

津久井湖におけるペヘレイの生長について

小林良雄・作中 宏・佐藤 茂
小山忠幸・鈴木規夫

南米アルゼンチンから移殖したペヘレイ (*Odonthestes bonariensis*) の湖沼水域における定着を図るため、県内の人工湖である津久井湖に試験放流を行い、その資源生態に関する調査を実施している。本報では、前報¹⁾の食性に関する報告に引続き、ペヘレイの生長についての知見を報告する。

放流水域の性状と放流実績

津久井湖の形状については前報に記載したので省略するが、湖内表層水温の月別変化は図-1のとおりである。また現在までの湖内への試験放流尾数は表-1のとおりである。

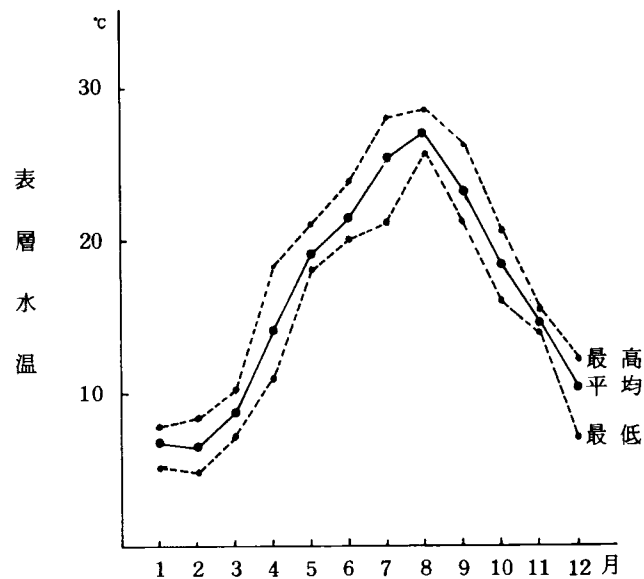


図-1 津久井湖における表層水温の月別変化 (昭和48～52年)

表1 津久井湖におけるペヘレイ試験放流量

放流年月日	放流尾数	平均体形			年令	備考
		全長(cm)	体長(cm)	体重(g)		
42. 10. 17	600	20.2	18.4	60.8	1	移殖卵からの種苗の1部 ふ化後30日
44. 9. 25	7,800	7.2	—	3.1	0	
45. 9. 10	7,200	8.8	—	4.0	0	
"	1,000	0.9	—	—	0	
46. 9. 28	10,000	8.2	—	4.6	0	
47. 8. 16	10,000	6.5	—	2.1	0	
47. 11. 1	20,000	7.2	—	2.2	0	
48. 8. 22	10,000	7.0	—	2.0	0	
49. 12. 19	4,000	5.4	4.4	0.9	0	
50. 10. 30	1,400	9.4	7.8	8.0	0	
51. 11. 6	5,500	7.2	5.9	3.1	0	再生産確認のため放流せず
52.	0	—	—	—	—	

以上のことから、ベヘレイ仔魚のワムシ摂餌週期は、2～3時間毎に活発に行われ、中でも朝方と日没前に良く摂餌することが推察され、ふ化直後のものでは、1日1尾当り、ワムシ200個体を、ふ化15日目を経過したものでは、400個体を捕食するものと考えられる。

摘

要

1. ベヘレイ仔魚のワムシ摂餌量（数）と、摂餌の週期をはあくするため、ふ化後5日目と15日目のベヘレイ仔魚を用いて、日の出から日没までの間のワムシの摂餌状況を観察した。
2. ベヘレイ仔魚がワムシを捕食する照度は、50ルクス以上で見られ、200ルクス以上では活発に行われるが、夜間の照度0においては捕食しなかった。
3. ワムシを摂餌する週期は、日中間において2～3時間ごとに見られ、日の出から日没までに3～4回、飽食状態に達するものと推察された。
4. ふ化5日目の仔魚では、1日1尾当り、212.4個体のワムシを捕食し、その1回の捕食数は、70.8個体、ふ化15日目の仔魚では、1日1尾当り40.4個体、1回当りの捕食が10.1個体であった。

文

献

1. 石田力三 1964 アユの摂餌率、消化率および摂餌活動に関する2・3の実験（生理生態第12巻別刷号）
2. 岡山県水試研究報告 1973 アユ稚魚期の餌料開発研究結果報告（昭和47年度指定調査総合助成事業）

試 験 材 料

標本魚は當場による表層刺網と釣人により採捕された魚体を、10%ホルマリンで固定したものを使用した。また年令形質の採取は、昭和48年4月から昭和49年5月の間に採捕された153尾、および昭和49年6月から昭和52年6月までの19尾のうち、168尾について採鱗し、19尾について耳石と脊椎骨を採取して、年令査定に供した。

採鱗部位と標本の作成

採鱗部位を決定するため、体長40.8 cm(♀)の標本を使用し、図-2-1のとおり体側のほぼ中央に体

軸に沿って走る銀白色帯状の鱗列(以下0列と呼称する)を基準線とした。これに2.5 cm間隔で採鱗点(A~Mの13点)を置き、更に、この各点から体軸に対する垂直線(以下A、B、C……M線と呼称する)と各鱗列(0列から

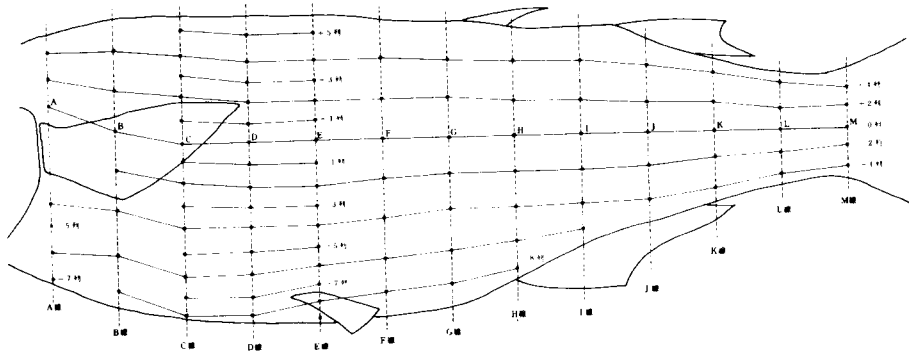
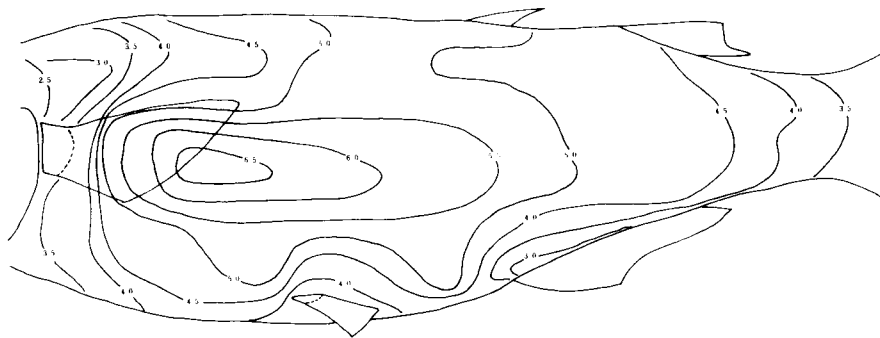


図-2-1 ベヘレイの体側展開図上における採鱗部位
・印; 採鱗した場所

背部へ+1、+2、+3……列、腹部へ-1、-2、-3……列とする)とが交わる点を採鱗点とした。この点上の鱗と体軸方向の前後各1枚の計3枚の平均鱗長をもって、その点の鱗長とした。ただし、A線、B線、及びF~M線については、偶数鱗列(+2、+4……、-2、-4……列)との交点のみを採鱗点とした。

上記の各点における鱗長を基にして等鱗長線を描いたものが図-2-2である。更に、0、+2、-2の3列についてA~

M線との各交点の鱗長の変異をしめすと図-3-1のようになり、これから最大鱗長に近い値をしめすC、D、E線について鱗長の変異を表わすと図-3-2のようになる。以上から、最大鱗長を



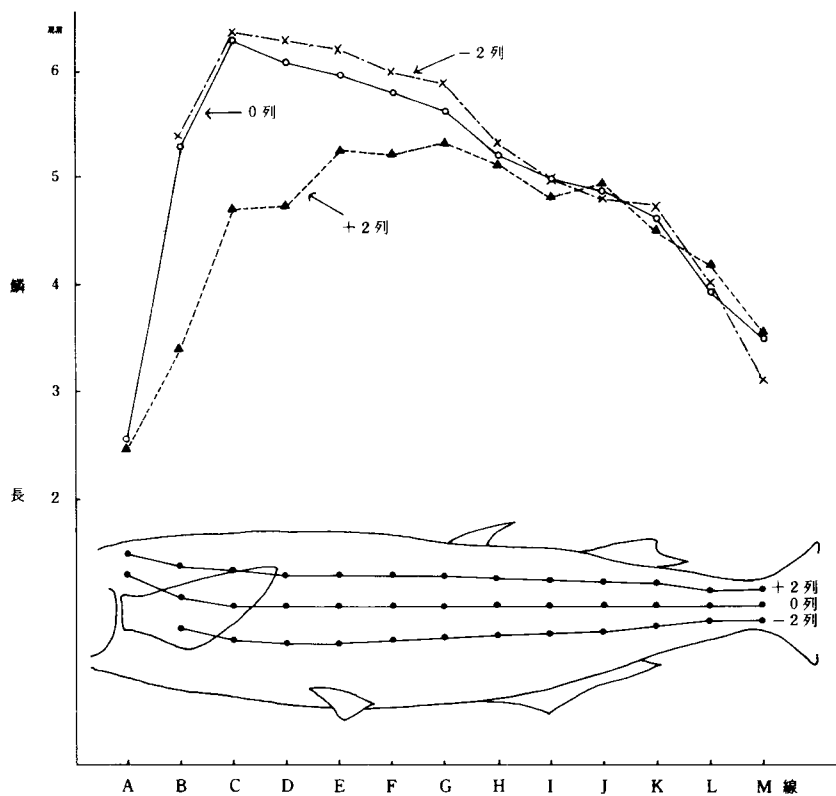


図-3-1 ベヘレイの鱗採取部位別の鱗長の変異

○印；体側の銀白色帯状の鱗列（0列）
 ▲印；0列から背部へ2列目の鱗列（+2列）
 ×印；" 腹部 " " （-2列）

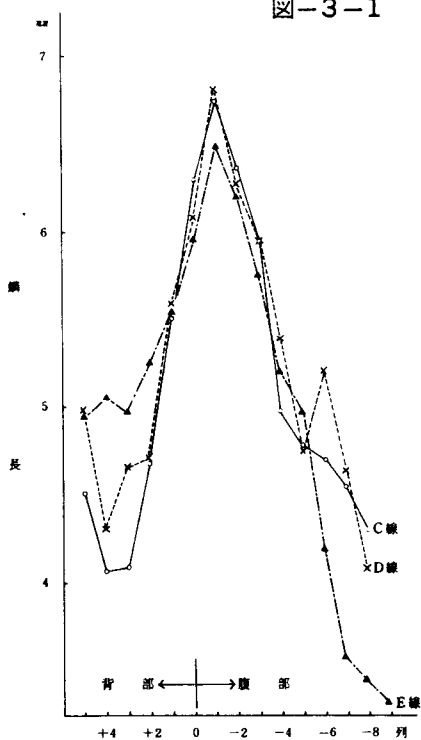


図-3-2 ベヘレイの体軸垂直方向の鱗長の変異
 C、D、E線の位置は図-2-1参照

示す点は-1列とC列、D列との交点付近となり、採
 鱗部位としては胸びれ先端の下方部を選定した。

魚体標本から剝離した鱗は10%苛性カリ溶液に10
 ～15分間浸してから、柔らかいブラシで表面の附着
 物を除去して水洗いを行った。この中から5枚の鱗を
 選定し、スライドガラスに封入して標本を作成した。

年輪の読取りは、解倍顕微鏡と透視顕微鏡を併用し、
 記録紙上に焦点からの距離を記入して行った。

耳石の位置と標本の作成

ベヘレイの耳石が存在する耳殻は、眼窩後縁から後部のやゝ上方に位置しており、摘出するための切断位置を図示すると図-4-1のとおりである。耳石の形状は図-4-2に示すとおりで、摘出した耳石は水中に保存し、砥石で両面を研磨して薄片標本とした。

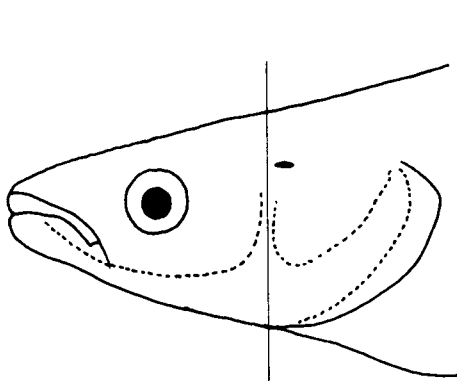


図-4-1 耳石の位置と摘出切断位置

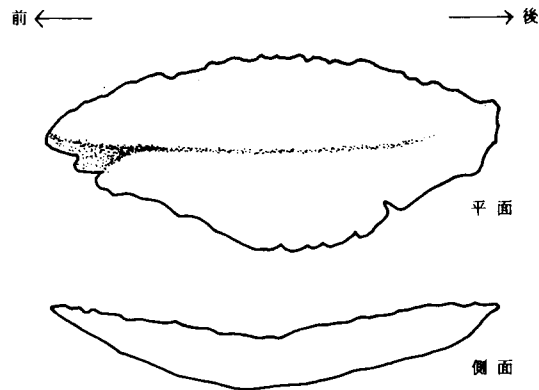


図-4-2 耳石の形状 (× 6.6)
B. L 37.6cm ♀

脊椎骨の椎体採取位置と標本の作成

年令査定に使用する椎体の採取位置について検討するため、体長 37.6 cm (♀) の標本の全椎体の直径を測定した結果、図-5 のようになった。ベヘレイの脊椎骨の椎体について、体高軸の直径と体幅軸の直径を比較すると、腹椎骨（頭蓋骨から 27 番目までの椎体）の大部分は体幅軸方向に長軸を有する楕円形で、尾椎骨はほぼ円形に近い形状にある。

このため、椎体長と体幅軸直径が最大に近い値を示している頭蓋骨から 15～20 番目の椎体を、年令査定用標本として使用することにした。

供試する椎体は 5% 苛性ソーダ溶液に 2～3 昼夜浸け、水洗い後、アルコールで脱水し、更にベンジンで脱脂して標本とした。測定に当っては、中軸に添って体幅軸方向に縦断し、砥石で断面を整形した。

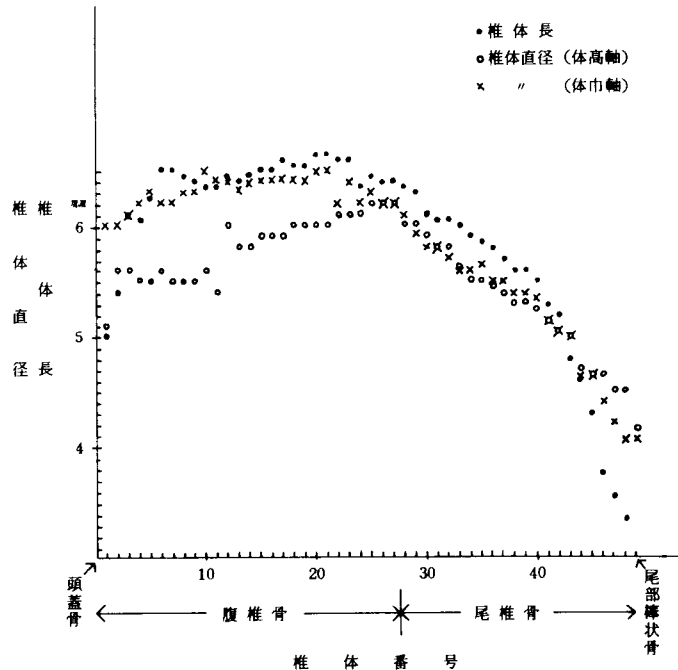


図-5 ベヘレイ脊椎骨の椎体部位別の椎体長および椎体直径の変異

体長 37.6 cm、体重 920 g、♀、標本を使用

鱗による年令査定

ペヘレイの鱗の生長線は被覆部に出現し、産卵記号と考えられるもの等、生長線の乱れがかなり認められる。この中から年輪として採用した生長線は、間隔が狭く、且つ側辺部の乱れが露出部との境に達する明瞭なものとした。但し第1輪については、生長線間隔の減少があまり顕著ではない。

〔体長と鱗長、および年輪との関係〕

体長と鱗長との関係は図-6のとおりで、これを直線式で求めると $y = 0.163x - 0.481$ (x ; 体長, y ; 鱗長) となる。これから初鱗出現時の体長を求めると $x = 2.95 \text{ cm}$ となる。しかし種苗生産稚仔魚について鱗長を求めると、図-7のようになり、初鱗出現体長は 1.2 cm であった。

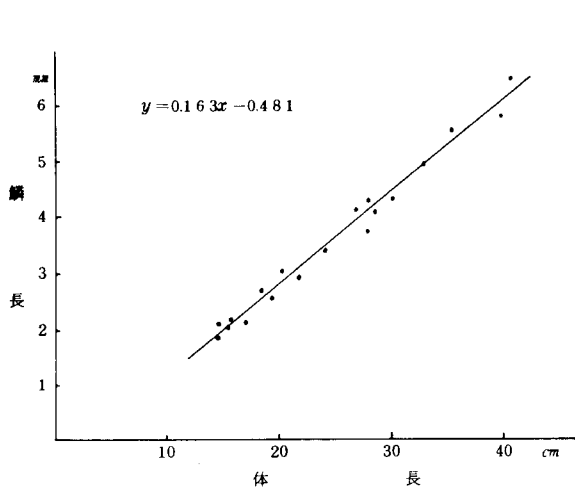


図-6 ペヘレイの体長と鱗長との関係

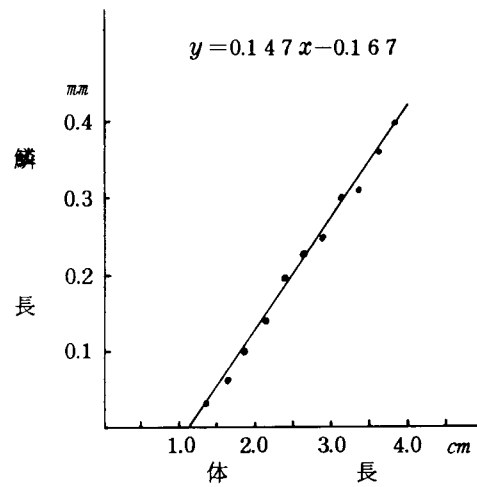


図-7 ペヘレイ稚仔魚の体長と鱗長との関係

各年輪に対応する計算体長を求めると、表-2の値が求まる。これを定差図を用いて検討したものが図-8で、年輪の読取りは適正であったものと言える。また、これから体長の極大値 4.9 cm が求まる。

表-2 各年輪時における平均鱗長と平均体長

年 輪	r_1	r_2	r_3	r_4
平 均 鱗 長 (mm)	1.83 ± 0.245	3.82 ± 0.324	5.01 ± 0.602	5.86 ± 0.454
平 均 体 長 (cm)	14.1 ± 1.50	26.4 ± 1.98	33.7 ± 3.69	38.6 ± 2.79

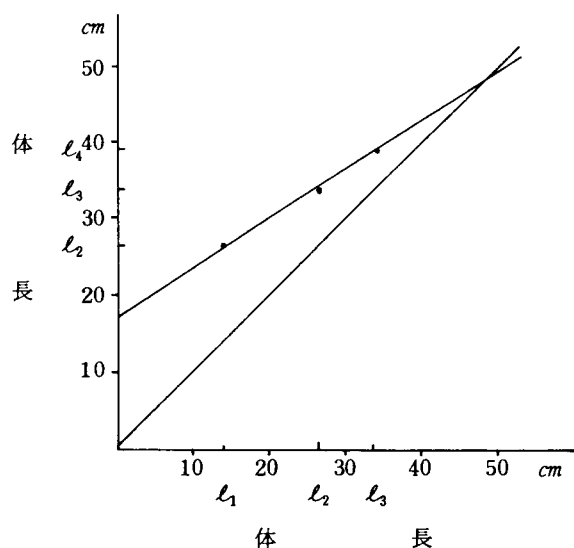


図-8 Walfordの定差図

〔年輪形成の時期〕

鱗長 (R) と焦点から最外年輪までの距離 (r_n) とから求めた縁域指数 $[(R - r_n) / R] \times 10^2$ 、および縁域に出現する生長線数の極少時期を求めると図-9のようになる。これから年輪形成の時期は12~4月頃と推定され、その盛期は1~3月と考えられる。

〔年令別の生長〕

昭和48年4月から昭和52年6月の間に採捕したベヘレイのうち、0年魚と1年魚については昭和48年4月から昭和49年3月の1年間、2年魚以上については標本数が少ないため昭和49年4月以降の採捕魚を含めて、合計168尾を用いて年令別月別の生長を求めたものが表-3および図-10である。

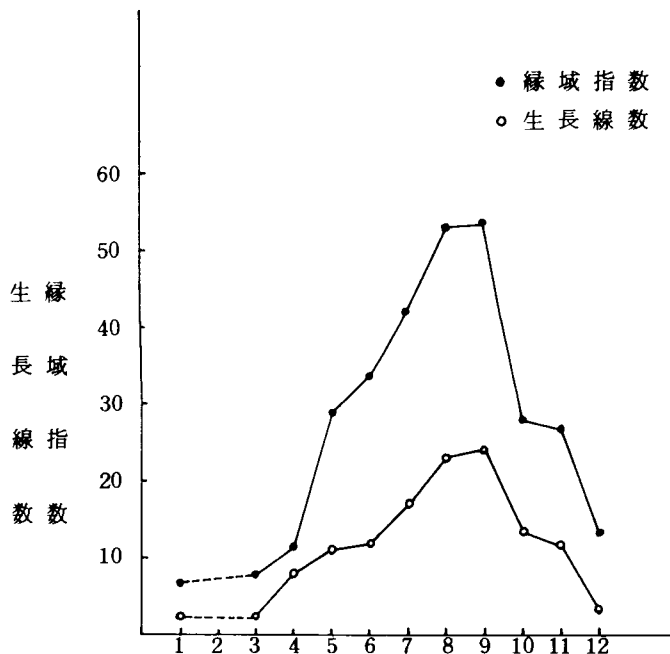


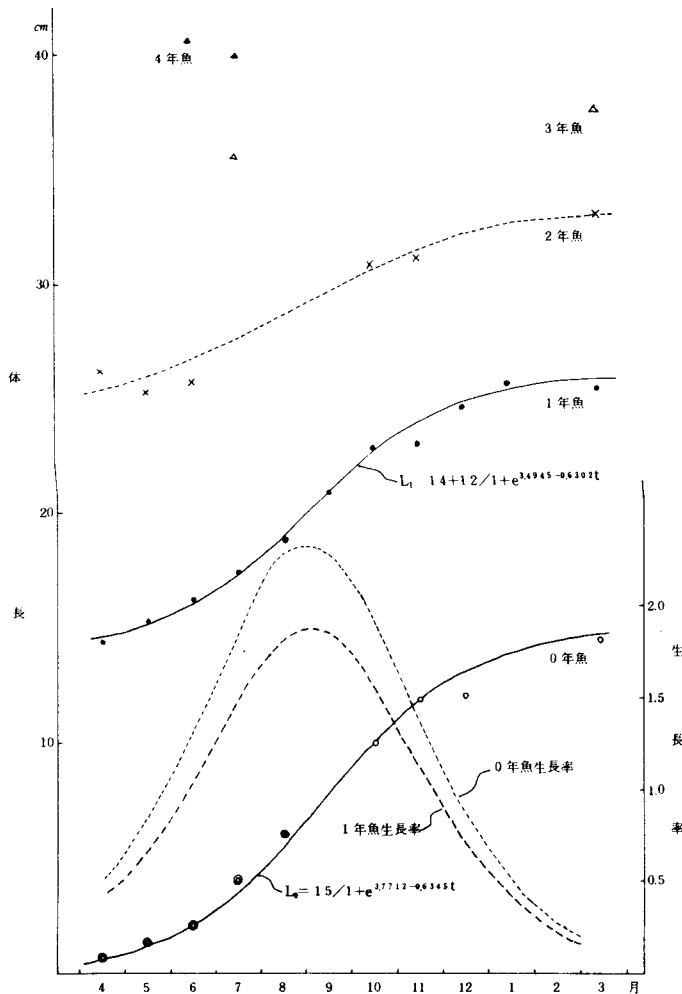
図-9 ベヘレイの鱗における縁域指数と縁域の生長線数の月別変化

このうち1年魚についてLogistic 曲線が当てはまるものとして、生長曲線を求めたところ、 $L_1 = 14 + 12 / 1 + e^{3.4945 - 0.6302t}$ を得た。この生長曲線の可否について定差図による解法を行い、適合すると判

※ 体長生長については雌雄の差はほとんど認められない。

表－3 津久井湖におけるべへレイの年令別および月別の平均体長 (cm)

月	0 年 魚		1 年 魚		2 年 魚		3 年 魚		4 年 魚	
	尾 数	体 長	尾 数	体 長	尾 数	体 長	尾 数	体 長	尾 数	体 長
4			1	14.5	4	26.4				
5			1	15.2	2	25.3			1	40.8
6			28	16.2	2	25.6			1	40.0
7			13	17.4			1	35.5		
8			26	18.8						
9			5	20.9						
10	1	10.2	26	22.8	1	30.9				
11	3	11.9	17	23.0	1	31.0				
12	12	12.0	12	24.6						
1			2	25.6						
2										
3	2	14.4	3	25.4	1	32.9	2	37.6		



図－10 津久井湖におけるべへレイ（昭48～52年度）の年令別月別生長曲線とその生長率曲線

定された。また0年魚については、この年の8月に放流されたものなので、それ以前の池中養成時における月別平均体長の値を仮りに用いて、生長曲線を求めると $L_0 = 15 / (1 + e^{3.7712 - 0.6345t})$ となり、同様に適合すると判定された。

採捕したべへレイは放流魚の外に津久井湖内における再生産魚が考えられるが、湖内における産卵場の形成（人工魚巢設置も含めて）と稚仔魚の出現が認められない事と、放流尾数と採捕尾数との間に正相関が認められる点から、採捕魚はほぼ放流魚と考えられる。ただし、昭和48年8月3日採捕の0年魚（体長11.9 cm）は、同年8月22日放流以前のものであり、再生産の可能性が残されている。

2年魚以上の標本数が少ない点が指摘されるが、図－10から求められる各年魚の3月における体長は、各年輪に対応する体長に近い値をしめし、0年魚で14.7 cm、1年魚で25.8 cm、2年魚で33.0 cmとなる。

※ 未発表（小林）

※※ 図表からの読取値

生長率については0年魚の方が1年魚より大きく、その最大生長率は0年魚で2.38、1年魚で1.90となり、変曲点は0年魚で8月30日、1年魚で9月1日となる。0年魚は別として、1年魚の生長率を1年魚が採捕された津久井湖の昭和48年4月～昭和49年3月の月別表層水温(図-11)と比較すると、高水温期(7～9月)と生長のよい時期(8～9月)、および低水温期(1～3月)と低生長期(1～4月)とで、それぞれほぼ1ヶ月のずれが認められる。

また1年魚の生長率と餌料生物との関係をみると、前報の食性調査からベヘレイは動物性プランクトンを主に摂餌しており、特に枝角類と橈脚類を併せた捕食率は各月とも50%以上で、周年を通して73.5%に達してベヘレイの主餌料となっている。湖内における枝角類+橈脚類の月別変化を求めると図-12のようになり、最大の増殖期は5月に出現し、以後12月まで40～190個/ℓとかなりの密度を保っており、5～6月は別として生長率のよい8～9月に多い傾向が認められる。また1～4月の密度は20個/ℓ以下と減少期にあたるが、この時期はベヘレイの低生長期(1～4月)と一致している。

耳石の年令形質としての検討

ホルマリン固定標本からの耳石の採取は不適であることが報告されており、作成した耳石標本の検鏡の結果では透明帯は不鮮明で解析は不可能であった。このため、池中養成魚(1～3年魚、計12尾、生標本)から採取した耳石について検討を行った。その結果、生標本の耳石には透明帯は出現するが不鮮明なものが多く、比較的明瞭なものを年輪として標本魚の年令(池中養成期間)と対応させたが全く一致しなかった(同時に採取した鱗標本の年輪と標本魚の年令とは一致する)。このため年令形質として耳石は不適であるものと判断された。

耳石の形態は図-4-2にしめしたが、かなりの彎曲があり、その凸面の表面は平滑で長軸方向中央に沿って浅い溝が走っている。凹面は乳頭状の突起がかなり多く認められるため、標本作成のための研磨に手間

※ ベヘレイは刺網の罹網状況から表層魚と考えられるため表層水温を用いた。

※※ 枝角類の優占種としては*Bosmina*が周年を通して卓越し、その他の主な種として*Daphnia*、*Diaphanosoma*が出現する。橈脚類は*Cyclops*のみが出現する。

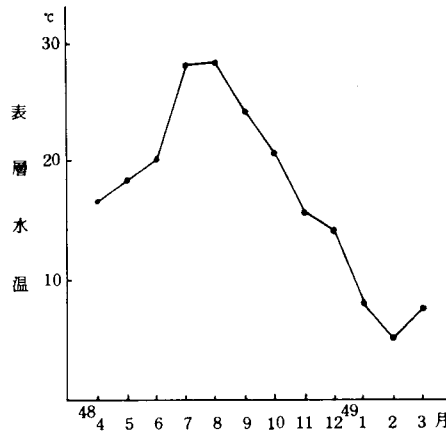


図-11 津久井湖における表層水温の月別変化

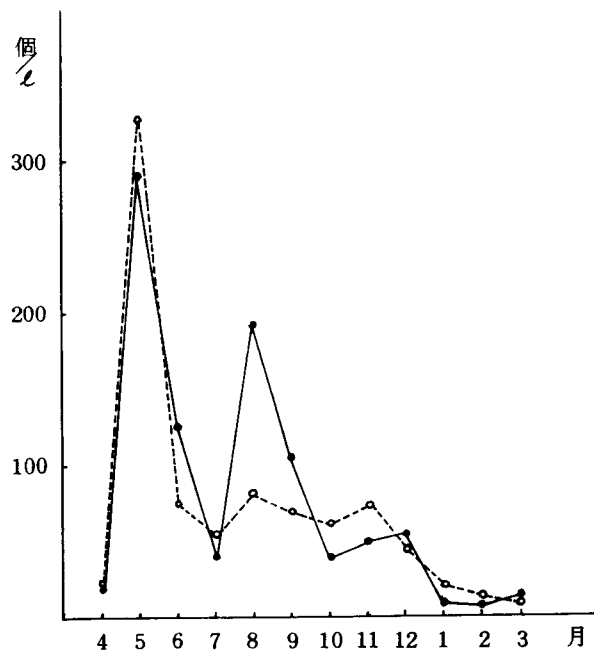


図-12 津久井湖における枝角類+橈脚類の月別変化(ℓ当り個体数)

- 印; 昭和48年度
- 印; 昭和48～52年度平均

を要する。

脊椎骨の年令形質としての検討

ペヘレイの脊椎骨については、その椎体の円椎形部分に透明帯が同心円状に配列されている。この透明帯が年輪として使用可能か否かは、標本数が少なく判定はできなかったが、透明帯出現数の読取りを行ったところ、透明帯数が同じ魚体標本から得られた鱗の年輪数よりも多い個体は33%（偽年輪が含まれるとも考えられる）出現した。また透明帯が不鮮明で読取り不能な個体のしめる割合は25%であり、ほぼ100%読取りができる鱗に比べて、脊椎骨の年令形質としての価値は劣るが、鱗による年令査定の補助形質として、その使用の可能性が残されている。

考

察

津久井湖におけるペヘレイの生長率（1年魚）と、この間の湖内表層水温（図-11）、および餌料生物（図-12）との関係についてみると、5月のミジンコ類（枝角類+橈脚類）の大増殖期におけるペヘレイの生長率は低く、8～9月に最大生長率が認められることから、ペヘレイの生長要因としては水温条件の影響がより強いようにみられる。しかし、水温と生長率との間に1ヶ月のずれが認められる点について検討すると、4月の水温は11月の水温にほぼ等しいにもかかわらず生長率は約1/3と低い値となっている。これは4月のミジンコ類の生息密度が20個/ℓと3月に引き続き低く、11月の50個/ℓに比較して餌料生物量が十分でなかったことが考えられる。更に7月における生長率は高水温期にもかかわらず9月より低い値となっているが、これも9月のミジンコ類の生息密度が100個/ℓであるのに対して、7月は40個/ℓと低密度であったことが指摘され、生長要因としては水温のみでなく、ミジンコ類の生息密度が関与することを示唆している。

ペヘレイの適水温についてはREGALADO²⁾は10～28℃と報告しているが、当場における池中飼育水温の5～29℃の範囲でも約10℃以上あれば摂餌は活発に行われ、これ以下の低水温期でも摂餌行動があり増重が認められている。このため津久井湖における表層水温が10℃以下に低下する1～3月の期間でも、主餌料生物であるミジンコ類の生息密度が或るレベル以上にあれば生長は期待できることになり、津久井湖のように富栄養化した水域でのペヘレイの生長はよいものと考えられる。

ペヘレイの生長に

ついてアルゼンチン³⁾の天然湖沼と人工湖⁴⁾、津久井湖、および当場の池中養成を比較すると表-4のようになり、津久井湖のペヘレイは原産地の天然湖沼の生長を上廻る生長をしめしている。⁵⁾原産地における水温条件をみると、

表-4 ペヘレイの年令別生長の比較

年令	天然湖沼 (アルゼンチン)	人工湖 (アルゼンチン)	津久井湖		池中養成(当場)	
	※ 全長	※※ 全長	全長	体長	全長	体長
年 (1.5年)	cm	cm	cm	cm	cm	cm
1	20 ~ 22	(1+) 28.2	16.5	14.1	17.5	15.0
2	25 ~ 28	(2+) 35.1	30.6	26.4	28.0	24.1
3	28 ~ 35	(3+) 39.0	38.9	33.7	35.0	30.3
4	35 ~ 40	(4+) 44.0	44.5	38.6	42.0	36.4
5	40 ~ 45	—	—	—	—	—

※ 各湖沼の平均的な生長

※※ Rio IIIダムにおける生長

※ アルゼンチンの人工湖の生長については、10年魚の生長が過大である点が指摘されるので、ここでは参考資料として記載しておく。

アルゼンチンの代表的な湖の1つであるチャスコムス湖の年平均表層水温は 15.7 °C (6.7 ~ 25.3 °C) で、津久井湖の 16.4 °C (6.7 ~ 25.6 °C) にほぼ等しい。また餌料生物の密度条件では、チャスコムス湖の年平均の枝角類+橈脚類の生息密度は 630 個/ℓ (145 ~ 989 個/ℓ) で、津久井湖の 72.1 個/ℓ (15 ~ 327 個/ℓ) よりかなり高密度に出現しており、これら生長要因の条件として津久井湖が勝れている点は認められない。アルゼンチンの天然湖沼におけるペヘレイの年令別生長については詳細な文献を欠き不明な点があるので、更に検討する必要があるが、いずれにしても原産地の湖沼におけるミジンコ生息密度が高い点を考慮すると、ペヘレイの餌料要求量はかなり高いものと推定される。

また池中養成と津久井湖とのペヘレイの生長を比較すると、1 年魚を除いて津久井湖の天然放流魚が若干勝れていることから、津久井湖はペヘレイの生長に関しての条件を満たしているものと考えられる。なお両者の肥満度については、体長・体重関係式から同一体長の比較で池中養成魚が勝れ、他の魚種の場合と同様な傾向にある。

ペヘレイの最大体長については、アルゼンチンのモンテ湖で最大全長 56 cm⁶⁾の記載があるが、当场における池中養成魚の最大形は体長 49.5 cm (全長 52.2 cm、体重 1.170 g) の 6 年魚で、これは津久井湖におけるペヘレイの生長について定差図 (図-8) から求めた体長の極大値 49 cm に相当しており、ペヘレイの最大形は体長で約 50 cm 前後と推定される。

摘

要

アルゼンチンから移殖したペヘレイの人工湖 (津久井湖) への試験放流を行い、昭和 48 年 4 月から昭和 52 年 6 月までに採捕した 168 個体について、その生長を調査した。

1. 年令形質としては鱗が最もすぐれ、脊椎骨と耳石は不適であった。
2. 年令査定用の鱗の採取部位としては胸鰭先端からやや下方部を選定した。
3. 体長と鱗長の関係式は $y = 0.163x - 0.481$ である (種苗生産稚仔魚から求めた関係式は $y = 0.147x - 0.167$ で初鱗出現体長は 1.2 cm となる。)
4. 各年輪に対応する計算体長は第 1 輪で 14.1 cm、第 2 輪で 26.4 cm、第 3 輪で 33.7 cm、第 4 輪で 38.6 cm である。
5. 年輪形成時期は 12 ~ 4 月頃と推定され、その盛期は 1 ~ 3 月と考えられる。
6. 生長曲線は 0 年魚で $L_0 = 15 / 1 + e^{3.7712 - 0.6345t}$ 、1 年魚で $L_1 = 14 + 12 / 1 + e^{3.4945 - 0.6302t}$ となる。
7. 各年魚の 3 月における体長は 0 年魚で 14.7 cm、1 年魚で 25.8 cm、2 年魚で 33.0 cm となり、年輪から求めた計算体長に近い値となった。
8. 最大生長率は 0 年魚で 2.38、1 年魚で 1.90 となり、変曲点はそれぞれ 8 月 30 日、9 月 1 日であった。
9. 最大体長は約 50 cm と考えられる。
10. 生長要因としては、湖内表層水温の昇降 (5 ~ 28°C) に伴う生長率の変動傾向が強いが、ペヘレイの主餌料となるミジンコ類の生息密度も関与することが認められた。

- 1) 鈴木規夫他 1975; 津久井湖における (PEJERREY) *Odonthestes bonariensis* (C&V) の食性について、本報第12号.
- 2) Regalado, T.G. y Mastrarrigo, V. 1954; *Piscicultura el Pejerrey*. Minist. de Agric. y Ganad. pub. Mis. No268. Buenos Aires.
- 3) 神奈川県淡水魚増殖試験場 1966; 南米アルゼンチンにおけるペヘレイ PEJERREY” [*Odonthestes bonariensis* (C&V)] についての調査結果と卵の輸送の概要. 同場 (プリント).
- 4) Boschi, E. E. y Fuster De Plaza, M. L. 1959; *Estudio Biologico Pesquero de Pejerrey*. Depart. Invest. Pesqueras. Secret. de Agric. y Ganad. Buenos Aires.
- 5) 鈴木規夫 1976; 淡水増殖、418~428.
- 6) Fuster De Plaza, M. L. y Boschi, E. E. 1957; *Desnutricion y Deformaciones Vertebrales en Pejerrey de Los Embalses de Cordoba*. Depart. Invest. Pesqueras. Minist. Agric. y Ganad. Buenos Aires.