3年半のいけす飼育で体重2.5Kgの親魚が90%歩止りで養成でき、雌1尾当たり1,800粒の採卵ができるだろう。

年次計画は次のとおりである。

1983	20-25万粒	1986	200万粒
84	50	87	370
85	100	88	500

問題は卵の質が問題である。親魚の体質の問題である。これまでチリでの採卵成績をみると、大よそ受精-発眼50%、発眼-ふ化50%である。採卵するからには、これまでより1年高年令で大型親魚の方が採卵効率、卵質もよい筈である。したがって、そのような親魚養成の技術と適切な飼料の開発が必要となる。

また、受精卵からふ化までの用水には、水温、水質(濁りのない)が安定した好適範囲の用水が必要である。

現在、チリで地下水源のボーリングに要する経費は、8インチ径、40mボーリングで

25,000US\$(600万円)という。採卵計画を立てる以上は、ふ化水源の確保はチリ側で負担する覚悟が望ましい。

## 2) カラフトマスについて

海洋で2回以上越冬して産卵回帰してくるようなサケ資源を作るためには、サケはチリ沿岸を離れて南太平洋へ回遊していく必要がある。そのようにプログラムされた放流技術が必要である。これは、21世紀へ向けての雄大な夢であるが、実現させるためには解決されるべき生物学的な、環境科学的な未知な問題が沢山ある。

そこで、回遊範囲が狭い魚種を用いた資源作りを検討することも意味があろう。この場合の回遊範囲はTierra del Fuegoより南へは回遊しないサケで、季節的にチリ南部海域を南北に回遊するようなサケである。つまり、チリ南部海域でライフサイクルを完了するもので、多分、海洋では1回しか越冬しないだろう—これはカラフトマスである。サクラマスも生活史の多様性から検討に価する(種卵の確保には多くの困難と協力を要するが)。

## 3) Delayed release について

シロザケのいわゆる delayed release は、このプロジェクトのチリでの放流を除くと、日本でも他の諸国でも事例はない。岩手県山田湾でいけすを用い10♀稚魚を放流したことはあるが、放流時はその年の春の5月であり、「delayed」されていない。これまでのところ、delayed release が報告されているのは、米国でのギンザケ、マスノスケであろう。これらの知見については、別の機会に要約したい。ここで付言しておきたいことは、飼育期間が長くなり、通常の降海期である春を越えて冬期等に放流されたものは回遊範囲が狭くなるということである。

このことは、「delayed」されたがために、つまり正常な降海時に放流されなかったがために、本来はとるべき回遊路を魚がとれなくなったものと解釈することができる。例として、北半球のベニザケは、湖で1-3回越冬してから降海する、当然越冬回数が多いもの程降海時の体重も大きい、それでも同じ回遊路を示す。スチールヘッドトラウト(ニジマスの降海型)は北太平洋の沖合まで分布しているが、そこで1回越冬して母川へ産卵回帰し、河川で産卵後再び降海するが同じ回遊を繰り返す。つまり成熟体形まで成長した個体であっても、そのポピレーションが示す回遊の型をとって重要なことは、魚の放流時の大きさではなく、放流(降海)の「時」であることを示している。サケの生活史にとって、異状な時点(状態)で放流されると、正常な回遊にはならないものと考えられる。しかし、いずれにしてもこれらの問題は比較的最近になって論議されたものであり、今後の実験的手法による解明がまたれる。



#### 4) 人間的な問題について

今後のプロジェクトの遂行には、前述したように多くの克服すべき困難と問題がある。これらを解決するためには、今まで以上に日本側チーム内、及びチーム間の討議が必要であると思われる。望ましいことは、全チームが一堂に会して話し、討議し、理解し合うことである。当然のことながら、あえて付言したい。

人間的な問題としては、ふ化場への人の出入りの問題がある。カラフトマス、サクラマスは非常に敏感な魚である。G J 8 2 が Coyhaique での生残が悪かった要因には、このふ化場と池への多くの人（参観者）の出入りがあり、そのため餌つき不良になったのではないか。Ensenada B. ふ化場ではカラフトマスの成績よく、人の出入りは担当の2名にはほぼ限られていた。

#### 5) サクラマスの死亡について

Coyhaique におけるサクラマスの死亡は、細菌性魚病であると考えられている。数年前に、本州でのサクラマス稚魚の同様な死亡で回復した例があるので参考までに述べたい。この場合、水温は10℃で、1月末餌つけ開始、3月末から餌つけ用餌料をⅥ1からⅥ2へ切替へ、4月2日死亡始まり4月5日までに死亡率30%、同10日までの死亡50%、4月3日より餌をビタミン豊富なテトラミン（フレーク状）に切替えたところ、10月には回復した。体長は6cmである。チリでは餌の保存（A、C、亜酸等、酸化）の注意の要あり。また牛、馬、羊の肝を週2回位与えることは効果的と考えられる。

#### 6) 放流時、鱗相を調べる必要がでてくるので、試料を若干保存しておくこと。

9. 付 属 資 料

表 1. チリ サケマス移植放流の経過

年級群	放流点	年 月 日	体重 $\bar{x}$	尾数 千	——— 回帰年別の越冬年令 ———												
					1979	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89		
MJ72	Claro.	73 1/4	0.24	85													
KJ73	Simp.	74 5/15-26	0.33	645													
KJ74A	Claro.	75 1/7-10	0.44	900	4												
KJ74B	Simp.	75 5/20-25	0.35	800	4												
KJ75A	Simp.	76 1/8-27	0.45	856	3	4											
	Simp. 河口、車	76	0.45	120	3	4											
KJ75B	Simp. 池	76 5/26-6/4	0.37	636	3	4											
	Simp. 河口、車	76	0.37	120	3	4											
	Salto. 車	76 5/28	0.35	80	3	4											
KJ76A	Coy. 池	77 1/15-31	0.34	640	2	3	4										
	L.Vir. 車	77 1/25	0.34	33	2	3	4										
	Veint. 車	77 1/27	0.34	31	2	3	4										
	P.Pied. 車	77 1/18-19	0.34	1,160	2	3	4										
KJ76B	Coy. 池	77 5/15-30	0.35	1,400	2	3	4										
	P.Pied. 車	77 5/30	0.35	61	2	3	4										
	Coy. 池	77 9/30	1.82	50	2	3	4										
	Salto. 車	77 10/3	1.82	10	2	3	4										
KJ77A	Salto. 車	78 1/27	0.30	228		2	3	4									
	Coy. 池	78 2/24	1.24	1,500		2	3	4									
KJ78	Coy. 池	79 8/29-31	2	262			2	3	4								
	Coy. 池	79 10/9-10	3.2	253			2	3	4								
	Ens. 池	79 10/22	3.4	123			2	3	4								
	Ens. 池	79 11/13	4.2	72			2	3	4								
	Ens. 池	79 11/25	5.1	25			2	3	4								
	Ens. 生	79 12/21	16	40			2	3	4								
KJ79	Coy. 池	80 9/12	2.8	484				2	3	4							
	Ens. 池	80 9/19	9.3	177.8				2	3	4							
	Coy. 池	80 10/22	5.5	449.2				2	3	4							
	Ens. 池	80 10/26	8.4	83				2	3	4							
	Ens. 生	80 10/27	14.1	363				2	3	4							
	Ens. 生	80 12/20	38	100.5				2	3	4							
	Ens. 生	81 5/28	279	173				2	3	4							
	Ens. 生	81 8/31	330	0.9				2	3	4							
	Ens. 生	82 1/25	1,145	0.49				2	3	4							
KJ80	Coy. 池	81 9/7	4.9	427.7					2	3	4						
	Ens. 生	91 9/12	11.5	553.3						2	3	4					

年級群	放流点	年 月 日	体重 $\bar{g}$	尾数 千	—— 回帰年別の越冬年令 ——											
					1979	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	
KJ80	Coy. 池	81 10/5	6.1	4525						2	3	4				
	Ens. 池	81 10/19	5.4	262						2	3	4				
	Ens. 池	81 11/6	6.9	604.4						2	3	4				
	Ens. 生	81 11/7	18.2	276						2	3	4				
	P.Agu. 生	82 1/1	28.9	7.68						2	3	4				
	Ens. 生	82 1/27	43.5	7.68						2	3	4				
	Ens. 生	82 3/15	105	3.24						2	3	4				
	P.Agu. 生	82 3/16	157	3.24						2	3	4				
	P.Agu. 生	83 3/15	1,028	0.1	(50尾タグ 50尾脂びれ)					2	3	4				
	Ens. 生	83 4/19	1,600	0.118	(Simpson河口より 20km、標識)					2	3	4				
	Ens. 生	83 5/5	1,510	0.154	(同上、のみ)					2	3	4				
	Ens. 生	83 7/22	889	0.170	(P.Agu.より親魚候 補として移したもの)					2	3	4				
KJ81	Coy. 池	82 2/27	5.0	275						2	3	4				
	Coy. 池	82 10/16	4.4	810						2	3	4				
	Ens. 池	82 10/22	6.5	181						2	3	4				
	Ens. 生	82 10/22	15.4	457						2	3	4				
	P.Agu. 生	82 10/26	27	35.2						2	3	4				
	( Ens. 生	82			)											
( Ens. 生	83 2/	100	6.	)												
Pt.Agu 生	83 3/15	200	0.5	(左腹+脂標識)					2	3	4					
MJ81	Coy. 池	82 11/26	37.2	22.1					1	2	3					
	Donpori	82 12/9	26	9					1	2	3					
GJ81	Ens. 生	82 12/2	195	1.35					1	2						
	Ens. 生	83 4/11	540	0.162	(Simpson河口より 20km沖へ 標識)				1	2						
GJ82	Ens. 生	83 7/23	18.8	210					1	2						
KJ82										2	3	4				
MJ82									1	2	3					
KJ83											2	3	4			
MJ83										1	2	3				
GJ83										1	2					

( )は月報、現有ストック、放流記録と記載が一致しない。

Coy : Coyhaique、Ens : Ensenada Baja、Simp : Simpson川、

L.Vir : La Virgen、Veint : Veintiseis、P. Pied : Pto Piedra、

P. Agu : Pto Aguirre、池 : 飼育池から放流、生 : 海面生すから放流、

車 : 車による輸送放流

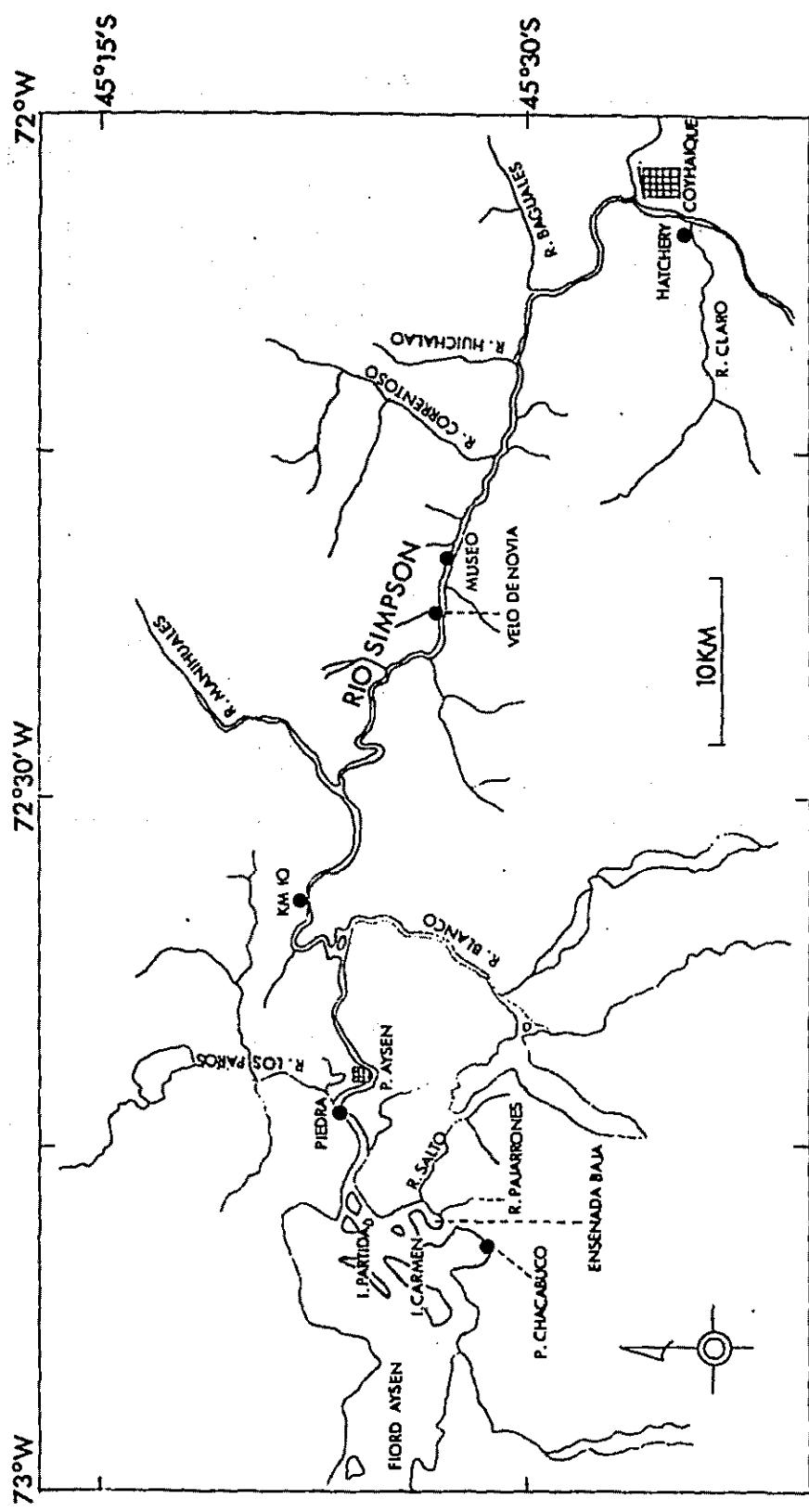


図 1. Simpson 川水系、および Ensenada Baja 周辺

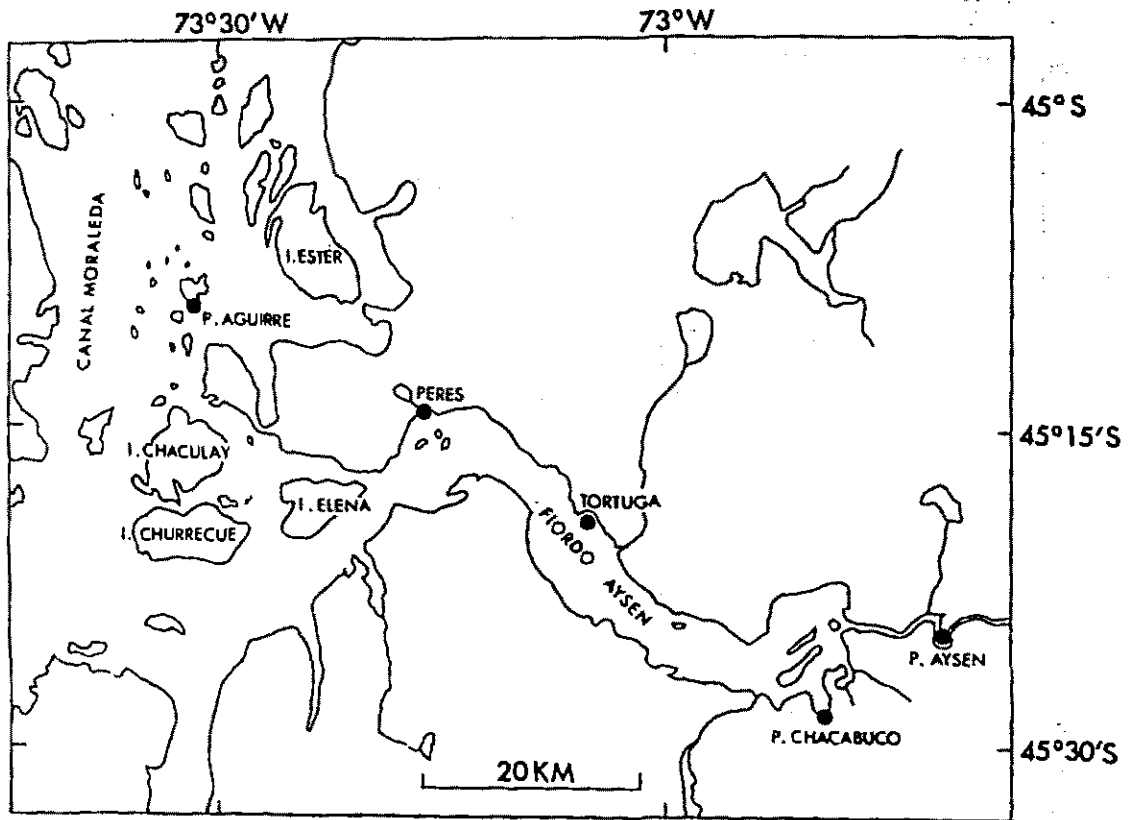


図 2. Aysen フィヨルド、および Moraleda カナル

## Ⅳ. Ensenada Baja で 1983 年秋に捕獲されたシロザケの鱗相

研究課 待鳥 精治

1983年8月に日本へ送られてきた上記4尾のシロザケ鱗の写真を検討した結果、幾つか不確定な点もあるが、最外休止帯を除けば、夫々の休止帯は年輪とみなせそうである。最外休止帯については、年輪か、成熟による偽年輪か慎重な検討が必要である。類似した意味で、最内休止帯の発生時期や発生理由も明らかにする必要がある。

観察できた尾数も少なく、うち2尾は写真が不明瞭であったので、今回の観察結果は暫定的なものである。今後、種々の鱗について観察しなければ結論的なことは言えないが、送られてきた写真による観察結果は以下の通りである。

### 観測結果と問題点

#### 1) 鱗相の一般性状

##### (1) 観測結果

鱗相は比較的きれいで、天然シロザケのもつ基本的な鱗相の要素は全て保持している。それらのポイントは下記の通り。

- ① 全体形状は天然魚と変わらない。他の魚種に比べて肩の張った角型に近い特徴を示す。被覆部（サーキュリーの形成されている部分）と露出部の比率や、露出部へサーキュリーがあまり侵入しないことなど天然魚と同じである。
- ② 被覆部と露出部の境界付近には天然魚と同様にシロザケに特有な顆粒状の網目構造が顕著に形成されている。
- ③ サーキュリーの間隔にみられる粗密のリズムも周期的に形成されており、年令査定の可能性を示す。

人為的飼育環境下での飼育魚では、サーキュリー形成の秩序が乱れ、偽年輪を形成したりする傾向が生じるため、年令査定が困難になることがあるが、今回の写真の限りではこのようなノイズはそれ程大きくなさそうである。

##### (2) 問題点

上記のように鱗相の形状は大勢においては天然魚と同様であるが、部分的には幾つかの相違点が目につく。それらは以下の通りである。

- ① 天然魚に比べサーキュリーの太さ自身が細く、それらの間隔も狭い。但し、このことはプラスチックカードに反転刻印した像でみる時と鱗自身を顕微鏡でみる時とでイメージが違うので、同一方法で比べないと詳しいことは言えない。
- ② 4枚の写真のうち、2枚については採鱗部位が適正でなかったようである。多分、対象

標本が少なく、鱗が脱落していたり、再生鱗の問題があったのであろうと推測される。

- ③ 休止帯即ち年輪と考えられる部分とそうでない部分とのコントラストが弱く、天然魚ほど明瞭でない。

## 2) 沖合回遊の手がかり

### (1) 観察結果

送付された4尾のシロザケについては、サーキュリーの形成リズムが鱗の全面にわたって均一であり、人工飼育期間と天然生育期間を識別できるような鱗相の変化は認め難い。写真が鮮明な2枚についても、現在の段階では沖合回遊期間がなかったか、あるいはあっても短かいものであったであろう。

### (2) 問題点

鱗の写真が示された魚自身の経歴が不明なため、鱗相に沖合生活期らしいもの(サーキュリーが太く、かつ間隔が広)が見あたらないことを”沖合に出なかったから”と明確には言えないが、沖合にでて写真のような鱗相を示すようなら、鱗から沖合回遊期間を推測することは困難である。

## 3) 休止帯の形成場所

サケ・マス類では休止帯は通常年輪とみなされ、北半球のシロザケでは、冬から春に形成される。しかし、年令によっても形成時期がずれ、高令魚では晩春から初夏に形成されることもある。形成理由は現在のところ成長停滞によると考えられており、季節が反対になる南半球では8月～11月頃にできるであろうと考えられる。

しかし、天然魚でも時々偽年輪が形成することがあり、人工的飼育魚では病気や給餌のしかたでも偽年輪ができる可能性がある。それ故、人工飼育魚では特に休止帯の解釈に慎重を要する。その意味で下記の2個の休止帯が問題である。

### (1) 鱗の焦点近くに形成された第1休止帯

標本番号1では第12-14番サーキュリー付近に他の休止帯よりやや顕著さの劣る休止帯が形成されている。焦点から形成位置までのサーキュリー数はそれなりにあることや、幼魚が鱗を形成し始める時期(体長約3cm)から冬までの期間が北半球より短かいと考えられることから、この休止帯も一応年輪と考えられる。しかし焦点から形成位置までの距離が近いことなど不安要素がある。

### (2) 鱗の最外縁付近に形成された最終休止帯

標本番号1では4月(現地の秋)の捕獲魚であるにもかかわらず、鱗の外縁に休止帯が形成されている。その形状はかなり明瞭で、単なる一時的な成長停滞による臨時的なマークと

は考えにくい。

### (3) 問題点

上記第1休止帯と外縁休止帯の形成は送付された4尾の写真に共通であり、いろいろ検討すべき生物学的問題を示唆する。第1に放流魚や飼育魚には早期群と後期群があったのに、第1休止帯の形成位置が4尾とも類似していたのは何故か？ 第2に写真の4尾は成熟魚と未成熟魚（標本番号1は卵巣重量9gで完全に未成魚、標本番号4は卵巣重量35gで、3～4ヶ月後位に完熟）と言うように発育段階の違うものであったにもかかわらず、揃って外縁部に休止帯が認められたのは何故か？

南半球でも、北半球と同様に冬・春に休止帯ができるとすれば、南半球の冬・春に当る8～11月頃に形成されてしかるべきである。しかし、実際には4～5月の秋に捕獲されたにも拘らず、明瞭な休止帯があり、しかも、ほぼ年輪とみなせる程の幅をもっている。これが正常な形成とすると、北半球と同じ1～5月頃に形成されていることになり、休止帯の形成機構（例えば成長停滞でなく、生理的型由で形成されるとか）北半球から南半球への移殖魚の生理的順化速度（例えば1代では切替わらないとか）などの問題を投げかける。

北半球の天然魚の場合、焦点近くに休止帯ができるのは、産卵場が非常に上流にあるアムール川系シロザケのような場合で、一般的にはできない。また、秋・冬に休止帯ができることもあるが、それは、成熟が進み、沿岸域に帰ってきた頃に起ることがある。しかし、今回の標本では、未成魚でも形成されているので、単純に成熟マークとはみなしにくい。

### 4) 年令査定結果

上記のように送付された写真による検討のみでは、確定的なことは言い難い段階であるが、一応年令を査定してみると以下の通りである。放流後または生簀を逃けた後の経過期間は既述の理由から不明である。

標本番号	捕獲年月日	全長 (mm)	性別	生殖巣重量(g)	年輪数	年級群
1	83. 4. 5	456	♀	9	3	KJ79
2	83. 4. 5	500	♀	140	2又は3	KJ78又はKJ79
3	83. 4. 6	560	♀	104	3	KJ79(KJ78)
4	83. 4. 13	480	♀	35	3	KJ79(KJ78)



## 必 要 な 対 応

以上の観察により、以下のような検討の必要性が考えられる。

- 1) 休止帯を年輪とみなせるかどうかの検討
- 2) 年輪の形成時期の検討
- 3) 飼育中と放流後の鱗相の差違の検討

上記の検討を行うためには、飼育の各ステージについて時期別の採鱗計画が必要である。また、鱗相から沖合回遊の手がかりを求めるには、放流時の鱗と比較対照する必要がある。また、このことを更に明確にするためには標識等のマークがあることが望ましい。しかし、標識札や鋸切りによる標識は色々問題や制限条件もあろうから、大量を簡単にマークする方法（例えば、アクチバブルレーザーによる検出など）を検討する必要がある。

また、鱗を相当数手軽に処理しようとする、プラスチック・カードに刻印して万能投影器で観察した方がよい。そのためには、①万能投映器、②インプレッション器（圧刻器）、③ガムカード（鱗を貼りつける）、④プラスチックカード（反転刻印する）、を現地で装備するか、ガムカードに採鱗したものを日本で刻印するか、のやり方があろう。

## V. 地磁気とサケ・マスの回遊

研究課 待鳥 精治

動物の移動を誘起する3大要素は、①食べ物、②気候、③繁殖である。動物は自分に合った食べ物を手に入れるため必要に応じ移動する。低緯度地方を除くと、食べ物の量は季節で変わり、豊富な食べ物を追って動物は移動する。

気候も生活の快適度を左右する。暑過ぎても寒過ぎても動物の生活は円滑に行かない。動物が快適環境を維持しようとするのは、種々の防暑、防寒手段をもつ人間にも理解できる。大きな移動もできず、やむなく寒い冬を過ぎざるを得ない動物は、冬眠など特殊な適応習性を発展させている。

繁殖も種族の存続に欠かせぬ要素である。ここで失敗すれば親の努力は継承されない。生活力の弱い子供が生き残るには、豊富な食べ物と適当な気候と少ない害敵が必要である。3者の組合せが子供のために最も有利な形になる時期と場所を夫々の動物は持ち、そのことに合う繁殖様式を発展させている。この様式を達成するため、繁殖期になると特別の場所に移動する動物が多い。この移動は親のためより子のためである。サケ・マスなどその好例である。

食物量、気温、雨量など動物の移動に影響する要因は、個々にも移動の原因として働くが、一般には相互に関連し合っている。従って動物の移動を単一の要因で説明することは容易でない。

北極近くでは夏に豊富な食べ物があり、気温も高まる。しかし、冬には草も枯れ、昆虫も飛ばない。同時に気温も下り、日も短くなる。北極近くで夏を過ぎた草食性動物や食虫性動物も、秋には南方へ移動せざるを得ない。このようなことは海でも同様である。

多くの小鳥が初夏に卵を生むのもヒナの食べ物が豊富な時期に合わせてのことであり、繁殖のための移動方向と食べ物を求めての移動方向は一致する。食べ物の量は季節の移り変わりとも連動し、移動の3要素を切り離すことは不自然なことが多い。

鳥の渡りはあまりにも有名である。キョクアジサシが南北両極を毎シーズン往復する驚異や、伝書バトが自分の鳩舎に帰りつく能力など、昔から多くの人の関心を呼んできた。サケ・マスも壮大な回遊を成功させる能力と、卵を生むだけのために命をかけて川をさかのぼるロマンチズムが人間の感覚をくすぐってきた。このため多くの研究もされ、海での回遊の経路もおぼろげながら描けるようになった。しかし、祖先と同じ経路をたどり、生れた川にたどりつく不思議な能力は依然ベールに包まれたままである。

川の上流で産卵床から泳ぎでたシロザケ稚魚は、1~2週間で海にでる。面積の限られた川の食物量では沢山のシロザケを体長60~70cmまで育てることはできない。シロザケ稚魚の降海は明らかに食べ物を求めて、未知の世界への侵略である。その時期は丁度、海の食べ物が多くなる時であり、鳥の雛の生育時期と同じ位置づけができる。

日本のシロザケは海にでるとほぼ海流と水温上昇に従い東方及び北方へ移動する。それから回帰までの3～4年間、北太平洋とベーリング海で2～3回の冬と3～4回の夏を過す(図1)。

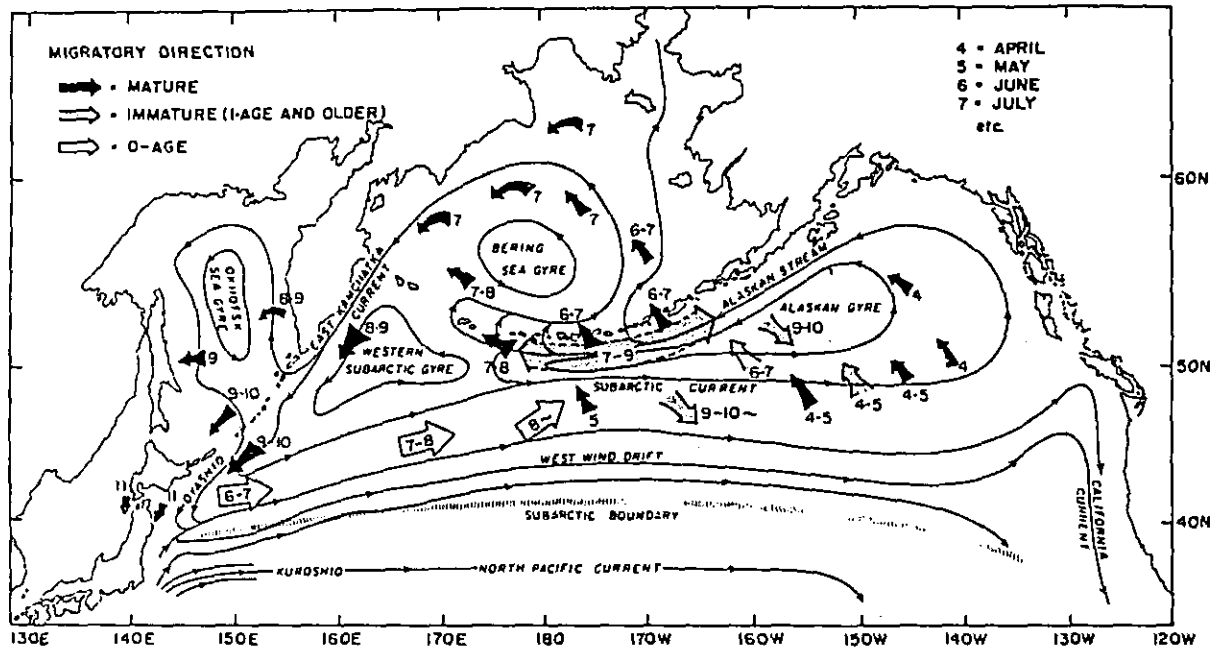


図1. 北海道、本州、樺太(南樺太)および千島列島産シロザケの回遊路の想定図 — 表層流の模式図 (Dodimeadほか、1963)と対比される。

この間、季節的にループを描きながら南北回遊を行う。この間の移動の原因は主として食べ物と気候(ビツリしないが、ここでは海況と呼ぶことにする)であろうと考えられる。日本に回帰する年には、それまでのループ状経路から最後にはずれて、南方への回遊を続ける。

日本に向う帰途の始点は厳密にはわからない。最も北にいる所からと仮定すると、アリューシャン列島南側とベーリング海北部である。時期は8月である。これらの場所から千島列島東方を経由して日本に帰る。アリューシャン列島付近やベーリング海では餌もたっぶり食べており、この時期に繁殖を意識した回遊を行っているかどうか定かでない。このことは千島列島付近へ到達した段階でも、彼等の行動を種族維持的要素のみでは説明できない。この段階では日本系シロザケの未成魚とは回遊を違えているので、繁殖のための回遊コースに入っていることは明らかだが、生態的特徴は未成魚時代の名残りを沢山残している。回遊速度が特別に速くなっている証拠もないし、生息水温も8～10℃前後で以前と同じである。また、同時に生息する他の系統群(例えばアムール河系など)のシロザケ未成魚と同様に沢山の餌を食べている。食べ物、海況、繁殖の3要素のうち、突出した特別の一要素を取出すことは困難である。

しかし、日本沿岸に到達する頃には胃袋も縮小し、消化酵素の活性も落ちてくる。生息水温も北洋域では考えられない高水温となり、12℃位から場所により20℃以上の水域まで突入する。食べ物と海況の要素が後退していることが明らかである。

川に入ると全く餌をとらず、水も海水から淡水に変る。流れにさからい一心不乱に川を溯る行動は、繁殖に向って邁進する姿を浮き彫りにする。その時期を秋に選んでいるのは、産卵から稚魚の浮上まで半年かかることに合わせ、稚魚の降海を春にするためである。川の上流で卵が砂利中に埋められるのも、酸素の確保と外害を少なくするための手段である。

サケ・マス類は淡水起源であり、彼等の本来の生活の場は川である。日本系シロザケの淡水生活期は親魚の溯上から稚魚の降海までの半年である。シロザケの生涯を満4年とすると、生涯の7/8は本来の生活圏から遠く離れた侵略域での生活である。従来の生活域の温存は新しい世代の揺籃期のみである。極端に言えば砂利の中の暗黒の時代のみである。このような新しい生活様式の確立には、侵略領域に出て行った個体の回帰能力は獲得が必須であった。

日本からチリへのサケ・マス移殖事業についてニュージーランドのPlain博士は新しいタイプのコメントをつけた。ニュージーランドは北半球から降海型のサケ・マスの移殖に成功した南半球唯一の国である。そこでサケ・マスの研究に従事している博士のレポートは多大の関心をもってチリ関係者に読まれており、多くの有益な情報を提供していた。しかし、日本からの移殖事業について新たな悩みも日本の専門家やチリ関係者に提供していた。新しい悩みに関連した博士のレポートの要点は下記のようなものである。

沖合でのサケ・マスは太陽や偏光による太陽コンパスと地磁気による磁気コンパスを利用して回遊しており、米国カリフォルニア(種卵供給地)とニュージーランド(受入れ地)は、海流や移殖魚(マスノスケ)の回遊路がミラーイメージ(鏡の実像と虚像の関係)であり、移殖先のマスノスケは北半球でやっていたことをそのままやればニュージーランドの母川に帰り着ける。カリフォルニアでは海流に乗って南下し、太陽に向って左折すれば岸に着く。ニュージーランドでも海流に乗って北上し、左折すれば岸に着ける。地磁気に対しては北半球では東に曲っていたので、反対側の南半球では西に曲ることになり、同様に岸に着ける。ところが日本系のシロザケはチリ沖でフンボルト海流に乗って北上しても、太陽に向って左折し、地磁気に対して西に曲ったのでは南太平洋の中に消えてしまう。このことが日本系シロザケがチリでまだ成功しない一因だろうと言うのである。

この見解は、それ自身に北太平洋のサケ・マス、特に日本系のサケ・マスの回遊についての誤解やサケ・マスの沖合回遊機構についての理解不足による単純さなど沢山問題があり、コメント自身については特別に問題にする程のことはない。しかし、地磁気問題など、これまで実際のサケ・マス移殖ではあまり問題にされなかったような新しい要因を持込んでいる。地磁気問題は最近あちこちで論議されており、サケについてもとやかく言われたので、この問題を中心に筆

者の見解を若干述べておきたい。太陽コンパス問題はこれまでも沢山論議されており、北洋のようにしょっちゅう霧のかかった海域ではとつても実用的とは考えにくいし、サケ・マスが夜も回遊している実態から、外洋域での定位手法としてはとても受入れられないとする見解も米国科学者からだされている。

動物が移動を行うとき、用いるであろう方位決定の主な手法については、下記のようなことが考えられている。

## 1. 視覚定位

### 1) 太陽コンパス

光は動物の生活環境で最も基盤的要素のひとつである。太陽の周期や軌道、運動速度は規則的で、動物は彼等の生活を太陽の動向と深く係わらせている。移動方向の決定に動物が太陽を利用しようとすることも不思議でない。ある動物は太陽の位置を固定的道標として利用し、若干の動物では太陽位置を時間で補正し、高精度の方位決定ができるようである。

#### (1) 固定的道標としての利用

蝶のある種では、太陽の方向と一定の角度を維持して1日中密吸いなどに出かける。太陽の位置が変わると飛行方向も変わる。太陽と何度の角度で飛ぶかは個体によって決っており、蝶の集団全体としてはうまく全方向に散らばるようである。

#### (2) 位置補正による利用

太陽の現在位置を時間によって補正し、南中時の太陽位置を推定し、移動すべき方向を決定する。南中時の方向により地理的眞南を知り、高度の推定により緯度を知る。体内時計と太陽軌道の喰い違いから経度を知ると言われている。人間ではなかなか考えきれない芸当である。伝書バトやミツバチではこれらの能力が確からしいとする沢山の研究があり、かつ、かなり高精度のものらしい。これらの動物に限らず、太陽の位置を利用しながら方位を判断する能力は多少なりとも諸々の動物であるようである。しかし、このような太陽コンパスの高精度な利用のためには、体内時計の正確性、それを読みとる能力、太陽軌道の推測、季節変化や場所変化の認識など多くの条件が必要で、まだ未解決の問題も多いように考えられる。

サケ・マス類でも太陽コンパスを利用していると考えられる研究者もいる。カナダのパビン湖で降海するベニザケは、湖の複雑な地形をうまく通過するのに太陽コンパスを利用していると言う。

陸上では太陽は支配的であり、陸上動物が太陽をあらゆる角度から利用しようとするであろうことは理解できる。しかし、水中では太陽は間接的であり、波等で光の屈折も複雑である。水界の大部分で光は弱いか暗黒である。水中動物が光を利用した定位機構の発達によってどれだけ進化論的メリットを受けうるか疑問の点もある。表面近くで生活する動

物では太陽の利用もありうると思われるが、陸上動物での知見を強引に水中動物に持ち込むのは危険である。

### (3) 偏光の利用

太陽が見えなくても、雲の切れ間の離れた2点から来る偏光を利用できれば、太陽位置の推定ができ、体内時計との併用により定位の基軸が設定しうると考えられている。偏光定位は脊椎動物を含めて広汎に利用されている可能性が示唆されているが、偏光を感知しうることと定位に利用できることは同一ではなく、蜜蜂以外では説得力のある証明はまだなされていないようである。

## 2) 星コンパス

人間が星を利用して夜の海を航海したように、夜行性の動物が星を利用して移動しても不思議ではない。渡り鳥を鳥かごに入れての野外での実験やプラネタリウムを使つての実験で、若干の鳥では星座を利用して定位可能なように見受けられた。しかし、他の夜行性渡り鳥での実験では必ずしも同様な結果はえられず、現時点では広い範囲に一般化することはできないようである。

## 3) 月コンパス

星同様、夜行性動物にとり月もコンパスとしての可能性をもつ。海浜のトビムツ類など月定位をするらしい動物も知られている。しかし、月は月夜だけしか見えないこと、月の形や位置が毎晩変ることなど利用上の難点が多い。コンパスとしての利用はあまり知られていない。

## 4) 目じるし定位

山、川、木などは人間でも方向決定に利用する。しかし、地理的目じるしはそれ自身ではコンパス方位を与えない。目じるしが情報価値を持ったためには、目じるしと目的地との位置的關係を事前に知っておく必要がある。初めての未知の土地への探検でも、行きに目じるしを憶えておけば、帰りに逆にとどれることもある。目じるしの利用は、陸上動物の日常生活で一般的に行われていることで、太陽コンパスや磁気コンパスなどややこしい話を否定し、殆どの移動を目じるし等による馴染みマップで説明しようとする研究者もある位である。魚でも淡水魚では目じるし説も移動のかなりの部分を説明できるように思える。しかし、海では事情が違ふであろう。

イルカなどでは海底地形（沖合でも海山など）を回遊に利用しているとみる人もいるが、どの程度の利用か具体的には不明である。寿命も長く、集団中に色々な経験個体をもつ動物では、海洋での地形利用もありうるであろう。しかし、サケ属のように全てが未経験個体の集団では、目じるしの利用のしかたも同一には考えにくい。沖合域では地形的な手掛りは殆んど得られず、目じるしの利用は陸上と異なると考えられる。目じるしと言っても広義に解

積すれば恒久的要素のあるものは音でも匂いでも使いうるので（例えば、特定水塊の匂いだとか、特定のプランクトンとか）、今後慎重に研究を進める必要がある。沿岸付近とか、支流や産卵場所の選択とか、回遊の最終段階ではサケ・マス類も目じるしをいろいろ利用していると考えられており、沖合域でも何らかの活用をしているかも知れない。

## 2. 非視覚定位

長距離回遊動物は一般に視覚が発達し、定位能力も視覚と関係深い。しかし、視覚の使いにくい時間や場所で行動する動物もあり、移動のためには別的手段を発達させる必要がある。視覚の発達した動物でも視覚を使い難い時があるし、海中での視界は僅かなものである。陸上と海では動物の世界に大きな違いがあることが想像される。

### 1) 磁気コンパス

地磁気は地球を取巻く環境情報のひとつであり、磁力線はほぼ南北に走る点が注目される。動物が微弱磁力（地球表面は0.1～0.7 Gauss程度）を感知できれば、方位推定の手掛りとなりえよう。人間は磁気に鈍感であり、環境情報として忘れ勝ちであるが、シロザケ稚魚も磁気を感じるという実験もある。

渡り鳥や伝書バトでは磁気コンパスの研究も盛んで、その存在を示唆する実験結果もある。しかし、いろいろな鳥についての実験結果は不安定で、野外研究者の間では昔から懐疑的議論も続いている。渡り中の鳥の群にレーダービームを当てると鳥の群が一時的に乱れたりすることがあることから、鳥が磁気を感知しうるとは古くから知られていた。しかし、問題はそれをどんなことに利用する能力があるかと言うことである。昆虫でも磁気に反応するものが知られているが、方向定位との直接的関係は不明である。

海では遠距離の視界がきかぬので、海洋動物では視覚に代る能力を発達させていることが想像される。磁気コンパスもその可能性のひとつである。海では地球磁場を流れる海流により新たな局部磁場が発生し、地磁気のノイズとなることなどの複雑な問題もありそうだが、門外漢の筆者には具体的イメージができない。

### 2) 海流定位

海流はいろいろな方向に流れており、流れはわかってもコンパス方位はわからない。しかし、地球規模でマクロにみると、大洋の流路はほぼ決っており、太陽コンパスや磁気コンパスなどのコンパス情報と組み合わせれば、これらの情報が利用しにくい時の回遊に役立つ。

海流と魚の回遊が緊密な関係にあることは昔から漁師一人一人が知ってることであり、サケ・マスに限らず、多くの回遊性魚類で一般的に認められている。渡り鳥でも風向によって旅立つ方向が変わる場合もあり、空気より粘度の高い海水では、動物の移動に重大な影響を与えるものと推察される。しかし、魚の回遊と海流との関係をフィールドで直接的にテストした実験は殆どない。近年、バイオテレメトリー手法により魚の回遊を追跡しながら、周りの

環境情報との関係を調べる研究も進められつつあるが、まだ因果関係を具体的に検討するまでには至っていない。

### 3) 音響定位

音もそれだけではコンパス方位は与えない。しかし、音は動物の移動に有益な情報である。渡り中の鳥は夜間蛙のコーラスなど地上音をキャッチできると言われている。渡り中に群が乱れた時や視界が悪い時には鳴き声が増加することが知られている。コウモリのエコーロケーションはあまりにも有名であり、動物が音を人間以上に多様に利用していることがうかがわれる。

鳩は0.1Hz以下の超低周波音を聴けるようで、人間の聴覚ではキャッチできない騒々しい超低周波世界が鳩の世界にはあるようである。ひげ鯨の低周波音は数百km離れた他の鯨に聴えるだろうと推測されている。水中では音波の伝播が良く、海の世界では音の問題は軽視できないと考えられる。波が岸に砕ける音、深層水が海山を渡る音、潮境での水塊の衝突音等々、音の連続的発信体は沢山考えられる。

### 4) 匂い定位

犬や蟻の例をだすまでもなく、匂いは動物の移動に一般的に用いられている。魚類の脳でも嗅葉と視葉は2大感覚組織を構成する。しかし、音と同様、匂いだけではコンパス方位はわからない。

自分、仲間、外敵などの匂いは移動の際の重要な情報であるが、魚の回遊では時間単位が長く、匂いの保存が厄介である。海では匂いの場所的保存が問題であり、陸上動物の世界と同一には考えにくい。また、サケ・マスのように太平洋に沢山の河川群や地方群が混在し、夫々回遊経路や回遊方向を異にする場合には、匂いの個体特異性や系統群特異性が問題となろう。この辺の論議はまだ聞いたことがない。しかし、サケ・マスは一般に嗅覚が発達し、回遊の最終段階（例えば母川近くや河川内）では嗅覚が大きな役割を果たしていると考えられている。

川は周年母川水を海に放出し、恒久的な匂いの給源を考えることができる。沿岸近くへ到達したサケ・マスが、匂いをたよりに母川を探すことはありうるであろう。その時、感知しうる濃度での到達範囲が問題で、特定の河川嗅という意味では、大河川を除いて限られた範囲に止るであろう。だが、日本の匂いとか、チリの匂いとか、ある程度のくくりが出来れば到達範囲は相当拡大されるであろう。

以上、動物の移動に際し、方向決定に有用な諸情報を並べてきたが、動物の方位決定能力とその方法はまだ推測の段階である。かつて、匂い説や太陽コンパス説が喧伝された時には、何んでもそれらで説明できるかのような風潮もあったが、研究が進めば進むほど、動物の方位決定手法



はその単純ではないことがわかってきた。

以下、チリへの移殖について新しくコメントがでている地磁気の問題について私見を述べる。

地球は一種の磁石であり、磁力線が地球を取巻く。そのため、地上の磁石はN極が北を指し、S極が南を指す。地磁気の磁力線は地表と平行ではなく、図2のような弧を描く。磁力線が地表と水平なのは赤道付近のみで、高緯度では大きな角度をもつ。

地理上の南北両極と地磁気の極は一致せず、現在北極で11度ほどずれている。磁気コンパスが地理上の真北（または真南）から水平面でずれている角度が偏角である。東京付近では約6度西にずれている。磁気コンパスが水平面から垂直方向に傾いている角度が伏角である。東京付近では約50度もある。

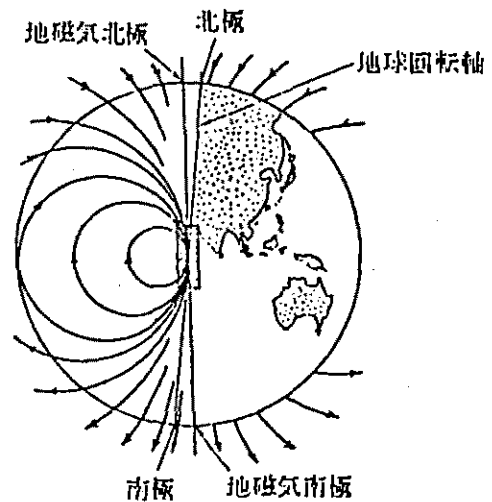


図2. 地磁気極と磁力線及び地理的極

地磁気の磁力線は南北方向であるので、サケ・マスが地磁気を利用して方位決定ができ、同時に沖合での回遊路を地磁気との関連でプログラムしていれば、地磁気は有力な回遊指針となる。果して、サケ・マスは北太平洋の1地点を通過しながら、そこでの地磁気の方角から何度西または東へ進路をとるべきか判断しうるだろうか？ このことは、例えばソロザケの回遊が、常に未経験な場所の連続であり、幼魚の旅立ち経路と親魚の回帰経路が同一でないことを考えると簡単には納得できない問題である。

地磁気の問題には、このような魚側からの問題だけでなく、地磁気自身にも容易でない問題点がある。筆者はこの分野については門外漢であり、理解不足や誤解を免れえないが、素人なりに検討してみる。

先ず偏角である。偏角自身は存在するとしても、それが永久不変であれば、偏ったままひとつの固定値として利用できる。しかし、安定的に思える地球磁場も決して不変ではなく、磁気嵐などでも突感できるように、短期的にも変動する。

偏角は図3から分かるように場所によって異なる。このことは地球の回転軸と地磁気の軸極が一致してないことに起因する。南北に大移動する動物が地理上の真北に移動しようとするれば、磁力線との角度を緯度によって徐々に修正する必要がある。このことは、太陽コンパスや星コンパスのような地理上のコンパスと磁気コンパスとは簡単には連動させられないことを意味する。

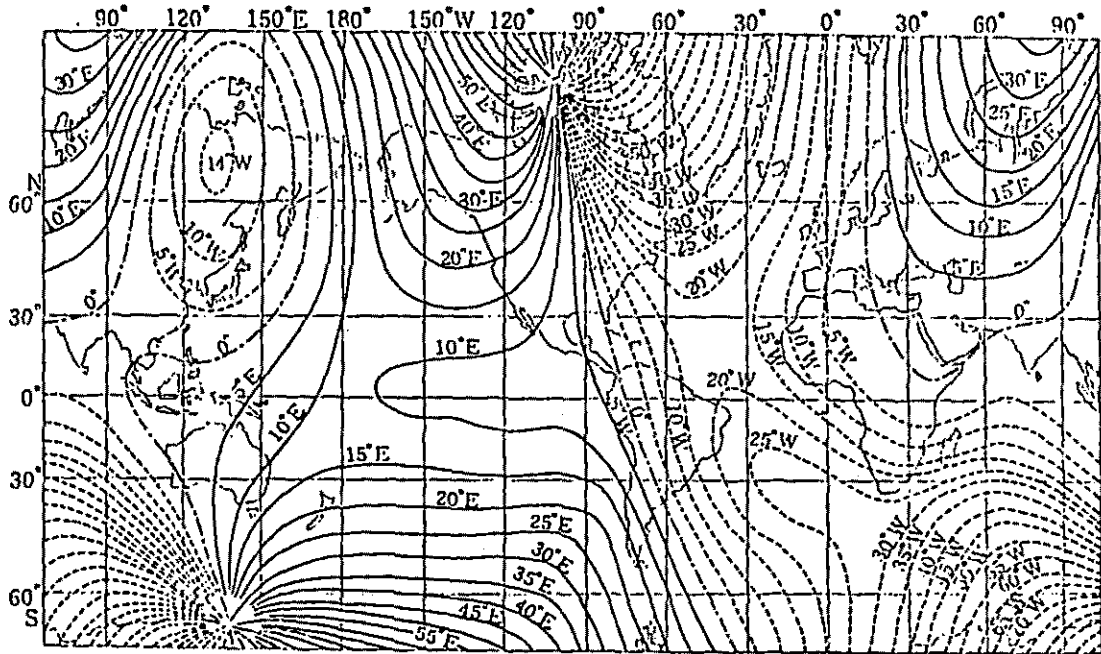


図3. 地磁気偏角の分布

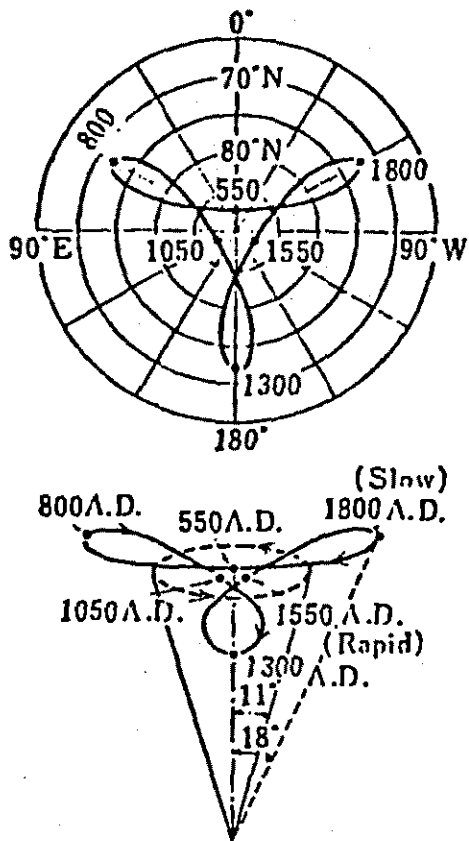


図4. 北半球における磁軸の動き

偏角のもつ一番厄介な問題は歴史的な不安定性である。北磁極は図4に示すように、有史期にはいつからさえ北緯70度台まで3回も移動したと推定されている。1800年には西に18度も動いた。800年には逆に東方へ同程度ずれていたのである。両者を合わせると、過去2000年間でも約35度の振幅があったことになる。このことに連動して地球上の各地の偏角が変わるので、地磁気の方

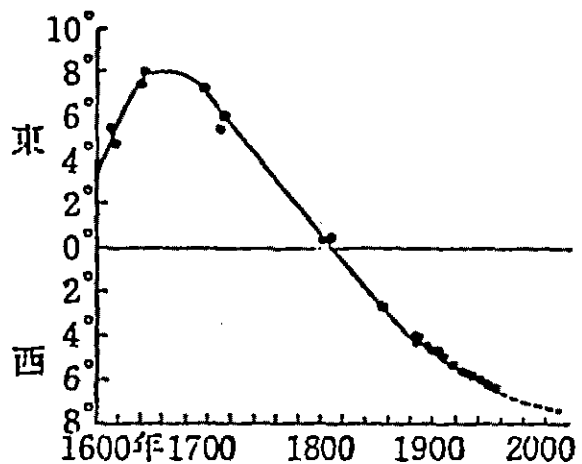


図5. 東京近郊における偏角の永年変化

たよりにサケ・マスが沖合回遊をすると仮定すると、難しい問題に遭遇する。東京付近でも図5のように過去400年の間に角度で約14度偏角が変っている。こんなに動いたのでは日本に帰るつもりがハワイに行ってしまう。母川への回帰など通常では考えにくい。400年間に磁気回帰プログラムを書き変えうるとも考えにくいので、地磁気を方位決定の基本手段とすることは難かしそうである。

伏角は更に話がややこしい。かつて大航海時代には伏角が分かれば緯度が分かると考えられた時代があった。伏角は大局的には緯度に比例するので、アイデア自身は正しい。実際は図6のように波うったり、緯度によって等伏角線の南北ピッチが違ったりする。

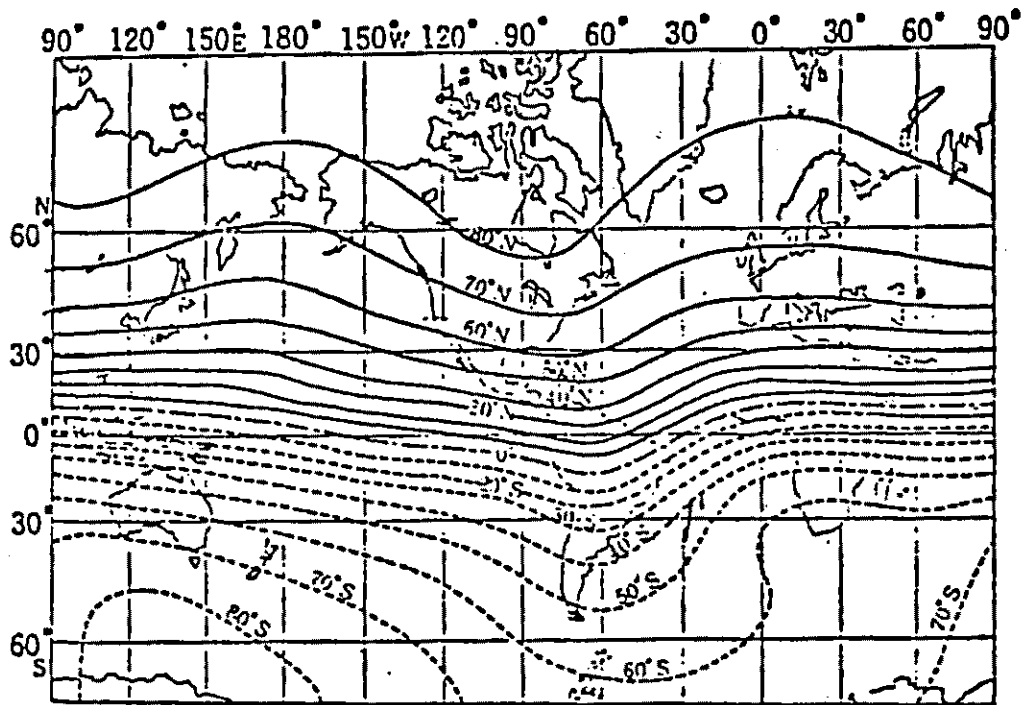


図 6. 地磁気の伏角の分布 (1975年)

北半球と南半球では伏角が逆で、北半球ではN極の伏角は下向きだが、南半球では上向きである。日本ではN極の伏角が約50度だが、チリではS極の伏角が40~50度である。S極やN極に魚がこだわり過ぎると、北半球から南半球へのサケ・マスの移殖は不可能ということになる。このことはカリフォルニアからニュージーランドへのマスノスケ移殖成功により否定されるだろう。

また、N極やS極の動向に鈍感すぎても、利用精度が落ちるであろう。南北両半球を季節的に移動する渡り鳥では、赤道付近で伏角が零になるので、磁力線の地表との角度を利用しているとすれば、S極→N極またはN極→S極の切り換えが必要である。例えば、N極の伏角だけを利用すると、北半球から南半球へ飛ぶ場合、伏角が小さくなる方向へ飛べばよいが、赤道を越えれば

上向きになるので、南半球ではマイナス増大として測定しなければならない。到着的は上向き伏角で判定しなければならない。後述するように、伏角は近い歴史時間内でも、上向いたり下向いたりしている。そのため、伏角の利用には変動性に左右されない高度の適応様式がなければ、長距離移動性動物では度々大混乱が起きたはずである。

南北50度付近以北になると伏角が垂直に近づき、その分だけ水平分力が小さくなる。全磁力（地球磁場の強さを示す方向をもったベクトル量）の水平面への投影量が水平分力である。水平分力が小さくなると、それだけ方向情報としては使いにくくなる。北海道付近では水平分力が約0.25 Gaussだが、ベーリング海北部では0.15 Gauss近くまで落ちる（図7）。全磁力とし

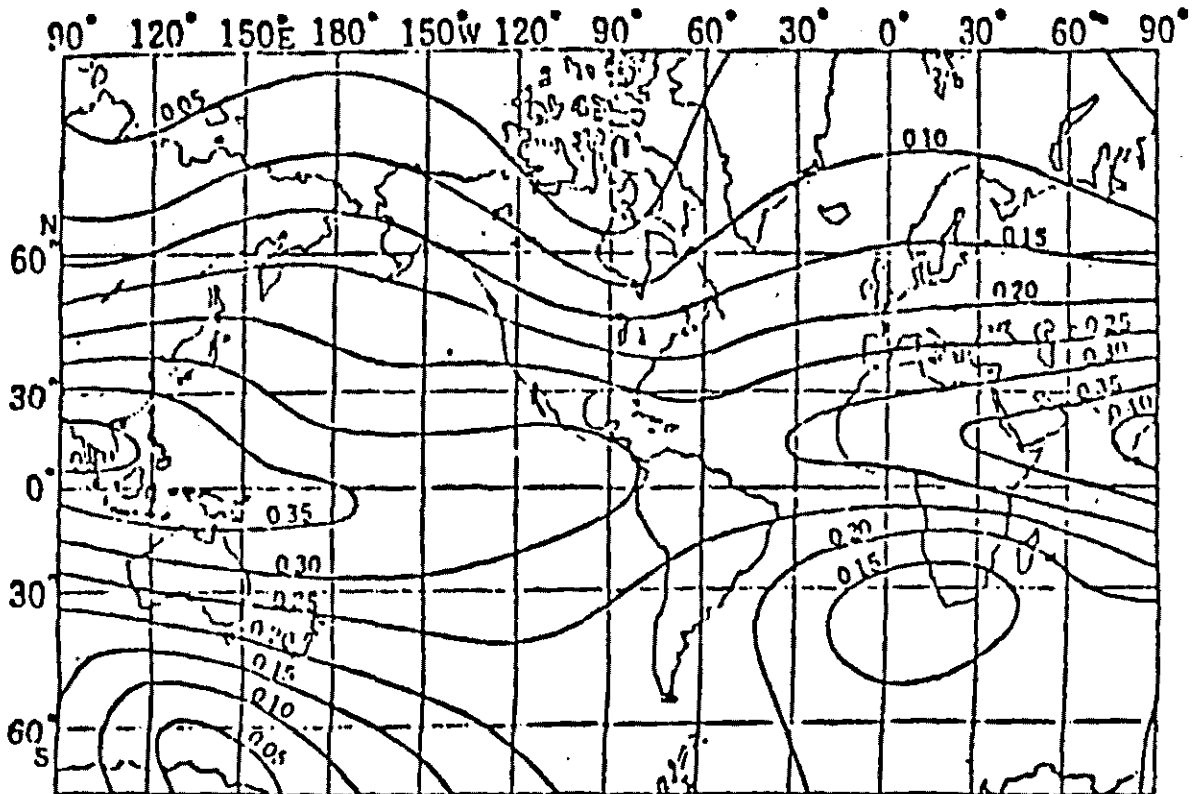


図7. 地磁気水平分力の分布（単位：Gauss）（1975年）

では高緯度域が高いが（図8）、垂直に近い力では方向情報はひきだしにくい。水平分力の高緯度微弱性は、高緯度地方の動物ほど南北移動の習性を発達させた歴史的事実と噛み合にくい。

移動は動物にとって、個体の生死と種の存続にかかわる重大事である。信頼できる情報に基づく移動でなければ種の繁栄は不可能であったろう。動物の情報感知器の発達には進化上の長い時間が必要である。眼の発達などのように動物界全体を通じるような長い発達の歴史が必要なはずである。その基盤は光情報が長い時間的安定的であったことであろう。しかし、地球磁場はそうでなかった。

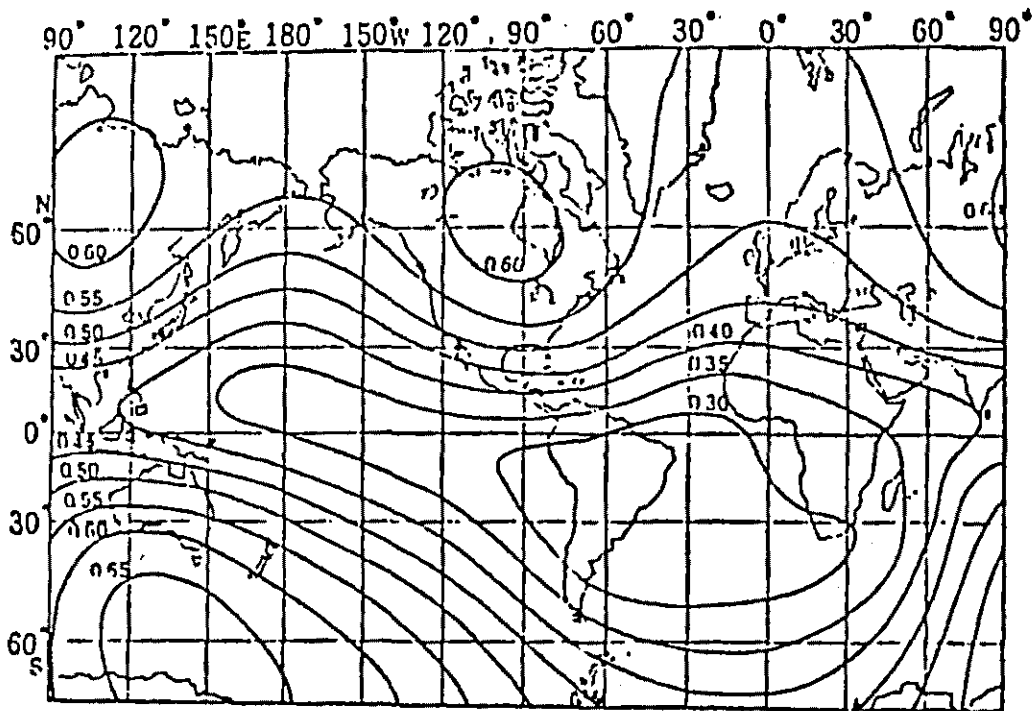


図8. 地磁気的全磁力の分布(単位: ガウス)(1975年)

最近の知見によると、過去360万年の間に地球磁場の反転が少なくとも9回あった事がわかった(図9)。反転の途中では磁場の長い衰弱と死があった。子供の頃から磁石は北を向くものと思い込んでいたので、それは現在だけで歴史的な半分の時間は南を向いたはずだと言われても、彼には信じられない。地磁気の利用を高度に発達させ過ぎた動物がいたとしたら、磁場の反転や死の時期には、種の存続は危険にさらされたであろう。

ニシンなどの真骨魚類は既に白亜期(約1億年前)に繁栄しており、鳥類も新生代の初め頃(約6000万年前)までには完全な近代化をとげている。360万年など長い生物の歴史から見ると昨日からのことである。魚類や鳥類も数えきれない程の磁場の反転や死を経験したことになる。彼等にとって地球磁場は安定でなかったのである。

上記の理由から、地磁気を方位決定情報として感覚器を発達させるには系統発生的に問題があると考えられる。しかし、どの程度の時間があればそのような感覚器官を発展させるのか、没学にして判断できない。サケ属は大変新しいグループで、現

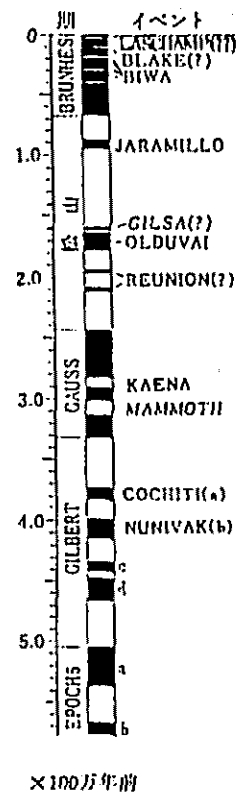


図9. 過去の地磁気の方角、黒い部分が磁石のN極が北を向き、白い部分がN極が南を向く期間

在も進化中と考えられている。サケ属の各魚種は分類学上の形質的特徴が未分化なほどに新しい種である。

カナダの Neave 博士はサケ属がエジマス属から分化したのは更新世初期の氷河期であろうと考えた(ドナウ氷期とみると100~200万年前、ギュンツ氷期とみると55~60万年前、但し、氷期等の年代は教科書によりまちまち、以下同じ)。大分県玖珠盆地の九重町からはヤマメまたはアマゴと思われる化石が発見された。その時代は更新世初期であろうと考えられた。西村博士はサケ属の分化場所を日本海と考えると、日本海の隔離状況からサケ属の分化時期は洪積世中期のリス氷期の可能性が強いと考えた(リス氷期は15~24万年前)。アイソザイムによる最近の研究でも比較的新しいらしい事が確められつつある。

仮に最も年代の新しい説をとって20万年前と仮定してみる。このような短い時間で、動物の基本的感覚器を高精度に発達させるかどうかは疑問であるが、この問題を除いても地球磁場にはいろいろ問題が残る。

京都大学では琵琶湖湖底の堆積物を約200mボーリングで掘出し、各分野の学者を集めて堆積物質の研究を行った。その中には有機炭素や花粉などの研究のほか、磁力の強度や磁化方向の研究が含まれていた。約200mのボーリング・コアには過去50万年の地球の歴史が秘められていたのである。

このボーリング・コアの分析によると、最近50万年間にも4回の地球磁場の大きな衰弱があったことが分かった(図10)。20万年前以降でも18万年前と11万年前に大衰弱があったと

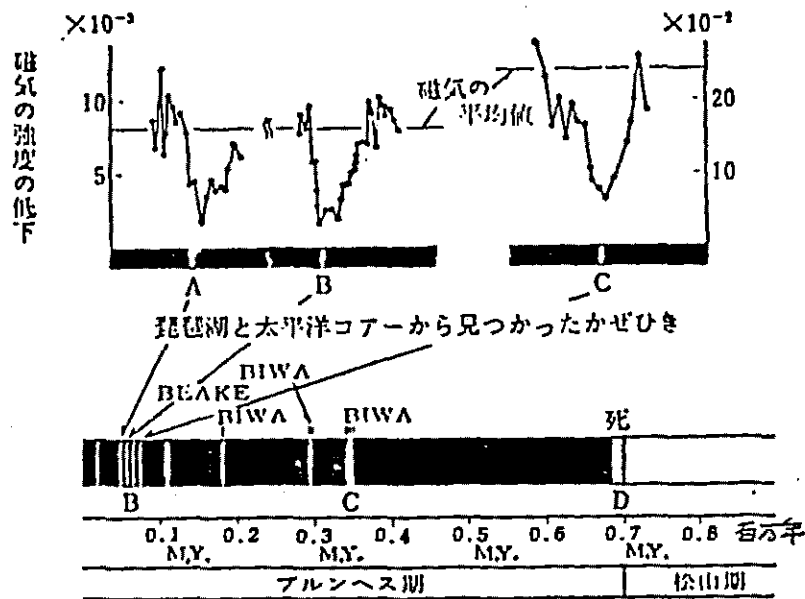


図10. 琵琶湖および海底コアから明らかになった磁場強度変化。下図の松山期およびブロンヘス期中の白ぬきで示した部分は伏角が上向きの時期である。上図のA、B、Cに対応する異常時の磁場強度変化が下図にあり、Dは松山期 — ブロンヘス期磁極遷移期に対応する。

推定された。これらの磁場の衰弱は、磁場の逆転ほどの強烈さではなかったが、地場が衰弱してしまい、磁極を一定点につなぎ止めておけなくなったと考えられている。

これらの期間には45度前後をふらついていた伏角が、90度（即ち、現在の北極近く）近くまで大きくなったり、零度近く（現在の赤道付近）まで変動したりした（図11）。更に、Blake、Biwa I、IIと言われる時期には、伏角が上向いてしまったのである（現在の南半球）。即

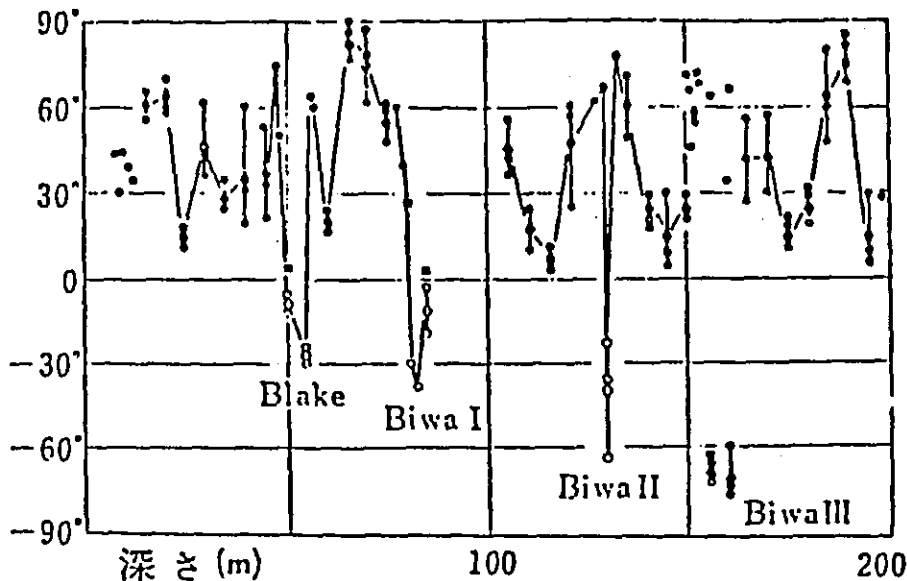


図11. 琵琶湖の200メートルのボーリング・コアを5メートルおきに測定して出した伏角の変化。50万年以前から少なくとも4回の大変動をおこしていることがわかり、Blake Biwa I、II、IIIイベントと呼ばれるようになった。大変動は地磁気が衰弱していることを示している。

ち、磁極がふらふら移動し、南北の方向性などなくなってしまったのである。

これら磁気異常の継続期間は長くなかったが、それでも短かくて数千年、長くて1万年続いたと推定されている。シロザケでは数百世代から2500世代である。この期間、地磁気を利用した回遊は不可能であったろう。サケ・マスが地磁気を利用して回遊しているとすれば、北太平洋では大混乱が起ったはずである。母川回帰など思いもよらず、死滅しないにしても系統群の独立性など保てるはずがない。系統群固有の回遊方向プログラムなど発達させる余裕があったであろうか？

最近10万年間にも5回ほど小さい磁気衰弱が起った（図11、12）。地磁気は大変な曲者であることを認めざるをえない。サケの祖先は磁気回遊など最も必要のなさそうな川に棲んでいたし、先祖形の磁気回遊能力の蓄積は殆どなかったに違いない。最近数十万～数百万年の間に、生活の基本的感覚を一挙に発達させることが可能であろうか？

動物の移動には必ず目的があり、目的達成のためには正しい移動が必要である。旅ネズミの

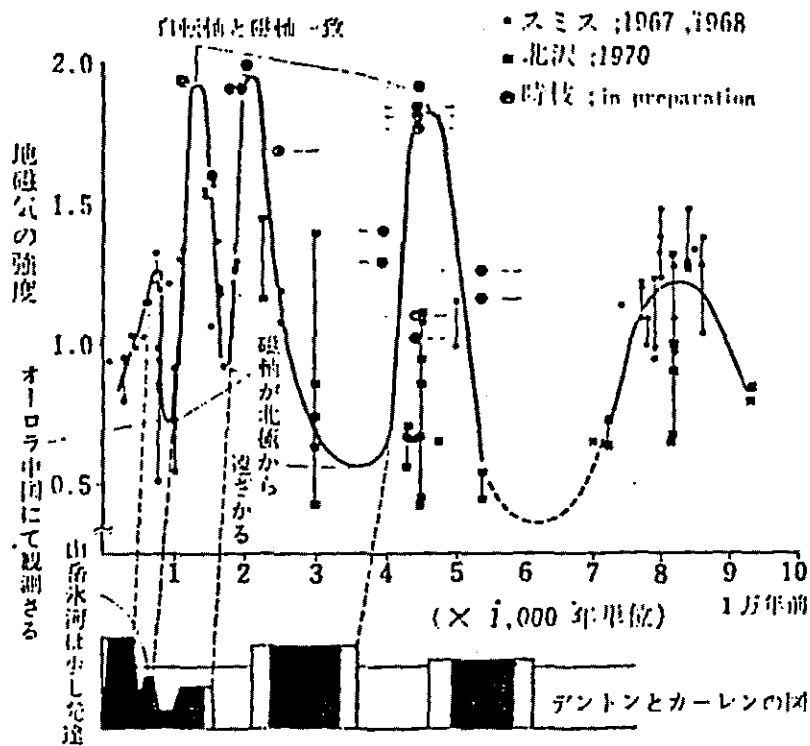


図12. 地磁気強度の永年変化

死出の旅され、その時点では高まった群内ストレスの解消に向っての旅である。目的には能動的なもの、受動的なものもあるが、サケ・マスの沖合での回遊は能動的要素がかなり強いように見える。餌や水温など特別に不都合に見えない時でも、サケ・マスの群は次へ移動する。空いた場所には次の群がきて同じように利用している。

動物の移動方向決定法の研究は陸上動物で先行し、水生動物は大きく水をあけられている。鳥や昆虫での研究はそれだけやり易いのである。陸上動物についての新しい発見が魚などにも持込まれてくるが、陸上動物と海の動物では生活方法や生活環境がまるで違う。海では海独自の様々な生活手段があるはずである。

筆者は永年北太平洋のサケ・マスに係わってきたが、海洋生活中のサケ・マスは決して迷子のように見えない。自信を持って悠々と行動しているように見える。未経験なパイロットのような緊張感は感じられない。ある海域で放流したサケ・マスは事前に予想された回遊路に沿って再捕される。この群はアメリカに帰るだろうと予想された放流群は、数ヵ月後にはアラスカの川で見つかる。これらのことは、沖合での彼等の行動が一貫したある法則に従っていることを示す。我々はこれらの移動の概要を臆げに分かるようになったが、回遊プログラムの仕組みは知らない。

サケ属では産卵後親は死亡し、親の経験は子に語られない。川からの旅立つ群は全て未経験の幼魚集団である。シオマネキ一部では定位能力や定位手段が年齢や経験で変化するようにで



ある。毎年定期的に移動し、長老から新参者まで混在するような鯨や鳥の集団では、新参者も長老の後について行けばよいかも知れない。しかし、サケにはこれから行くべき場所について語ってくれる先輩や親もいない。行き先がどういう所か、途中どういう地形の所を通過して行くのか、事前に知っているとは思えない。

人間では人の話や文献から行き先や経路を事前に頭に入れられる。未経験なパイロットや船長は航路地図や海図を調べ、コンパスをたよりに知らない場所を航行できる。山や川などの目じるしは航路の確認や修正に役立つ。しかし、サケ・マスではこのようなことを意識的にやっているとは考えにくい。サケ・マスの航法は人間が考えるような航法と全く別の次元のものであるような気がしてならない。もっと海の自然に溶込んだ合理的方法ではなからうか。

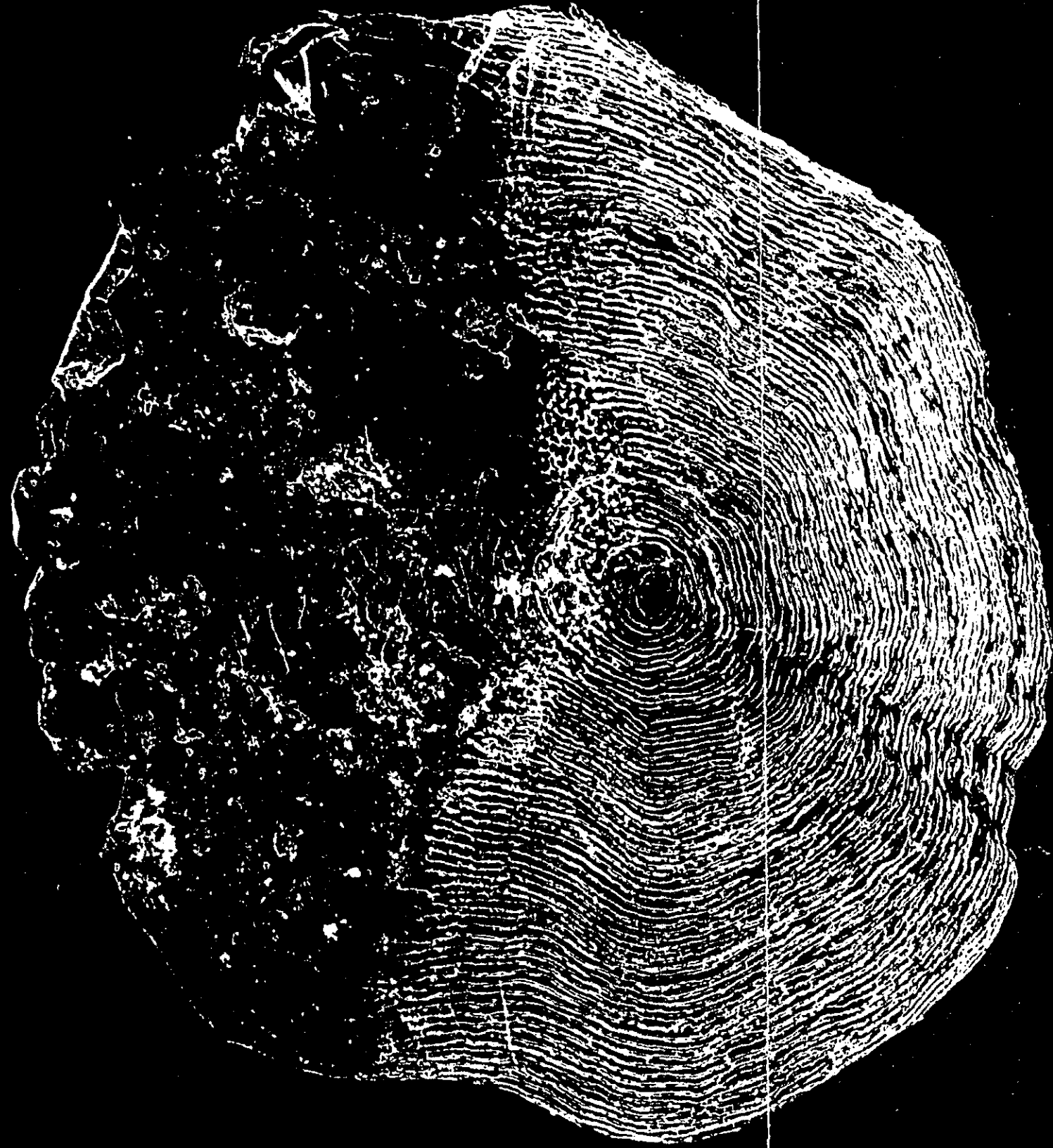
動物の移動方向決定法については近年急速に知見が蓄積されつつあるが、分かっているのは特定の数種についての“それらしい”方法だけである。残された多くの動物については未知のままで“それらしい”方法が他の動物にどれだけ当てはめうるかは不明である。その意味では、現在明らかにされつつある各種の方法もまだ仮説の段階である。確からしく見えた方法でも、再現性は不安定だし、条件が少し変わると別の解釈さえできることがある。

サケ・マスの回遊にも、餌、水温、海流、季節、繁殖等様々な要因が係わっていることは明らかだが、具体的な係わり方は不明である。太陽コンパスや磁気コンパスも“ひょっとしたら”の段階に過ぎない。

ソ連極東地方から大西洋側ムンマルスク地方にカラフトマスが移殖され、数万のオーダーで成魚が回帰した。カナダ太平洋岸から同国大西洋岸へもカラフトマスが移殖され、相当数が回帰した。これら北半球内での大陸横断移殖では、移殖魚に旅立ちや回帰の方向を故郷での方向と逆の方向を強要する。若し、カラフトマスの回遊に、太陽コンパスや磁気コンパスなどがガッチリ組み込まれていれば、1尾のカラフトマスも帰れなかったはずである。サケ・マスの回遊プログラムは、もっとラフで、海の特性に調和したもっと安全なもののように思われる。

## 参 考 文 献

- Able, K. P. (1980). Mechanisms of orientation, navigation, and homing. Gauthreaux, S. A. Jr.(ed). Animal migration, orientation and navigation. 283-373. Academic press. New York
- Baker, R. R. (1978). The evolutionary ecology of animal migration. 1012p. Holmes and meier, New York.
- コルバート, E. H. (1978). 脊椎動物の進化(上巻) — 魚類の出現から爬虫類まで。314 p. 築地書館、東京。(田隅本生訳)
- Flain, M. (1982). Salmon transplants. New Zealand. (Unpublished draft).
- Groot, C. (1965). On the orientation of young salmon (*Oncorhynchus nerka*) during their seaward migration out of lakes. Behav. Suppl. 14. 1-198.
- Jones, F. R. H. (1968). Fish migration. 329p. Edward Arnold, London.
- 川井直人(1976). 地磁気の謎。251p. 講談社、東京
- Neave, F. (1958). The origin and speciation of *Oncorhynchus*. Trans. Roy. Soc. Canada, 52. Ser. 3. Sec. 5. 25-39.
- 西村三郎(1974). 日本海の成立。227p. 築地書館、東京
- Orr, R. T. (1970). 動物の渡り。404p. 白楊社、東京、(渋谷達明訳)
- 力武常次(1978). なぜ磁石は北をさす。249p. 講談社、東京
- Royce, W. F., L. S. Smith and A. C. Hartt (1968). Models of oceanic migrations of Pacific salmon and comments on guidance mechanisms. Fish. Bull. U. S. Fish and wildl. Serv. 66(3). 441-462
- 上田一夫(1981). 帰巣本能。電子通信学会誌、64(10). 1079-1083
- 上野輝弥・木村清明・長谷川善和(1975). 大分県玖珠盆地産新生代後期淡水魚類化石。国立科学博物館専報、8. 57-66
- 上野康弘・岩切潤・長桐幸夫(1982). 岩手県沿岸で延縄によって漁獲されたサケの消化能力について。昭和57年度日本水産学会春季大会講演要旨集。p14

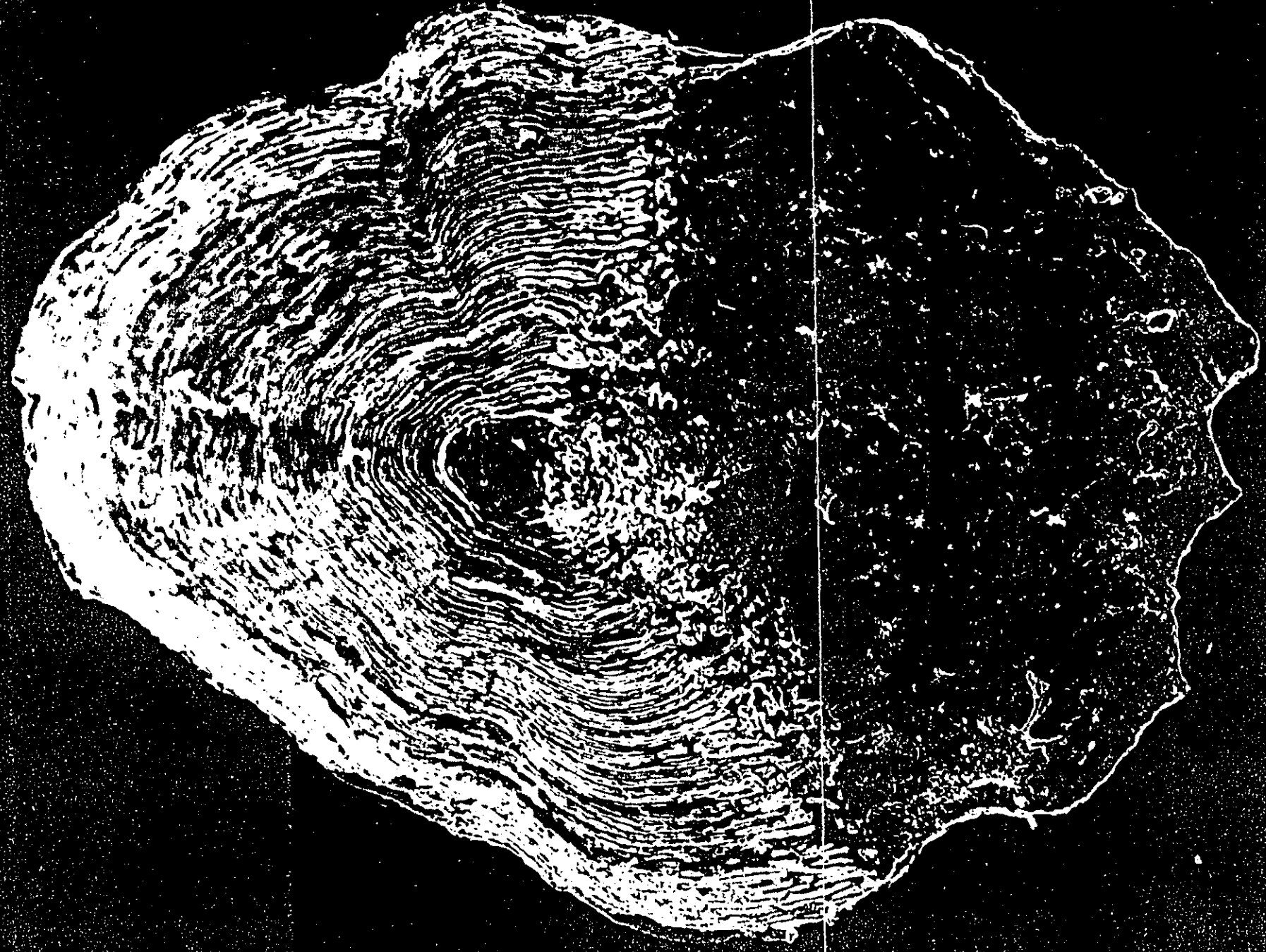


①

[Catch] Date: 05 April 1983. (Fish) ♀ Silverly  
Place: Enamada Baje (by Gill-net) O. Keta

TL 45.6 cm  
SL 40.0 cm  
BW 1.050 gr

GW 9.0g

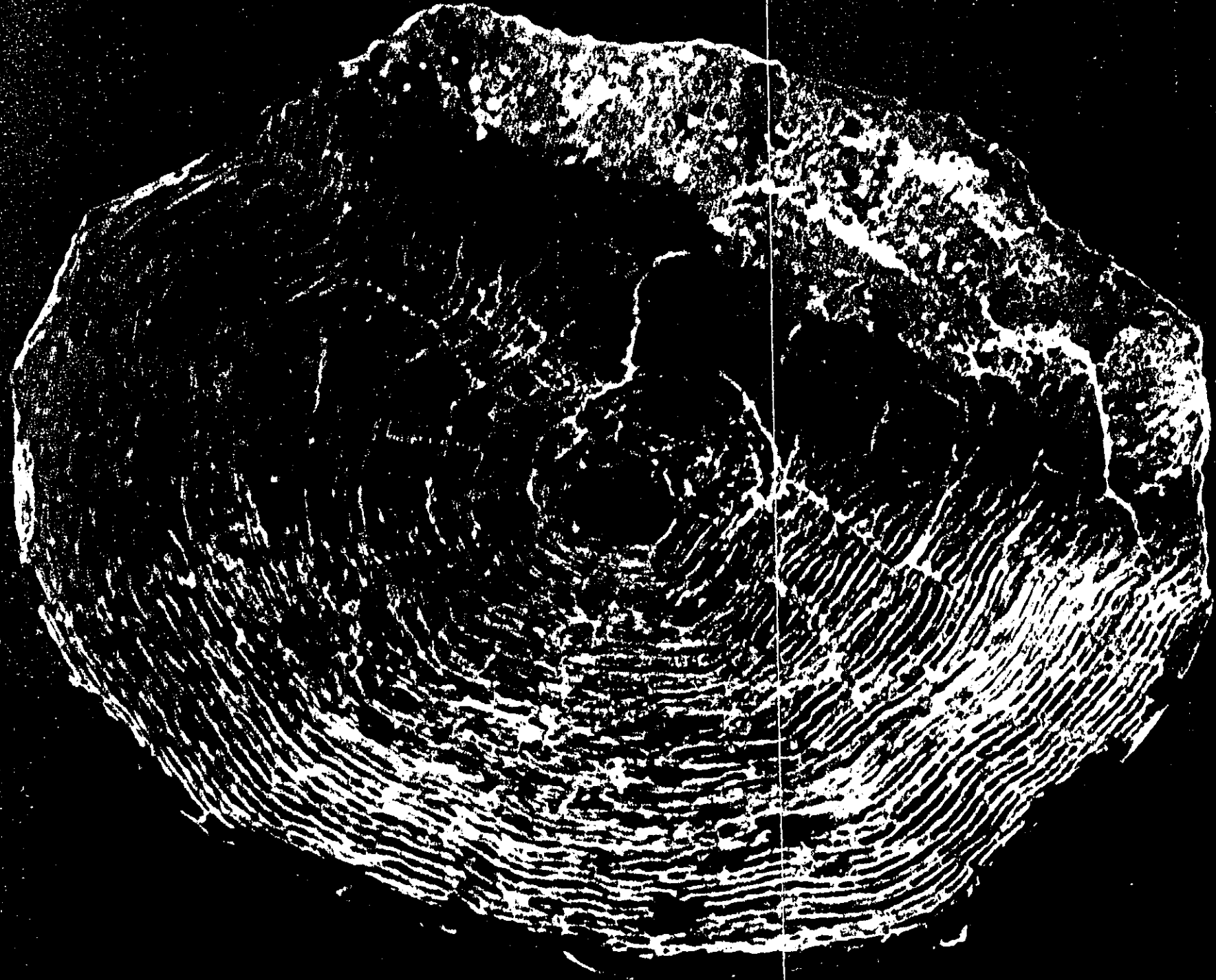


[Catch] 05 April 1980<sup>3</sup> [Fish] *O. keta* ♀ TL: 50.0 cm  
SW: 44.1 cm  
BW: 1.095 g

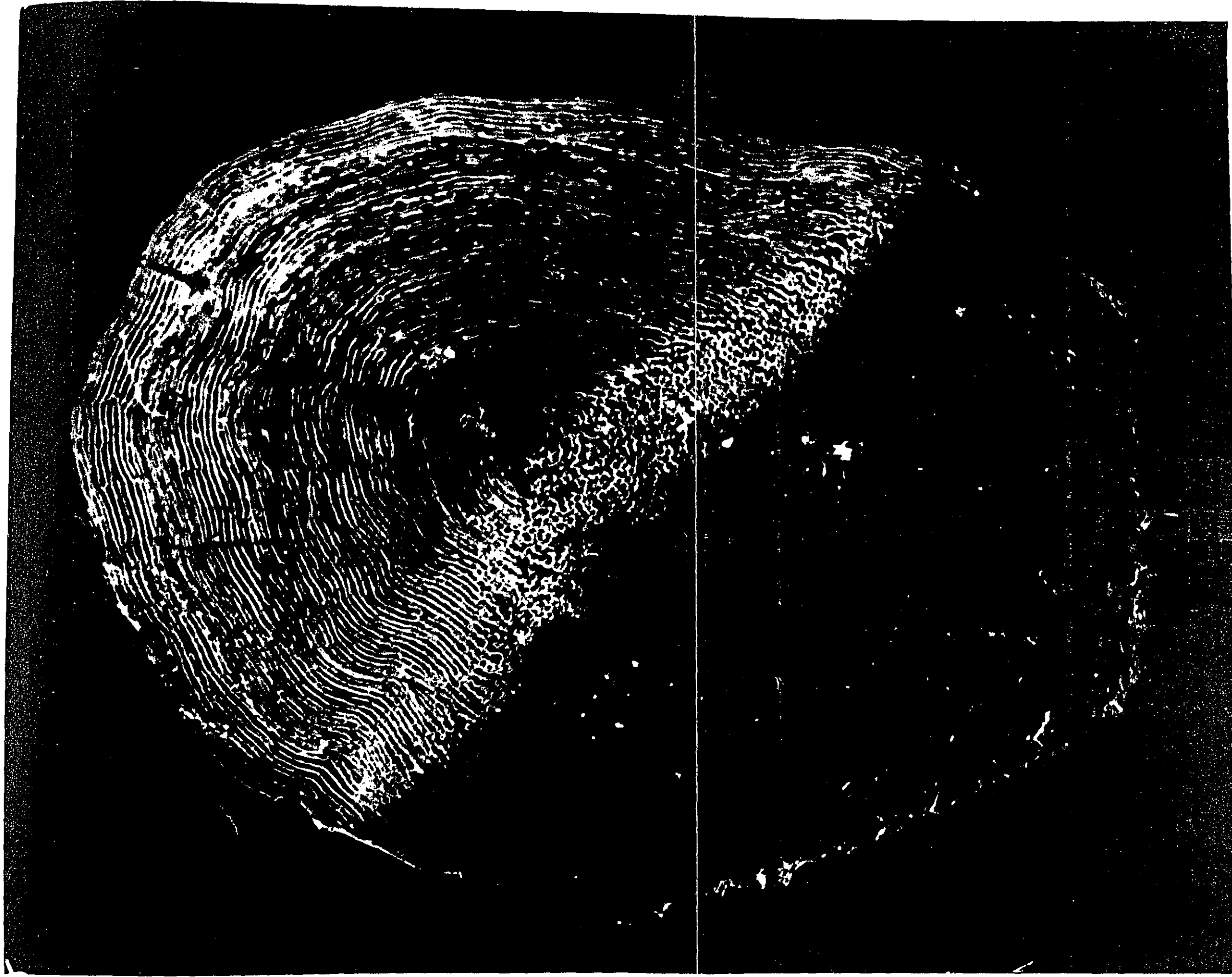
(2)

Ensenada Baja (Gill-net) Ripped

CPN 1407



(3) (catch) ~~06~~ April 1983 [Fish] O. keta ♀ TL: 56.0 cm GW 740g 10/8  
Ensenada Baja (gill-net) Ripped ♂ SL: 48.6 cm BW: ~~498g~~ 1.960g



④ [Catch] Date: 13 April 1983 [Fish] O.keta ♀ TL 48.5cm GW 35g  
Place: Ensenada Baja (gill-net) Silverdy SL 42.0cm  
BW 1.110g