

ペヘレイの個体標識方法の検討

戸田久仁雄・安藤 隆・相澤 康

緒 言

魚類資源量の解析や生態を把握する研究手法として、標識放流技法がある。標識の種類には、鰭カットのように魚体の一部を切除したり、傷をつけたり、ALC（アリザリンコンプレクソン）など蛍光物質で魚体の一部を染色する方法などの群標識法と、アンカータグ、リボンタグのように魚体外部に標識票を取り付ける方法などの個体標識法がある。

鰭カット法は、簡単かつ安価で、大量に標識できるため短期間の魚群の移動や再捕率、資源量などを調べるのに適しており、染色法は兎眼期や稚魚期において大量処理が可能で、脱落は無く成長にも影響がない。また標識票を装着する方法は、番号により個体識別することによって魚の移動、成長などが追跡できるので、詳細な生態を明らかにできる利点がある。

しかし、鰭カットでは鰭の再生のため長期にわたる標識法には向かず、染色法は再捕魚の標識確認に手間がかかるなど問題があり、またリボンタグやアンカータグなど体外標識では標識脱落率が高い場合や魚体の損傷もある¹⁾といわれている。

このようにどの標識法にも長所と短所があり、どの標識法をとるかは、対象とする各魚種毎に調査目的や標識付けが技術的に可能かという点も併せて適性を把握しておく必要がある。

ペヘレイにおける標識方法には、当場の丹沢湖での事例^{2~6)}があり、昭和61年度は右腹鰭カット、62年度は左腹鰭カットとリボンタグ、63年度はテトラサイクリン処理、平成元年度からは着色ラテックスを魚体皮下に注入する入れ墨標識法が行われているが、リボンタグを除いて、これらの方法では個体識別はできなかった。

群標識法にも利点があるが、ペヘレイの飼育池内での

成長比較試験や河川湖沼などへの放流試験では、供試魚の個体識別が必要となる。そこでスレに弱いといわれているペヘレイに、個体識別可能で最も適した標識方法を確立するための比較試験を実施した。

試験では、各種の標識方法で処理したペヘレイを、飼育池内で長期間飼育し、標識付けによる成長、生残への影響、標識の脱落や明瞭さ（消失）、標識部位の傷の経過などについて観察した。併せて従来個体識別ができなかった焼き入れ法とラテックス法については個体識別の方法についての検討も行ったので報告する。

報告に先立ち、飼育試験及び資料整理などに協力いただいた北里大学水産学部水産増殖学科環境生態学講座学生柴崎栄二氏に感謝の意を表します。

材料と方法

供試魚

供試魚には当场で種苗生産した平均体長10.97～11.13cm、平均体重12.39～13.13g、平均肥満度9.41～9.48の1年魚ペヘレイを用い（第1表）、無標識を含めて各標識法とも36尾ずつ使用した。

試験期間、試験水槽等

第一期 平成5年10月18日から平成6年4月8日までの173日間。その間68日目（平成5年12月24日）に中間測定を行い、前期、後期と区分した。

飼育試験は屋内（A試験池）に、0.5トンFRP円形水槽（径90cm、水深60cm）を4個並べて行った。水槽には①～④の番号をつけた。各水槽には個体識別ができるように4種の標識をつけた供試魚と無標識魚（対照魚）を各9尾ずつ放養した。こうすることによって、水槽間の飼育環境など標識以外の要素の影響が無いように配慮した。

なお水槽③のアンカータグ1尾は試験開始直後水槽か

第1表 試験開始時における標識別供試魚の体型 (平均値±SD)

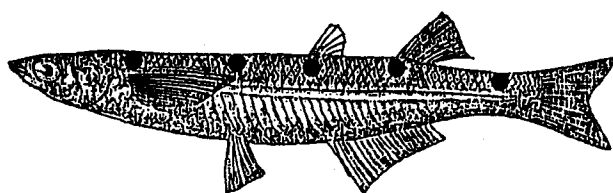
標 識 の 方 法	平均全長(cm)	平均体長(cm)	平均体重(g)	平均肥満度
焼 き 入 れ	13.26±0.50	11.13±0.44	13.13±1.64	9.48±0.47
ラ テ ッ ク ス	13.10±0.53	11.04±0.49	12.76±1.67	9.45±0.50
リ ボ ン タ グ	13.08±0.47	10.97±0.51	12.39±1.24	9.41±0.78
ア ン カ ー タ グ	13.13±0.35	11.06±0.35	12.82±1.08	9.47±0.55
無 標 識	13.15±0.48	11.07±0.43	12.79±1.59	9.41±0.74

ら跳ね出し逃亡したため、開始時尾数は35尾となった。飼育水には、ベヘレイの生物特性から0.5%の塩水を用い、止水で管理し、静かに通気した。第一期前期の飼育期間中の水温は16.4~7.3℃で、ウナギ用配合飼料を魚体重当たり1日0.5%量を目安に給餌し、換水を週1回行った。

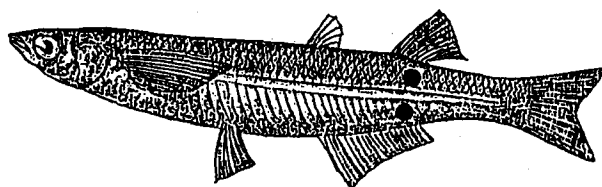
第二期 平成6年4月9日から平成6年8月1日までの115日間。供試魚の成長により第一期に用いた水槽では狭く、遊泳活動による影響等の比較検討が困難と思われたため、第一期終了後広い水槽に移収し試験を継続した。この水槽は、屋内（餌料培養棟）にあり、3×5×0.7m、15m²角形コンクリート水槽一面で、この中に全試験区の供試魚を一括混養し、淡水で流水飼育（換水率1回/日）を行った。飼料は第一期同様ウナギ用配合飼料を用い、1日0.1~0.3%量を投与した。

標識の種類

焼き入れ法 焼き入れ法は白金耳などを用い、魚体の体表面に火傷を負わせ、その傷跡を標識とするものである⁷⁾。ここでは、ガラス棒（一部ニクロム線）をガスバーナーで熱したのち、第1図に標識部位を示したよう



焼き入れ法 (●は標識部位を示す)



ラテックス法 (●は標識部位を示す)

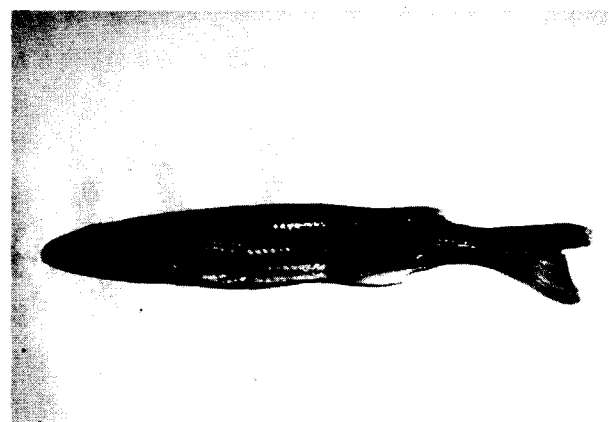
第1図 焼き入れ法、ラテックス法における標識部位
(魚体の左右両面に1尾2ヶ所ずつ標識した。)



第2図 焼き入れ法の標識状況

に、体表の片面当たり5ヶ所、両面で10ヶ所のうち1尾当たり2ヶ所ずつ火傷を負わせ、個体毎に火傷の部位の組み合わせを変えることにより個体識別を行った（第2図）。

ラテックス法 色素の入った人造ゴムを注射器で魚体皮下に注入する方法で、数種類の色と、焼き入れ法と同じように魚体の標識部位の組み合わせを変えることによって個体識別を行った。色素はオレンジ、ピンク、ブルー、グリーンを使用した。標識部位は第2背鰭下方左右に1尾当たり2ヶ所とした（第3図）。



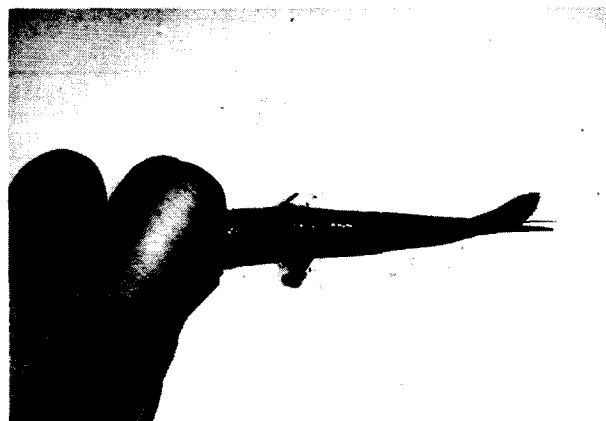
第3図 ラテックス法の標識状況

リボンタグ法 リボンタグは、木綿針に長さ約3cm、幅0.3cmのビニール製リボンを接着したもので、標識部位に針を突き刺して魚体を貫通させたのち、針をはさみで切りとった。標識部位は第1背鰭の前下方約0.5cmとし、個体識別のためリボンに通し番号を油性インクで記入した（第4図）。



第4図 リボンタグ法の標識状況

アンカータグ法 標識部位はリボンタグと同様第1背鰭の前下方約0.5cmとし、タグガンを用いて個体識別のために通し番号を記入してあるタグピンを装着した（第5図）。



第5図 アンカータグ法の標識状況

標識付けの方法 各標識法ともそれぞれFA100（田辺製薬）5,000倍液で麻酔し、1尾ずつ全長、体長、体重を計測したのち、標識付けを行った。無標識魚も同様の処理を行った。

結 果

標識付けによる成長への影響

第1表に試験開始時の各標識別供試魚の体型を、第2～4表にそれぞれの試験終了時における供試魚の体型を示した。そのうち、第3～4表のリボンタグ法の数値は

第2表 第一期前期終了時における標識別供試魚の体型

標 識 の 方 法	平均全長(cm)	平均体長(cm)	平均体重(g)	平均肥満度
焼 き 入 れ	13.71±0.50	11.44±0.46	14.12±1.73	9.39±0.56
ラ テ ッ ク ス	13.57±0.52	11.32±0.49	13.56±1.63	9.33±0.59
リ ボ ン タ グ	13.49±0.48	11.28±0.46	13.82±1.36	9.63±0.66
ア ン カ ー タ グ	13.54±0.41	11.32±0.39	13.39±1.36	9.21±0.66
無 標 識	13.69±0.47	11.40±0.47	14.20±1.38	9.59±0.76

第3表 第一期後期終了時における標識別供試魚の体型

標 識 の 方 法	平均全長(cm)	平均体長(cm)	平均体重(g)	平均肥満度
焼 き 入 れ	14.07±0.54	11.83±0.46	15.16±2.11	9.12±0.69
ラ テ ッ ク ス	13.90±0.53	11.65±0.48	14.61±2.37	9.19±0.82
リ ボ ン タ グ	(13.70±0.58)	(11.43±0.57)	(14.21±1.98)	(9.51±0.87)
ア ン カ ー タ グ	13.69±0.44	11.50±0.40	13.22±1.55	8.69±0.78
無 標 識	14.04±0.45	11.76±0.39	15.08±1.61	9.24±0.51

() 脱落多数のため参考

第4表 第二期終了時における標識別供試魚の体型

標 識 の 方 法	平均全長(cm)	平均体長(cm)	平均体重(g)	平均肥満度
焼 き 入 れ	16.03±0.67	13.60±0.63	25.07±3.48	9.92±0.55
ラ テ ッ ク ス	15.83±0.59	13.42±0.53	24.16±2.87	9.98±0.62
リ ボ ン タ グ	(15.08±1.19)	(13.03±0.72)	(20.75±5.62)	(9.13±1.54)
ア ン カ ー タ グ	15.10±0.73	12.78±0.65	20.08±3.13	9.56±0.61
無 標 識	16.02±0.78	13.61±0.70	25.11±3.43	9.93±0.57

() 脱落多数のため参考

第5表 第一期前期終了時の標識別供試魚日間成長率と無標識との差の検定

標 識 の 方 法	平均日間成長率	平均値の差の検定結果
焼 き 入 れ	0.110	有意差なし
ラ テ ッ ク ス	0.091	5 %レベルで有意
リ ボ ン タ グ	0.163	有意差なし
ア ン カ ー タ グ	0.070	1 %レベルで有意
無 標 識	0.156	—

* 日間成長率= $\log_{10}$ (増重倍率) $\times \log_e 10 \times 100 \div$ 飼育日数

標識脱落個体が多かったため、参考数値として括弧書きにした。

第一期後期には水温が低下し、摂餌不良やへい死魚の出現などで成長の比較検討は適当ではないと思われたので、第一期前期における成長のみを比較検討した。なお、この期間においても開始直後の24日間は最低13℃以上を保ったが、後半の14日間は10℃以下で、最低7.3℃まで下がった。第一期前期の肥満度と日間成長率の平均値を各試験区で比較すると、どちらもリボンタグ法>無標識>焼き入れ法>ラテックス法>アンカータグ法の順となった(第2表、第5表)。

第5表には、第一期前期終了時における無標識魚との各標識魚間における日間成長率の平均値の差の検定結果を示したが、アンカータグ法では危険率1%で、ラテックス法では危険率5%で、それぞれ有意差が認められた。

第二期試験終了時における供試魚の体型(第4表)を脱落の多かったリボンタグ法を除いて肥満度で比較すると、ラテックス法>無標識>焼き入れ法>アンカータグ法の順となった。ラテックス法は第一期よりやや良好であったが、アンカータグ法の成長に与える影響は288日の長期に及ぶ飼育観察においても認められた。

標識付けによる生残への影響

第一期前期ではへい死した個体は、リボンタグ法の1尾だけで、試験開始後25日目であった。しかし第一期の後期以降には主に水温下降に伴う活力低下によりへい死魚がリボンタグ法を除いて各標識法でみられた。その内訳は次の通り。焼き入れ法第一期後期2尾、第二期0尾、ラテックス法はそれぞれ2尾、1尾、リボンタグ法0尾、0尾、アンカータグ法5尾、1尾、無標識3尾、0尾であった。また、リボンタグ、アンカータグ法では、へい死魚から標識付けに起因したと思われるびらんを標識部位に観察した(第6表)。

標識の脱落、明瞭さ(消失)

第6表に示したとおり、試験開始後288日目の最終取り上げ時までには、標識が脱落、消失して確認が不能となった尾数は、焼き入れ法では8尾あり、いずれもニクロム線で火傷を負わせた個体であった。ラテックス法では、今回用いた色のうち、グリーンとオレンジが一部の個体でやや見分けにくかった以外は明確に識別できた。リボンタグ法の脱落は累計31尾(86.1%)、アンカータグ法では4尾(11.1%)で、両者を比べるとリボンタグの法がはるかに多く、どちらも脱落した標識を試験水槽

第6表 標識別供試魚の各試験期間内へい死数と標識脱落(消失)尾数

標 識 の 方 法	試験開始時	終 了 時 期 間 内 期 間 内 標識確認魚 へい死 標識脱落(消失)			(尾)
		第一期前期	第一期後期	第二期	
焼 き 入 れ	36	36-0-0	31- 2- 3 (累計 2- 3)	26- 0- 5 (累計 2- 8)	
ラ テ ッ ク ス	36	36-0-0	34- 2- 0 (累計 2- 0)	33- 1- 0 (累計 3- 0)	
リ ボ ン タ グ	36	35-1-0	21- 0-14 (累計 1-14)	4- 0-17 (累計 1-31)	
ア ン カ ー タ グ	35	35-0-0	26- 5- 4 (累計 5- 4)	25- 1- 0 (累計 6- 4)	
無 標 識	36	36-0	33- 3 (累計 3)	33- 0 (累計 3)	

内に見つけた。アンカータグのうち1尾は数字が薄くなって判読しにくかったが、それ以外はお互いの標識とも退色やタグに表示されている番号の希薄化はほとんど認められず、最後まで明瞭に標識番号を読みとることができた。

標識部位の傷の経過

焼き入れ法とラテックス法では、どの供試魚とも標識付けした際についた傷は治癒していた。リボンタグ法とアンカータグ法では、標識付けによる傷に起因したと思われる標識部位のびらんが生残したほとんどの個体に観察された。びらの程度は、リボンタグ法の方がアンカータグ法よりも大きかった。これら脱落個体の標識装着跡は治癒しており、ほとんどの個体でわずかな鱗の不揃いが認められる程度だった。

考 察

各標識法の結果を整理すると次のようになる。焼き入れ法は、へい死魚は2尾で、成長に影響は認められなかった。ニクロム線での火傷跡は明瞭でなく9尾中8尾で消失しており、ガラス棒の方が識別が容易であった。ニクロム線は柔らかく、しかも細いため火傷の跡が目立たなかったことが原因したと思われる。一方、ガラス棒では、標識は円形に付くため見つけやすく、しかも押し当てる力の加減で火傷の深さを調節することができた。

ヤマメとニジマスにおいては、焼き入れ部位が成長とともに拡大し、傷口が再生鱗で覆われるため約1年後でも肉眼で判別が可能とされているが⁷⁾、ペヘレイでも長期にわたって標識を維持できた。しかし、他の標識法と比較すると明らかに明瞭さを欠き、一般の釣り人等の再捕者が標識魚と認識できるか疑問である。また、標識部位の組み合わせで個体識別できる数には限界がある。この問題を解決するためには、焼き入れの形状を数字や記号にする方法が考えられるが、成長とともに数字や記号がどのくらいの期間判読できるかを調べておく必要がある。いずれにしてもコストのかからない長所があり、またタグ法に比べ標識処理時間がかかる短所があるものの、へい死、標識付けによる魚体への損傷が少ないことなどから総合的に判断して、今回の標識法の中ではペヘレイに最も適した標識方法であると思われる。

ラテックス法では、へい死魚3尾で、第一期前期において無標識と比較して成長に危険率5%で有意差が認められた。原因として、標識付け時のストレスなど考えられるが詳細は不明である。ラテックスが成長に伴い拡大希薄化することも考えられた⁸⁾が、この期間では標識の

消失は認められなかった。標識部位と色で個体識別する今回の方法では、焼き入れ法と同様に識別個体の数に限界があり、解決策も見あたらない。また、注射器で注入する方法のため、他に比べて時間を要した。色の変化で標識の識別が困難になることも予想されたが、今回はグリーンとオレンジの識別がやや困難な例がわずかにみられたほか、ほとんどは、288日間の長期飼育観察でも個体識別に影響はなかった。ラテックスは人造ゴムであり、標識魚を塩焼きに調理した際にゴムの焼ける臭いが、ペヘレイの食品としての価値評価に与える影響が懸念される。

リボンタグ法は、第一期前期の成長が無標識を含めて5つの標識法の中で一番良かった。また、へい死魚も第一期前期の1尾のみであった。しかし、標識の脱落は31尾(86.1%)もあり、しかも脱落前にはほとんどの個体で標識部位がびらんしていた。装着した標識は遊泳中にびらんして拡大した傷口から抜け落ちたものと推察され、ペヘレイの標識法には適さないと考えられた。

アンカータグ法では、へい死魚が6尾(17.1%)、標識の脱落魚も4尾(11.4%)観察され、無標識と比較して第一期前期の成長に危険率1%の有意差が認められた。また標識部位にびらんが認められ、魚体計測時にはタグピンが動いて損傷の程度をひどくし、へい死魚の増加の原因となった可能性がある。

ペヘレイは0.5%塩水中で飼育すると体表についた傷が治癒するのが経験的に知られている。リボンタグとタグピンの標識付けによる傷は、第一期において0.5%塩水中で飼育したにもかかわらず、かえって悪化した。その原因として次のように考察した。試験期間が水温の低下する時期で、ペヘレイの抵抗力が低下したことが考えられる。ペヘレイは年変動5~25℃で十分飼育可能とされていた⁹⁾が、最適温は25℃前後である¹⁰⁾。この最適温時に標識処理すれば、摂餌が活発で成長も早く魚病も発生しにくいので、違った結果になった可能性が高い。

また、タグピンのサイズが魚体の大きさに比べて大きすぎたことも考えられる。アンカータグ法はマダイの遊泳能力に影響を及ぼす¹¹⁾といわれ、今回の試験でもアンカータグ法の成長が他の方法に比較して劣った原因として、タグの装着がペヘレイの遊泳行動等に影響し、ストレスが働いたことが考えられる。実際に自然水域に標識魚を放流した場合には、リボンタグやタグピンが水流による抵抗として作用し負担のかかること、藻等がタグにからみつくこと、障害物との接触で傷口を悪化させ標識魚の行動を制約し、正確な資源生態調査は困難な場合

もあるものと推測された。

標識付けに要する時間については、アンカータグ法が最も短く、次にリボンタグ法で、大量に標識処理するのに向いているが、ラテックス法や焼き入れ法では個体識別をするために、標識部位を複数設けると、時間が長くなり、またラテックス法では個体識別に限界があるので大量の標識処理に適さないと思われた。

以上のように、どの標識法にも長所と短所があり、標識放流尾数の多少、標識付け時期の水温など条件、試験場所が室内か自然水域か、調査期間の長短、群標識か個体標識かなどの調査目的の違い、作業人数の多少などによって標識法を使い分けることが必要と思われた。

適 要

- 1 ベヘレイに適した個体標識法を検討するため、焼き入れ法、ラテックス法、リボンタグ法、アンカータグ法について比較検討を行った。
- 2 試験期間は第一期173日（前期68日、後期105日）、第二期115日、通算288日間であった。
- 3 供試魚は各方法36尾ずつで、試験期間中に死亡したのは、焼き入れ法2尾(5.5%)、ラテックス法3尾(8.3%)、リボンタグ法1尾(2.7%)、アンカータグ法6尾(17.1%)、無標識3尾(8.3%)だけであった。
- 4 標識の脱落または消失の確認されたのは、焼き入れ法のうちニクロム線を用いたもの8尾(88.8%)、ラテックス法0尾(0%)、リボンタグ法31尾(86.1%)、アンカータグ法4尾(11.4%)であった。焼き入れ法のうちガラス棒を用いたものとラテックス法、アンカータグ法は長期間の飼育にもかかわらず、ほとんどの個体で標識が識別できた。リボンタグとアンカータグ法は装着部位をタグが貫通しているため、遊泳行動等で標識が動くためかいつまでも組織内に活着せず、大部分の個体でその部分が最終取り上げ時でもびらんしていた。
- 5 焼き入れ法は最も魚体に対して影響が少ないことが判ったが、標識の明瞭さの点で他の標識法より劣っており、一般の再捕者が標識魚と認識可能かどうか疑問である。アンカータグ、リボンタグ法は標識付けに要する時間は少なく、標識の識別も容易で大量処理に

向いているが、リボンタグ法は脱落への、アンカータグ法は成長への影響が懸念される。

各標識法には長所、短所があり、標識放流の規模、放流時期、放流場所の状況、調査期間、調査目的、作業人数などに応じて標識法を使い分ける必要があると思われた。

文 献

- 1) 二平 章 (1991) : 人工種苗放流ヒラメにおける鰭カット標識の有効性の検討、茨城水試研報29、89～91.
- 2) 石崎博美、岡 彬、小林良雄、土屋久男、佐藤 茂、卯月雅裕、小山忠幸 (1989) : 湖沼における魚類増養殖実証調査 (ベヘレイを主にして)、神淡水試報、26、60～73.
- 3) 石崎博美、矢沢敬三、佐藤 茂、卯月雅裕、小山忠幸 (1990) : 丹沢湖におけるベヘレイ増殖研究Ⅰ、神淡水試報、27、56～74.
- 4) 石崎博美、矢沢敬三、佐藤 茂 (1991) : 丹沢湖におけるベヘレイ増殖研究Ⅱ、神淡水試報、28、43～62.
- 5) 石崎博美、相澤 康、戸田久仁雄 (1992) : 丹沢湖におけるベヘレイ増殖研究Ⅲ、神淡水試報、29、44～59.
- 6) 相澤 康、戸田久仁雄、中田尚宏 (1993) : ベヘレイ増殖実証試験、丹沢湖におけるベヘレイの放流効果、神淡水試報、30、14～25.
- 7) 山口安男 (1993) : 焼き入れ標識法の有効性について、茨城内水試研報29、112～117.
- 8) 二平 章 (1990) : ヒラメに装着したラテックス入墨標識の有効性、茨城水試研報28、117～118.
- 9) 鈴木規夫 (1982) : 増殖魚種ベヘレイ、淡水養殖技術 (野村稔編)、恒星社厚生閣、343～346.
- 10) 戸田久仁雄 (1992) : ベヘレイの水田利用養殖技術開発試験Ⅴ 飼育密度の検討、神淡水試報、28、30～34.
- 11) 森 勇人、谷口順彦、関 伸吾、山岡耕作 (1993) : 生態形質によるマダイ種苗標識法の検討、水産増殖、41(2)、141～147.