日本の水産資源研究における標識放流調査について

鉄 健 司

(1963 年 2 月 18 日受理)

ON THE TAGGING EXPERIMENTS FOR FISHERIES
RESEARCH IN JAPAN

Kenji KUROGANE*

目 次

ま え が き	第 4 章 標識放流結果による資源特性値および資源量の推定
第 1 章 日本における標識放流調査	第 5 章 標識放流調査の問題点
第 2 章 標識放流技術に関する基礎実験	文 献
第 3 章 魚種別標識放流調査概要	

ま え が き

水産資源の研究における標識放流調査は、魚類などの体に目印を付けて再びもとの環境に放し、その再捕の時空間的経過にもとづき水族の成長や回遊・移動状態を知り、系群の判別、資源におよぼす漁業の影響や資源総量の推定などを行なうために実施され、水産資源の研究に広く適用されている一手段である。

現在わが国において標識放流の対象となつていものは、魚類をはじめとして海獣類、貝類、頭足類、甲殻類など広範囲にわたり、得られる知見も多岐であり、その成果は資源研究の発展に益するところが極めて大きい。しかしながら標識放流の技術、資料の利用、また解析などに検討すべき多くの問題が残されている。主としてわが国で公表された諸報告にもとづき日本の水産資源研究における標識放流調査の現状を把握し、今後の標識放流調査のあり方について考察を加えてみたいと思う。当初第 4 章で触れる資源量および資源特性値の推定法に関し綜述を試みる予定であつたが、基礎資料を提供する標識放流調査自体に多くの問題があるため、ここではわが国における標識放流調査一般について概要を述べることにした。内容が広範であるため個々の項目については詳しく触れず、文献の所在のみ示したものもある。また引用文献を最後に一括したが、短期間でとりまとめた関係上筆者の身近なものに限られたきらいがあり、引用しえなかつた文献も多分にあるかと思われる。この点御指摘願えれば幸いである。

第 1 章 日本における標識放流調査

水族の標識放流の記録をたどると、すでに 16 世紀にリボンをサケに結びつけて放流したといわれるが、日本で標識放流調査が実施されたのは大正の初期で、1917 年北水試により石狩川で秋ザケが、また各地でブリの標識放流が行なわれた。日本の標識放流調査の歩みについては 2, 3 の成書に論じられているように、第 2 次世界大戦以前にはブリ、タラ、サバ、マイワシ、サンマ、カツオ、タイ、ニシン、サケ・マス、スルメイカ、タラバガニなど多くの主要な水産動物を対象として実施され、ブリ、タラ、サケ・マス、タラバガニなどは比較的再捕結果もよく、水族の生態を把握するに益するところが大きかつた。戦後資源研究が活発になるにつれ、調査対象はさらに、アジ、マゴロ類、ヒラメ・カレイ、ワカサギ、エビ類、貝類あるいはク

* 東海区水産研究所

ジラなど広い範囲に拡張され、1952 年より実施された対馬暖流開発調査にみられるように、試験研究機関の組織的な活動も示された。

標識放流調査による知見としては、水族の移動回遊、系群の判別や成長に関するものが多いが、最近資源に及ぼす漁業の圧力を推測し、資源の量的変動の解明を目的とした報告が増加の傾向を示している。他方標識放流技術に関する基礎実験あるいは資源解析の方法論を展開する論文もみられるが、これらに関しては後章で触れることとする。

標識放流の方法はつぎのように大別できよう。わが国でもつと多く採用されている方法は、金属片・セルロイド・合成樹脂などの標識票やチューブに記号・番号など必要事項を記入した後、水族に付してもとの環境に放流する方法 (tagging method) で、体外・体内標識法にわけられる。他の一つは鰭や鰓蓋などの一部を対象水族の体より切断除去した後放流する方法 (marking method) で、費用が低廉で手軽であるが切断部の再生や発見に難がある。従来オットセイやスルメイカの標識法として採用され、現在サケ・マスの稚魚の放流に適用されている。第 3 の方法として貝類、ウナギ、ヒトデの例にみられるような着色による標識法がある。

現在日本の標識放流調査は主として各海区水産研究所を中心として都道府県水試により実施され、一部大学・水産高校、業界の協力により進められている。標識放流を実施した場合、放流に関する資料は各機関によりそれぞれの機関誌などに発表されると共に、再捕発見に対する協力方を関係機関に通報・依頼し、また地方紙、業界紙、ポスター、パンフレットによる宣伝普及につとめ、若干の褒賞制度もとられている。こうした放流・再捕に関する資料の集録・整理が徐々に進められているものもある^{15) 66)}。

第 1 表 魚 種 別 再 捕 割 合 の 例

魚 種	年 度	海 域	放 流 数	再捕率 %	参 照 資 料
イ ワ シ	1936~1937	北 海 道	約 3 万尾	0.09	藤川・中島 (1938)
	1950~1954	九 州 沿 岸	32376	1.60	辻 田 (1961)
ニ シ シ サ バ	1949~1957	北 海 道	77162	4.65	北水研 他 (1958)
	1924~1938	日 本 全 域	24036	0.66	笠原・伊東 (1953)
	1952~1959	日 本 海	7276	2.58	町 中 (1960)
	1953~1959	九 州 沿 岸	31730	1.41	辻 田 (1961)
	1952~1955	九 州 北 西 部	18995	8.6	村上・牟田 (1957)
マ ア ジ ブ リ	1917~1938	日 本 全 域	4145	17.1	松 下 (1953)
	1955~1958	日 本 海	2350	2.6	永 田 (1959)
	1928~1942	北 海 道 以 北	約 3.3 万尾	4.9	平 野 (1953)
サ ケ・マ ス スケトウタラ	1931~1936	韓 国 北 東 部	約 4.8 万尾	0.49	尾 形 他 (1958)
	1956~1957	新 潟・石 川 沖	7120 推定	2.9	" "
	1943~1957	北 海 道・日 本 海	50437	6.16	北水研 他 (1958)
ホ ッ ケ サ ン マ カ ツ オ アブラツノザメ キ ハ ダ ビ シ ナ ガ ス ル メ イ カ	1931~1951	太平洋東北・北海道	約 2.2 万尾	再捕 5 尾	笠原・大鶴 (1952)
	1935~1937	太 平 洋	1700	0.65	東北水研 (1952)
	1929~1957	北 海 道・日 本 海	16588	2.0	小 島 (1958)
	1957~1959	マリアナ・カロリン	584	5.65	須 田 (1961)
	1957~1959	北 太 平 洋	943	0.95	" "
	1952~1957	北 海 道	38296	7.03	新 谷 他 (1958)
	1950~1957	日 本 海	32693	1.11	" "
	1927~1943	西 カ ム チ ャ ッ カ	24005	8.02	佐 藤 (1958)
タ ラ バ ガ ニ ナ ガ ス ク ジ ラ	1955~1957	"	7813	16.9	山 本 (1961)
	1949~1959	北 太 平 洋	529	15.4	大 隅 (1960)

最近の標識放流調査の 2, 3 の特色をみると、標識技術の面では放射性同位元素を追跡子とする標識法をはじめとして、麻酔剤の使用、スバゲッティ、ダート型の標識具の利用、染色法などがある。また資源の量的な解析に標識放流結果が利用され、標識装着による死亡、標識票の脱落、発見・報告の割合などを推定する基礎実験が多く試みられている。過去における標識放流の再捕結果の例を第 1 表にみると、魚種・放流地域・年次により再捕率がかなり異なることがうかがわれ、最近の再捕率の一般的な上昇傾向は、標識放流技術の向上、発見・報告率の増加などを考えあわせると一概に漁獲圧力の増大に結びつけて考えることはできないが、漁業の資源に及ぼす影響が近年大きくなりつつあることは否定しえないであろう。

標識放流調査に限ったことではないが、戦後サケ・マス、タラバガニ、マグロ、クジラなど国際的な性格を持つ水産資源の研究にあつては、国際的な研究組織による調査研究の必要性が認識され、資料の相互交換による資源の検討と共に、協同調査の計画も進められつつある。

以上概括的に日本の標識放流調査について述べたが、技術的な基礎実験については第 2 章、魚種別の知見は第 3 章に、資源の量的な解析に関しては第 4 章で詳細に述べることにする。

第 2 章 標識放流技術に関する基礎実験

標識放流の基礎的な実験は目的により、標識技術を確立する実験と資源の量的解析を行なう際必要とされる標識装着による死亡、標識脱落、再捕報告の割合などを推定する実験とにわけられよう。後者は第 4 章で触れ、本章では主として前者に関し考察をすすめる。

従来イワシ、サンマ、カツオなどの標識放流調査が思わしくない理由として適切な標識放流法に欠けることが指摘され、標識放流技術の改善が切望されている。標識放流調査の成否はその技術に左右されるところが大きいため、この種の研究について眺めてみよう。

標識票の形式、装着法の魚体への影響に関する報告は比較的多い。たとえば尾柄部に標識票を巻きつける方法はブリ、サバ、カツオ、マスなどに従来広く用いられ、操作・経費上の利点を持つが、再捕魚に尾柄部がかなり損傷しているものが発見され、遊泳速度の低下などによる非正常行動、死亡の増加、また票の脱落も懸念されている¹²³⁾。サメ類では比較的运动に関連の少ない胸鰭にピンを装着する方法がよいとされ¹⁰⁷⁾、ウニでは間歩帯周辺部に孔をあけ人造テグスと色ビニール細管で個体の識別が可能な標識が行なわれる⁹⁾。マサバ・カタクチイワシ⁵⁷⁾、マアジ⁷³⁾、ニジマス⁹³⁾についての実験報告等もあり、それぞれ各種標識票や装着法に関し得失が述べられている。

麻酔剤の使用は魚体をいためずに容易に標識操作できる利点を持ち、Urethane あるいは Tricaine Methanesulfonate などが用いられ、サケ稚魚に対する適切な使用法が示されているが¹⁰¹⁾、麻酔による死亡や動揺の多い船上での処理に問題が残っているものもある⁵⁷⁾。

色素を用いた着色法による標識は古くから海豹類に適用され、標識個体の識別がそれほど重要でない場合には簡単な操作で一時に多数個体の標識が可能な利点を持つ。たとえば貝類の大量標識法として貝殻表面にラッカーを塗布する方法が採用され²⁹⁾、ヒトデ・ナマコ・ウニ・タコなどの標識にも適用されている¹²⁴⁾。魚類についてはシラスウナギに用いられたが、水族による反応程度の差異、色素の種類、着色法などと標識の有効期間に関する今後の研究が必要とされる⁸⁵⁾。

底魚では海中で相当強い水圧を受けて生活するため、入網後急激に海面に引きあげられた場合、生理的障害でたとえ生きていたとしても再び遊泳し去る力がないことが標識放流実施上の難点とされている。以西底魚につき漁獲された魚で標識放流可能と考えられるものはハモ、ハコエビ、サメ類にすぎない^{39) 97)}。スケトウタラについては漁獲後標識をつけることの効果の薄い点から釣鉤切断法が研究され⁹¹⁾、魚種・大きさ・尾数の確認が難しく、脱落率や摂餌活動への影響を把握しがたい欠点を持つが、移動回遊を知るには十分役立つ。

近年放射性同位元素を追跡子として利用する体内標識法が行なわれている。体内標識法は漁獲物の利用形態がわが国と異なるアメリカなどにおいてニシン・イワシ・サバなどの標識に用いられ、標識による死亡が

比較的少なく脱落がない有効な標識法とされているが、日本では再捕魚の発見上の難点から標識鰭によるクジラを除いては実験的に試みられているにすぎなかつた^{67) 73)}。追跡子としての放射法同位元素には Co^{60} あるいは Zn^{65} の塩化物が用いられ、腹腔内標識あるいは筋肉注射が行なわれ魚体への影響・脱落の有無・検知法の実験¹⁹⁾、ニジマスの天敵の追求^{18) 19)}が試みられた。この方法は従来の標識法の欠点がある面で補なうものであるが、放射能の安全性、有効期間、標識の検知、使用上の基礎知識の習得、経費上の問題など現段階では特殊な目的の他は一般の標識放流調査に適用することは難しい¹⁵⁷⁾。

以上の諸報告の他、標識用針金の耐蝕試験¹²⁷⁾、標識の魚体に及ぼす長・短期の影響の考察¹³⁹⁾などが試みられ、標識技術に関する相当の知見が集積されている⁵⁴⁾。しかし実験によつて結果はかなり変動し、対象とする水族の種類が多く、魚体の大きさ、再捕報告率を高める条件など考慮すべき多くの要因があり、各要因についての適切な評価がなされていないため、標識放流調査の計画にあつては従来の方法を継承するとか、担当者の考えにより標識方法が決定されがちである。したがつて技術上の改善も少なく、多種の標識法が単一種に採用されるかたちとなり、資源解析上不適切な資料となることもある。

標識すべき個体を確保する漁具・漁法の選定、標識操作を能率よく行ない魚体をいためずに放流するための水槽・測定具・固定台などの設備・器具の改善、麻酔剤の使用法・標識票や標識部位の選定などの操作技術の検討が標識放流の結果を有効とするために組織的に研究され成果の積みあげがなされねばならない。

第3章 魚種別標識放流調査概要

標識放流調査の歴史、現状、得られた知見は、それぞれの水族に対する標識技術の水準、資源の消長、研究上の要請などにより極めて変化に富んでいる。漁業の主対象となる水族に調査の主力がむけられたことは当然である、標識技術や費用などの面からサンマ、カツオ、底魚、マグロ類など十分調査が進められていないものもあるが、他方資源研究のモデル調査として小規模ながら計画的に実施されているマハゼや、標識技術の基礎実験の材料として用いられるコイ・フナなどのようなものもある。以下主要な水族について簡単に標識放流調査の概要に触れてみる。

サバ： 戦前は主として道府県水試により 1924～1938 年の間に行なわれ、戦後 1952 年より対馬暖流開発調査の一環として、ついで 1958 年以降は海況漁況予報調査事業の一つとして進められている。戦前の資料によれば再捕率はブリに比較して低く (0.66%)、長期再捕は少ないが、マイワシ・サンマなどと比較すると良い³⁷⁾。回遊^{11) 12) 38) 42) 47) 64) 136)}・集団の分離^{37) 59)}に関する研究が多く、戦前の資料は総括公表されている⁶⁶⁾。近年日本海・西海区水域の再捕率が高まり、短期再捕が比較的多い点から漁獲の圧力がかなり強く魚群に作用していると判断されている^{62) 70) 150)}。

ブリ： 戦前道府県水試が中心となり 1917～1938 年の間に約 4000 余尾放流され、再捕率は 17.1% で極めて良かった⁶⁵⁾。この原因として標識による死亡が少なく、沿岸水域への回帰性が強く、1尾ずつの取扱いによる発見率の高いことが考えられる。1年以内に 80% 再捕され、放流府県内での再捕が 65% におよび滞留性・回帰性が強い。いくつかの系群の存在も報告されているが、本州・四国・九州沿岸を春夏北上、秋冬南下の傾向がみられる^{2) 40) 64)}。対馬暖流開発調査の一環としての日本海における再捕率は戦前を下回つた。これは仔ブリの放流が多かつたこと、盛漁期に放流がなされなかつたこと、標識による死亡が高く発見率が低かつたためと推測される^{80) 81)}が、反面 1年魚の放流で好成績をおさめている例もある⁴⁶⁾。資源量・漁獲強度に関する報告^{2) 5) 138)}もみられ、9ヵ月以内の再捕魚の放流尾数に対する割合は太平洋側で戦前 0.21、戦後 0.33 で来遊資源量は減少していると推測された⁵⁸⁾。サバと同様戦前の資料は総括公表されている⁶⁶⁾。

サケ・マス： 北海道庁により 1917 年にはじめて行なわれ、同庁により戦前サケ・カラフトマスなど約 3.3 万尾が放流され 4.9% の再捕をみ、また他の機関で 2.6 万尾、6.8% の再捕をみている。主としてセルロイド票を銅線で尾柄にまきつける方法がとられ、これらの資料は主として回遊路の推測に利用され^{14) 15) 51) 108) 111)}、その他系群の判別¹⁰⁵⁾、成長の推定¹³⁰⁾、資源特性値の推測^{128) 129) 131) 132)}なども試みられている。戦後北洋において 1952～1957 年の間流網による漁獲物を用いて標識放流を行なつたが死亡率高く、そ

第2表 北洋におけるサケ・マスの標識放流試験結果（日本）

年次	漁具	ベニ		シロ		マス		計	
		放流尾数	再捕率	放流尾数	再捕率	放流尾数	再捕率	放流尾数	再捕率
1952	流網	1224	0.1%	1175	0.1%	—	—%	2399	0.1%
1954	"	425	0.2	566	0.9	—	—	991	0.6
1955	"	243	0.8	312	0	75	0	667	0.3
1956	"	627	0.2	478	0	49	0	1208	0.1
1957	"	620	1.9	125	1.6	148	0.7	897	1.7
1958	延縄	1137	12.1	1711	5.0	243	18.5	3250	8.9
1959	"	1717	4.8	3100	3.6	2001	2.9	7756	3.7
1960	"	1223	6.0	2450	2.9	2553	2.2	6405	3.2
1961	"	2066	9.3	1910	3.4	2415	2.6	6527	4.9

表中の計には、ギンザケ、マスノスケなども含めてある。（三宅よりの私信による）

の後延縄による漁獲物にかえ、好成績をおさめている（第2表）。これらの実施状況・標識技術の改善・アジア、アメリカ系のサケ・マスの移動分離については A. C. HARTT¹⁵⁶⁾ によつて詳しく述べられている。

他方稚魚の標識放流^{55) 99) 100) 102~104) 106)}は、回帰量・回遊・成長などの知見を得るため、鰭あるいは鰭蓋などの組合せ切除が行なわれている。切断部位の標識の有効性についての検討が必要であるが、放流尾数は極めて多い。1952年度放流のカラフトマスでは回帰率 0.053%，その中 81.5% が放流河川で再捕されている。

タラ類： スケトウタラは旧朝鮮総督府水試により 1931~36 年朝鮮北東水域で第1背鰭部への標識法により 4.8 万尾放流され、0.49% が再捕され、北水域が 1931 年尾柄への捲きつけ法により 3400 尾放流したものは2尾の再捕にとどまつた。1951 年頃より釣鉤切断法などが検討され、新潟・石川沖での試みでは推定 7120 尾が放流され、207 尾の再捕をみている。これより標識法の有効性が実証され、移動に関する知見が得られた^{89~91)}。マダラについては慶尚南道道沖で戦前に行なわれ、短期再捕のものが多く高率を示し⁴¹⁾、漁獲率や生残率の推定値の一例として、0.23, 0.21 が求められている¹⁴⁰⁾。

アブラツノザメ： 1930 年以降本邦周海の移動を知る目的で、標識の尾柄部結着法あるいは胸鰭部差込式の方法により約 1.6 万尾が放流され、2% の再捕率を示している。日本海側・太平洋側それぞれに秋冬南下、春夏北上する群が存在し、日本海南下群の一部は津軽海峡より太平洋南下群に添加されている。シャトルで放流したものが7年半後八戸付近で再捕されるなど広範囲の回遊が考えられる^{44) 45) 98) 125)}。

スルメイカ： 1927 年北水試により回遊や系群の究明を目的として、肉鰭に孔を穿つ断傷標識法による放流が試みられ、その後抜込型標識を鰭部縁辺にとりつける方法、鰭と外套との間をとすスパゲッティ型の標識も試みられている。夏イカは一般に北上ないし東方に移動し、北海道で放流したものが長崎で再捕され、11 月以降の南下速度は早く、道東の夏イカ、道南の秋イカ、長崎・五島・対馬の冬イカの3つを同一系列の中におさえることができる¹⁴⁰⁾。本種は比較的容易に大量標識が可能で、標識魚の大部分が一本釣で漁獲され標識票は発見されやすい利点をもっているが、再捕状況は漁業の事情・放流群の漁場外への逸散状況などにより大きく影響され、漁期・海区により異なっている^{7) 20) 61) 66) 117) 118) 120) 141)}。

タラバガニ： 1923 年以降北水試などにより実施され、戦前の資料では北海道・南樺太のタラバガニには、宗谷~北見、根室、太平洋岸の3群が区別され¹¹²⁾、西カムのタラバガニは漁期中大きな移動はないようである¹¹³⁾。丸川⁶³⁾は根室付近のタラバガニの再捕率が 5.6% であることから、この水域の蓄殖と漁獲の均衡は保たれているが、西カムでは 11.2% などで平衡を失なつていたと考えた。その他漁業の資源に及ぼす影響についての研究も多くみられる^{5) 94) 137) 151)}。戦後 1955~1958 年の間に西カムにおいて甲殻上面右下あるいは第3脚第1節基部に標識をつけて 1.6 万尾放流したところ、年内に平均 14.1% が再捕され、移動方

向・速度が検討されている¹⁵⁸⁾。再捕状況より脱皮による標識の脱落が考えられるので、標識技術の改善が要求される。

マイワシ： 1936～1937 年北水試が北海道周辺海域で中羽 3 万余尾を外部標識法により放流し 29 尾の再捕をみ⁹⁾、また朝鮮総督府水試による大羽 13 万余尾の放流も 37 尾の短期再捕のみにとどまっている。戦後西海区水研^{69) 71) 75)}は 3 万余尾を放流し 496 尾 (1.53 %) の再捕をみ、また東海区水研¹⁴⁸⁾・北海道水研²²⁾の試みも、ともに短期再捕のみで移動に関する知見は十分えられなかつた。この他蓄養による斃死率や市場での発見報告率のチェックなどの試験も多く試みられ、漁獲率の推定に関する論文も 1～2 みられるが^{82) 142)}、現行の標識法では標識装着による活力の減退・斃死・票の脱落・発見報告率の低いことなど幾多の欠点を持ち、効果的な標識法の案出が重要課題となつている⁸²⁾。

ニシン： 1930 年頃より慶尚北道水試により、また北水試も 1948 年までに約 3000 尾の放流を試みたが再捕は少なく⁵⁶⁾、その後 1949～1957 年に約 7.7 万尾が尾柄部巻きつけ法で放流され 4.65 % の再捕をみている。これらの資料より北海道周辺のニシンに関し、日本海産卵ニシンと太平洋側小ニシンの親子関係のうすいこと、太平洋沿岸の小ニシンは大局的には共通群で、オホツク海沿岸の春ニシンと関連を持つことなどが推論された^{30) 48～50)}。

サンマ： 1931 年以来水試・水研で、銀製耳搔状の金具や楕円型セルロイド票を尾柄にまきつけたり、ナイロンリボンを背鰭付根に付する方法で、1951 年までに 2.2 万尾が放流され、5 尾が再捕された。イワシ類と同様に標識法の改善が最も要望されている魚種の一つである⁸⁰⁾。

カツオ： 過去の成績はサンマ同様悪く現在ほとんど実施されていない。昭和の初め若干放流されたが再捕なく、その後 1935～1937 年に約 1700 尾セルロイド票を尾柄に銀線で巻きつける方法で農林省および府県水試で実施され 0.65 % の再捕をみた。本邦近海の漁獲率がこれらの結果より 0.10～0.30 と推定されているが¹⁴³⁾、標識による死亡が高く、非標識魚との遊泳の差異、少数資料などの点から問題は残ろう¹⁴⁴⁾。

ヒラメ・カレイ： 局所的に実施され、日も未だ浅いが再捕率は概して高い。1948～49 年能取湖のクロガシラガレイでは閉鎖環境に近いためもあるが 20 % 近くの再捕率を示し³¹⁾、1951 年頃より行なわれている北水研、東北水研、日水研等のアブラガレイ²³⁾、ババガレイ^{23) 145) 146)}、ソウハチガレイ¹³⁵⁾、ヒラメ^{145) 146)}、アカガレイ⁹¹⁾に関する成績も良く、魚群の移動に関する知見が得られている。

ホッケ： 北海道においては 1943 年にはじまり、1957 年までに約 5 万尾が放流され、成魚に関しては 9.3 % と再捕率が高い。大きな回遊を行わずに、深淺移動が主で、春秋両季に出現するものはある程度共通の魚群と考えられ、北海道日本海側の北部と南部の交流がみられる。若令群は短期再捕が多く、若令群を対象とする漁具がないことから再捕率も低く十分な知見は未だ得られていない^{1) 13) 88) 119)}。

マダロ： 沿岸のクロマダロは北水試が 1932～33 年石狩湾でセルロイド板を尾柄に巻きつける方法で実施し、153 日以内に平均 17 % の再捕をみている。近來アメリカ西海岸沖放流のビンナガが日本沖合ですでに数尾再捕され、ビンナガ・キハダなど資源研究における標識放流の重要性が痛感され、その基礎研究がなされている。すなわち標識魚を採集する方法、放流尾数、放流時期や位置に関する検討がなされ、北太平洋のビンナガ、マリアナ・カロリン水域のキハダ等の放流が 1957～1959 年に行なわれ、再捕成績もよく¹²¹⁾、魚群構造や成長に関する知見が得られている^{122) 152)}。現在地方公庁船・一般漁船の協力の下に放流がつけられている。マダロ類の標識放流に関しては R. C. WILSON¹⁶⁰⁾ によつて論じられている。

マアジ： 対馬暖流開発調査以来、添加あるいは回帰の研究に主として西海区水研により実施され、餌育実験、発見報告率に関する基礎実験と平行して、1952～55 年九州西北部で 1.9 万尾放流され、8.6 % の再捕がなされた。この結果より当才および 1 才時春秋 2 度五島灘に來遊し、秋の盛漁期 3 カ月当りの漁獲率は 0.33 と推定された^{72～74) 150)}。

クジラ： 鯨類の標識記録には、1910 年紀州沖でシロナガスに真鍮棒を打込み、2 年後金華山沖で再捕した例や、1914 年南氷洋で実験的に行なつたものがある。組織的な実施は英国ディスカバリ委員会による 1925 年の実施以後である。日本では 1949 年より北太平洋で標識放流を行ない、1953 年には北洋で、つい

で 1955~56 年漁期に南氷洋国際鯨族標識計画に参加した。従来の知見は主にナガス、ザトウクジラの移動・回遊とこれに関連した系群に関するものが多く^{10) 34) 83) 95)}、最近国際捕鯨委員会において資源量の推定などに標識放流資料の使用が可能かどうかを検討することの必要性が述べられている。南氷洋のナガスクジラは 1932~1959 年に約 4.6 万頭放流され、374 頭の再捕をみ、近年再捕数が増加し、戦前放流されたものが毎漁期のように再捕され、25 年経過したものもあり、成長・年令⁹⁰⁾についての知見が得られている。北洋ナガスクジラの資源量の推定に関する論文については第 4 章で触れる。標識法は鰭による体内標識法で、有効標識鰭数の算定、再捕鯨の生物学的調査の可能性などの問題がある。

オットセイ： 島上で標識され、標識装着による死亡は少なく再捕報告率が高い。毎年調査報告書が日ソ米加で交換されている。1860 年頃より切断法で標識され¹⁵⁹⁾、日本では 1930~32 年に焼印または標識票装着による方法を採用した⁷⁰⁾。回遊・成長・死亡率の推定などの知見をうることが目的とされ、独身獣が各ルッケーリーに上陸する状況には回帰傾向と好い環境を選択する傾向がある⁷⁹⁾こと、日本沖合のオットセイのプリビロフ島由来のものが 30% を占めるなどの知見^{76) 77)}が得られている。また PETERSEN 法により求めたプリビロフ島の仔獣生産量は 1947 年には 48 万頭であつたのが、1956 年には 92 万頭となり 1953 年以降の急激な増加が推測された⁷⁸⁾。

以上主たる標識対象水族につき個々の項目にわけて説明したが、この他断片的・局所的に標識されている水族についてもかんたんに触れておこう。

ウナギでは戦前より沼への移植の際に背鰭中央部を切除する方法が行なわれ、またシラスについては染色法による方法がとられた³⁵⁾。霞ヶ浦・諏訪湖のワカサギについては産卵移動の調査に標識放流調査が実施され、基礎的知見も得られている^{115) 116)}。東京湾のマハゼはモデル的に毎年 1000 尾程度放流され、標識率法により 9~10 月のマハゼは 1~2 億尾と推定された⁸⁶⁾。アユの遡上数の推定⁶⁰⁾や成育状況¹¹⁴⁾、エビ類^{26) 43) 52) 53) 92) 126)}、貝類^{25) 27) 28) 29)}、ウニ⁸⁾、ナマコ²⁵⁾、ヒトデ¹²⁴⁾、ホンザメ¹⁰⁷⁾、カニ類^{32) 67)}、その他タイ、カジキ、ソウダガツオ、ヤイト、ボラ、コイ、フナ、キグチ、ハモ、ハタハタ、メスケ、タコなども標識放流の対象となつているが、断片的で資料も少なく知見も十分でない。

以上極めて簡単にそれぞれの水族の標識放流調査の概要を述べたが、標識対象水族をその実施状況により次のように大きく分類できよう。

1. 戦前より標識放流調査が実施され、現在なお継続されている水族： サバ、ブリ、サケ・マス、スケトウダラ、アブラツノザメ、スルメイカ、タラバガニ
2. 戦前に比較し現在あまり実施されていない水族： イワシ、ニシン、サンマ、カツオ
3. 主として戦後実施されている水族： ヒラメ・カレイ、ホッケ、マグロ、マアジ、クジラ、オットセイ
4. 小規模に局所的・実験的に実施された水族： ウナギ、ワカサギ、マハゼ、アユ、エビ、貝、その他の水族

第 4 章 標識放流結果による資源特性値および資源量の推定

標識放流調査により、水族の移動・成長・系群に関する多くの知見が得られるとともに、対象資源の生残率、漁獲死亡の割合などの資源特性値および資源量の大きさに関する知見が期待され、資源の量的解析の発展に伴ないその要望は年々強いものとなつている。

1896 年 C. G. PETERSEN がある水域における漁獲の割合や資源量を推定するのに標識放流法を利用して以来、この目的のために標識放流の調査資料が多く解析されている。しかし既往の調査は放流技術上の問題や調査が計画的に行なわれていない点、また放流・再捕の尾数が僅少であるといつたことから、資源量を推定するにたる資料に不足し、実用の域に達していないものが多い。

ここで一般の成書に述べられている資源量推定の 2, 3 の基本的な方法について触れておこう。PETERSEN 法は漁期始めにできるだけ多くの標識放流を行ない、放流尾数、ある時期までの再捕尾数と漁獲尾数とより放流時期の資源尾数を求める方法で、一斉放流法ともいわれ、資源尾数を偏りなく推定するためには後で述

べる多くの条件が満足されなければならない。

この方法に対し逐次反復放流法 (SCHNABEL 法) がある。これは最初 n_1 尾を漁獲放流し、ついで n_2 尾を漁獲し未標識魚に標識して放流するといった、水界の標識魚を徐々に増加させる方法である。すなわち資源尾数は変化せずに、標識魚・再捕魚の割合が増加する。 t 回までの総標識魚数、 t 回目の漁獲尾数、再捕尾数により資源尾数を推定することができる。PETERSEN 法では漁獲死亡や自然死亡があつても標識魚と非標識魚の間に差がなければ死亡による資源尾数の推定に偏りを生じないが、SCHNABEL 法では自然死亡があると資源尾数は過少に推定される。

回遊魚の標識放流資料の解析法として SCHAEFER の層別法がある。これは回遊路の A 地点で標識放流し、B 地点で漁獲が行なわれて再捕魚がえられる場合、標識の時期 i と再捕の時期 j とに区別して、各 i 期の標識放流尾数、 i 期放流尾数中の各 j 期に再捕された尾数、 j 期の漁獲尾数より回遊魚の総資源尾数を推定するものである。

この他資源量の推定やまた生残率、漁獲係数のような資源特性値の推定について放流尾数、再捕尾数の系列を用いて、それぞれの標識放流資料の内容に適した解析法が展開されている。

上記の推定が偏りなく行なわれるためには、放流方法、標識魚の行動、再捕状況など放流より再捕報告にいたる経過で設けられた仮定が検討されなければならない。W. E. RICKER¹⁵⁸⁾ は標識放流調査結果の系統的誤差原因につき、次の 3 型に分類している。

- A 型: 漁獲率の推定に影響するが全死亡の推定には影響しない種類の誤差 (標識直後かなりの部分に死亡または票の脱落が起こる場合、再捕魚の発見報告が不十分な場合)
- B 型: 漁獲率の推定には影響せず、全死亡の推定に影響する誤差 (長期にわたる標識魚の自然死亡の増加または標識の脱落がある場合、漁場からの魚の移動がある場合)
- C 型: 最初の年の再捕を直接に全死亡か漁獲率の推定に利用できないようにする誤差 (標識魚と非標識魚の混じり方が不完全な場合、標識魚が漁具に対し抵抗性を持つ場合)

他方 BEVERTON-HOLT¹⁵⁹⁾ はこれらを第 I と第 II 型の誤差原因にわけている。

水産資源の場合、対象が直接視察できない水中の生物で、採捕が漁業を通して行なわれることが多い。したがって標識魚の自然死亡率の増加、標識票の脱落、漁業の圧力の不均質性、再捕・報告記録の不完全さは避けることが難しく、たとえこれらの値を推定しても変動が大きく信頼しうる結果がえがたい。

従来標識放流調査と平行して飼育・蕃養実験を行なつて標識票装着による死亡や票の脱落割合の推定が試みられ、また漁獲物中に標識個体を実験的に混入して発見報告率を求める市場実験などが試みられている。この 2, 3 の例を眺めてみよう。

a) 標識装着による死亡の割合

マイワシの標識操作による死亡は 12 日間生簀内飼育の結果 28 %¹⁴⁷⁾ の値がえられ、ワカサギでは最初の 1 週間はほとんど死亡せず、1 カ月後は 40 % が斃死した¹¹⁶⁾。ボラの飼育実験では 6~7 %¹³³⁾、小アジでは再捕期間中の標識魚の死亡は票の脱落と同様無視しうる結果⁷⁴⁾ がえられている。マハゼの水槽飼育の結果では週単位の自然死亡係数、標識減耗係数は第 1 回実験では 0.197, 0.435, 第 2 回目で 0.066, 0.322 がえられ、標識減耗係数の値は水槽でもフィールドでもほとんど同じであろうと推測された⁸⁶⁾。ウニについては 4 期にわたり 7~24 日間飼育した結果、平均死亡率は標識ウニ 0.143, 非標識ウニ 0.042 で前者の死亡率が 3.4 倍と高いが、その死亡は標識後数日中に起こっている⁸⁾。標識装着直後に死亡または票の脱落が多く起こる場合にはある期間蕃養し、これらの状態が安定してから放流すれば資源量推定の精度が高められよう。

b) 標識票の脱落率

ワカサギの背に鈎をつけた標識の 1 カ月後の脱落は 10 % と推定され^{115) 116)}、尾柄にセルロイドを巻きつけたボラでは、体重の小さい方が脱落率大きく 0.36~0.86 に及んだ¹³³⁾。また第 1 背鰭基部、鰓蓋への標識ではいずれも 10 カ月以内にすべて脱落し、装着直後脱落するものと数カ月後に銅線が切れて脱落するもの

がみられた。マハゼの脱落率は1週間で0.117と実験的にえられ¹⁶⁾、ウニでは、7~24日の期間中脱落するものなく、1年後の再捕状況から1年前後での脱落は無視しうと考えられた⁹⁾。鰭の切除による方法では切断した鰭の再生が標識票の脱落に相当し、ウナギの場合標識魚の誤認率は0.2と考えられ⁸⁴⁾、サケ稚魚については1時間当たり300~800尾の鰭の切除による標識がなされるが、完全に切除されているものの割合はおおよそ70%程度である¹⁰⁰⁾。

c) 標識魚の発見・報告率 (第3表)

標識魚の発見率は、標識個体が大型で漁獲後1尾ずつ取り扱われるものほど高く、小型・安価でまとめて売買・加工されるものほど低いことは周知のことである。標識をつけたホッケ90尾を市場に流した結果では10%の報告²¹⁾をみている。スルメイカについては、加工工程は鰯製造、塩干製造、冷凍の3工程に分けられ、製造工程では1尾ごとに処理されることからここでの標識放流調査に対する理解と関心をたかめることにより発見率を高めることが可能で、100尾に対し68尾の発見報告の結果をえた¹¹⁹⁾。スケトウタラについては標識票の色・型による差をみとめ、宣伝効果の重要性が指摘され²⁵⁾、またマイワシ・カタクチイワシ・マアジについての4回の調査では平均61.6%の結果をえたが、毎回の変動は極めて大きい⁷⁴⁾。北洋の鯨についての実験では回収率76.4%を得²⁴⁾、ホッケイビの90%という高率の例もある⁵³⁾。

標識放流調査の際に標識票の色・型などを変えて標識した魚を平行して放流し、再捕結果から標識票の有効性・発見報告率の優劣を比較することは行なわれている¹¹⁶⁾(第4表)、これらの結果からは標識法の相対的な優劣の判断はできても発見報告率の値は推定できず、他の再捕率に関係する要因と交絡する危険性を持つ。

すでに述べたように発見報告率の推定値は標識放流調査に対する関係者の理解の程度、関心の度合によって大きく支配されるので、実験的にたえずチェックする必要がある。

以上標識票装着による死亡率、票の脱落率、発見報告率に関する従来の知見を眺めてみたが、対象とする資源に上記の値を適用するには実験による変動が大きく、ただ目安を得るにとどまる。このほか再捕率が標識しようとする魚を漁獲する漁具により異なることも報告されている。四つ手網と釣による池中でのコイを用いた実験では、一度釣られて放流されたものは再び釣られる率が大きく、資源量を過少評価する傾向がある¹²³⁾。また張網や定置網採捕によるサバ標識魚の再

第3表 発見・報告率実験例

報 告 者	報 告 年 次	対 象 水 族	実 験 個 体 数	発 見 報 告 率
北 水 研 添 田 久保・森下 村上・牟田	1952	ホ ッ ケ	90	10%
	1953	ス ル メ イ カ	100	68
	1954	ホ ッ カ イ エ ビ	50	90
	1957	マ イ ワ シ	20	10
		マ ア ジ	50	90
		マ ア ジ	17	76.5
		カ タ ク チ	20	70
	吉 田	1958	ス ケ ト ウ ダ ラ	10
〃		36	36	
〃		100	21	
川 上	1959	ク ジ ラ	96	76.4

第4表 標識リボンの色による再捕率の差の例
(諏訪湖産ワカサギ)

色	放流数	再捕数	再捕率%
緑	50	26	52.0
橙	49	20	40.8
青	50	20	40.0
白	50	20	40.0
赤	248	97	39.1
紫	49	16	32.7
鈎のみ	50	12	24.0
計	546	211	38.6

[白石(1953)より]

第5表 サバの漁具別放流尾数と再捕結果
(日本海 1952~1959)

漁具	放流数	再捕数	再捕率%
定置網	2665	111	4.17
はね釣	2439	14	0.57
巾着網	1094	3	0.28
八艘張網	615	44	7.15
毛釣	110	0	0
不明	353	15	4.26
計	7276	187	2.57

[町中(1960)より]

捕率は、はね釣りや巾着網でとられた標識魚の再捕率よりもかなり高い結果がえられている⁶²⁾ (第5表)が、これは標識装着後の死亡が漁具により異なるためであろう。

こうした資源量を推定するための難点は反面理論の発展を助長したともいえる。推定法に関する数理的な研究は近年多く展開され、また W. E. RICKER¹⁵⁷⁾ によりハンドブックの形で実用の便に供されている。つぎにわが国における方法論的な 2, 3 の論文をみてみよう。

吉原¹⁵⁴⁾は資源量が龐大で、標識率および再捕数が小さいときに資源量を推定する方法として、細菌密度を求めるときに用いられる最確数を利用する方法を述べている。この方法では資源の加入や逸散がなく、標識魚は全群とただちに混合する仮定のもとで、操業各回の漁獲高と其中的の標本魚の有無の記録があれば資源量を求めることができる。

田中¹⁵⁴⁾は漁業によつて資源が次第に減少する場合について、標識発見数から漁期始めの資源量を推定する最尤解をモデルとしてポアソン分布および二項分布を用い逐次解析法により北洋ナガスクジラの資源量を推定した。

能勢⁸⁴⁾は養鰻池のウナギの総数を PETERSEN 法により推定し、実測値との比較から推定の偏りは主として非標識魚と標識魚の誤認にあるとし、誤認率既知のときの資源量の推定およびその信頼区間を補正する式を誘導した。また標識魚の自然死亡の増加分と標識の脱落とを含めて標識減耗とし、この大きさが資源尾数の推定値に与える偏りの程度を吟味し、放流後の各期の漁獲物にあらわれる標識率の系列を用いて偏りを除く方法を示した⁸⁵⁾。ついでこの標本標識率法を東京湾マハゼの資源量の推定に適用し、PETERSEN 法、BEVERTON 法による推定値と比較し、PETERSEN 法では過大推定となることを指摘し、BEVERTON 法との併用により週単位の自然死亡係数、漁獲率、生残率の推定を行なった⁸⁶⁾。放流時の資源尾数を推定するとき、放流後に加入があると PETERSEN 法では過大推定となるが、加入が現在尾数に比例して起る場合と、一定水準で継続して起る場合とに分類してこの過大推定の程度をみつかり、標本標識率の逆数の系列を用いて偏りを除く方法を示した⁸⁷⁾。

資源特性値の推定や資源量の推定を各水族を対象として行なつたものには上記のほかにつぎのような報告がある。漁獲の割合の推定については、タラバガニ¹³⁷⁾、ブリ¹³⁸⁾、サバ¹³⁹⁾、マダラ¹⁴⁰⁾、スルメイカ¹⁴¹⁾、イワシ¹⁴²⁾、カツオ¹⁴³⁾に関する田内の一連の論文がみられる。その他タラバガニ^{5) 151)}、マイワシ⁸²⁾、マアジ⁷⁴⁾、マサバ⁷⁰⁾、ブリ^{2) 58)}など漁獲率の推定に放流・再捕の結果が用いられている。またシロザケ、ベニザケの網傷による死亡および自然死亡係数の和を推定した報告^{181) 132)}もみられる。さらに資源量に関して言及した報告として、ブリ⁴⁾、マダラ⁴⁾、ベニザケ¹²⁸⁾、アブラツノザメ⁴⁴⁾、タラバガニ¹¹³⁾、クジラ¹⁰⁾、オットセイ⁷⁸⁾、アユ⁸⁰⁾、コイ¹³⁸⁾などがある。

以上資源特性値および資源量の推定における問題点や事例に触れたが、将来の問題として推定の際に仮定される基礎的な事項を検討すると共に、計画的に多数個体について調査を実施し、さらに漁獲統計資料などによる資源量の解析を併用することが望ましい。また標識放流の実情により則した解析法の展開が今後に期待されねばならない。

第5章 標識放流調査の問題点

すでに前章までにおいて個々の問題点に触れたが、これらを整理し、今後のあり方を考えてみたい。「漁の豊凶・漁獲物の価格なり手持の労働力によつて支配された無計画な放流が従来の重要な欠点である」と相川⁶⁾が指摘しているように、放流計画に限らず標識放流調査全般に関する計画性の欠除がまず問題となる。標識放流調査結果が資源研究上重要な多くの情報を提供することはすでに指摘したところであるが、そのためかえつて主目的とするものが打出されず漠然と多目的的に実施されたきらいがある。移動回遊路の推定が目的なのか、系群の識別を主目的とするか、漁業の資源に及ぼす影響を推測したいのか、目的により標識法、予備実験の必要性、放流法などに考慮すべき点があつて然るべきであろう。

つぎに有効に目的を達成するため標識を付する放流魚の捕獲方法、標識操作に必要な器具・補助設備の段

取り、標識票や装着部位などの標識法の技術的な検討、漁業の実態と生物学的な知見に基づく放流時期・場所、放流尾数や体長などの放流上の問題が決定される。さらに放流・再捕資料として蒐集すべき諸事項の検討、放流・再捕報告に関する関係各機関への連絡依頼、宣伝・啓蒙・褒賞に関する決定がなされねばならない。時には飼育による標識魚の死亡割合や票の脱落率、市場の発見報告率をチェックする基礎実験の計画も必要とされる。

重要魚種であつても技術上の難点で標識放流調査が有効に推進されていない魚種も多く、また幼魚の標識、大量処理法など標識放流の有効性が標識技術の改善、確立に負うところが極めて多い。新たに調査計画を立てる場合、標識法は従来の数多くの標識放流調査の経過や実験結果を参照として、それぞれの施行機関が独自の判断で決定する場合が多く、標識法が実施時期によりあるいは実施機関により必ずしも統一されていない。これも技術の不足によるもので、比較すべき再捕率に差があつたとしても、漁業の圧力が異なるためなのか、標識が異なるためなのかといった原因の交絡のために明確な判断は下しえない。この種の改善には従来の研究に見られる単なる生物学者だけでなく、機械や電気技術者の協力による研究チームとしての組織的な動きが望ましい。

相川が指摘するよう放流計画に対しても十分吟味されていたか、また計画通り進めるよう努力され、チェックされていたかについては極めて疑問である。同じ 1000 尾を放流するにも漁期始めに一地点で行なうか、時期をわけて数地点で行なうか、産卵場で行なうかなど系群の識別なり資源量の解析上では重要な問題となつてこよう。計画的に放流を行なうためには、各種漁撈設備、活魚槽、魚体固定台など標識を付する魚の採捕より放流するまでの必要諸設備を備えた標識放流専用船という声も聞かれるように、一つの計画にそつた関係諸機関の協力的な動きが要請される。

再捕の問題については、発見率を高めるよう標識票の選定や装着部位の決定に際し配慮されるべきことはすでに述べたが、発見されたものが関係機関に報告されなければ結果としては何の役にも立たない。発見報告率を高めることは標識放流調査を有効なものとするため極めて重要であり、発見報告率に関する市場調査の結果からみても標識技術を改善するよりもある面においては効果的であろう。関係業者に対する標識調査の意義の徹底、標識魚を発見した場合の処置法などの普及・啓蒙による効果は、単にその魚種のみにとどまらず標識放流対象魚すべての再捕発見率に影響し、さらには資源研究の理解と協力に結びつくものであり、絶えず機会をとらえて実施すると共に、発見した場合の処置は簡単にすむものであり、届出に対する褒賞も発見報告の意欲を増長するような工夫が必要である。

つぎに標識放流調査資料の利用の問題がある。過去放流・再捕の資料を用いて多くの研究がなされているが、この際蒐集可能な一部の資料に基づく場合が多い。関係各機関の調査結果はそれぞれ研究報告、業務報告などにより公表されてはいるが、その報告は必ずしも利用したい研究者の眼に触れるものではなく、特に再捕に関する資料は見落しやすく、年月の経過と共に散逸する危惧が多分にもたれる。標識放流調査から得られる資源研究上の知見が広汎であり、各関係機関いずれも多かれ少なかれ実施している調査だけに、たとえば鯨類の標識調査の結果が英国国立海洋研究所に集録されているように、資料を集録すると共に公表する中心的な機関の存在が望ましい。広く資源研究に利用し易い資料とすると共に、標識技術の改善・向上に役立つ経験的な情報の蓄積がなされることとなろう。

標識放流資料に基づきいろいろな知見を求める際にもそれぞれ問題点がある。海産魚の資源量の解析には標識技術と漁業の諸条件から解析理論の発展にかかわらず実用的には悲観的要素が多く残されている。方法論的には W. E. RICKER 等の研究によりかなりの範囲に適用しうるものが類型化して与えられているが、第 4 章にも指摘したように、資料の少ないことと共に資料自身の信頼性に難があり、解析に先立つて放流・再捕の内容などの基礎的検討が必要である。たとえば標識放流技術や再捕報告率の変化が漁業の圧力による再捕率への影響と交絡せずに分離できるような基礎的な検討、放流時期や放流魚体による再捕率への影響、少ない資料を有効に利用するための放流方法・放流時期などの検討が必要となろう。回遊路や系群に関する研究でも、従来の放流が実施しやすい魚群に集中される傾向があり、時期的にも海域的にも魚群の生態的一

断面しか把握しえない場合が多い。

以上主として研究上の問題点に触れたが、標識放流調査が有効に実施されるためには、業界の協力が不可欠である。魚種によつては放流が業界の支援によつて実施され、再捕に関しては漁業を通してのみ可能であることを考えれば、単なる依頼・教育啓蒙といったものから積極的協力の形にまで高める必要があり、研究成果の業界への迅速なフィードバック・役立つ研究が研究者に課せられた責務となる。

文 献

- 1) 阿部崇明・市川善三郎：能登半島近海におけるホッケの放流試験（予報），日水研創立三周年記念論文集（1952）。
- 2) 相川広秋：標識放流試験より見たるブリの魚群体，水産学会報，7（4），（1938）。
- 3) ———：水産資源学，水産社（1941）。
- 4) ———：標識放流結果に基く漁獲率および自然死亡率の推算とそれらの魚群体の開発に関する意義，水産学会報，9（1），（1942）。
- 5) ———：水産資源学総論，産業図書株式会社（1949）。
- 6) ———：資源生物学，金原出版（1960）。
- 7) 新谷久男・大槻俊秋・町中 茂：スルメイカに関する研究一廻游，対馬暖流開発調査報告書，第4輯（1958）。
- 8) 富士 亮：バフンウエの標識法について，水産増殖，10（1），（1962）。
- 9) 藤川芳松・中島由太郎：昭和11，12年度放流の標識イワシの再捕について，北水試旬報，（395），（1938）。
- 10) FUJINO, K.: Immunogenetic and marking approaches to identifying subpopulations of the North Pacific Whales. The Sci. Rep. Whales Res. Inst., 15（1960）。
- 11) 花村彦彦：マサバの廻游，対馬暖流開発調査報告書，第4輯（1958）。
- 12) 花村彦彦・辻 敏：日本海北方水域のマサバ，対馬暖流開発調査 第5回シンポジウム発表論文（1957）。
- 13) 平野義見：北海道のホッケについて，北水試月報，4（1），（1947）。
- 14) ———：過去のサケ属魚類標識放流試験と主にその結果から見た北太平洋北西海域における廻游経路—I. サケ（*Oncorhynchus keta*），カラフトマス（*O. gorbuscha*），本誌，18（10），（1953）。
- 15) ———：サケ属魚類標識放流試験結果概観，北海道水産試験場（1953）。
- 16) HIYAMA, Y. and ICHIKAWA, R.: The influence of various types of tags and Pb-injection upon the mortality rate of fish. 本誌，19（4），（1953）。
- 17) 檜山義夫・市川竜資：放射性コバルトによる魚類標識法の研究，アイソトープ研究利用総覧（1957）。
- 18) 檜山義夫・他6名：放射性同位元素によるニジマスの天敵の追跡，本誌，26（9），（1960）。
- 19) 檜山義夫・他3名： ^{60}Co 腹腔内標識によるニジマス稚魚の天敵の追跡，本誌，27（4），（1961）。
- 20) 星野 暹・森 勇：スルメイカ標識放流試験，長崎水試事業報告（1949）。
- 21) 北海道区水産研究所：紋別港の標識ホッケの見落としとその再捕報告の宣伝効果について，以東底魚資源研究，2（1952）。
- 22) ———・他：北海道区資源調査要報，第5号（イワシ資源調査 No. 2）（1953）。
- 23) ———・他：北海道区資源調査要報，第3号（以東底魚資源調査 No. 1）（1952）。
- 24) 北水研・北水試標識放流研究会：標識，第1号（1957）。
- 25) ———・———：標識，第2号（1958）。
- 26) 細谷幸一・畑中隆二：茅部郡砂原村におけるボタン蝦の標識放流，北水試旬報，（545），（1942）。
- 27) 猪野 俊：サザエ（*Turbo cornutus* Solander）の生態学的研究 I. 環境の相違による棘の消長，本誌，19（4），（1953）。
- 28) 猪野 俊・亀高洋介：サザエ（*Turbo cornutus* Solander）の食量と環境に依る形態の変化に就て，本誌，12（3），（1943）。
- 29) 猪野 俊・他3名：二枚貝の標識方法の様式及びそれによる生態学的実験の一例，水産増殖，2（1），（1954）。
- 30) 石田昭夫：ニシン漁業とその生物学的考察，漁業科学叢書，第4号（1952）。
- 31) 石田力一：黒頭鯨調査報告 第Ⅲ報，能取湖産黒頭鯨標識放流試験 其の1，解試報，4（2），（1949）。
- 32) 伊藤勝千代：日本海の底魚漁業とその資源—ズワイガニ，日水研報告，第4号（1956）。
- 33) 川尻 稔：鱒の湖中養殖試験，水産試験場調査資料，7（1940）。

- 34) 川上武彦：昭和 32, 33 年北太平洋における鯨類標識調査，鯨研通信，No. 91 (1959).
- 35) 笠原正五郎：シラスウナギの標識放流実験について，水産増殖，3 (1)，(1955).
- 36) 笠原 昊・大鶴典生：サンマの研究，漁業科学叢書，第 3 号 (1952).
- 37) 笠原 昊・伊東英世：サバの生態，漁業科学叢書，第 7 号 (1953).
- 38) 片山 年：鯖漁業，水産社 (1940).
- 39) 木部崎 修：東海・黄海における底魚資源の研究，第 1 号—標識放流，西海区水研 (1953).
- 40) 木村喜之助：標識放流試験より見たるブリの移動，定置漁業界，32 (1937).
- 41) ———：魚群の洄游に就いて，農学，1 (2)，(1947).
- 42) ———：サバの洄游路（サバ標識放流試験結果），本誌，19 (4)，(1953).
- 43) 木下虎一郎：伊勢蝦の標識に就いて，水産研究誌，25 (12)，(1930).
- 44) 小島伊織：標識調査によるアブラツノザメ洄游とその一考察，北水試月報，14(3)，(1957).
- 45) ———：アブラツノザメに関する研究，第 5 節 洄游移動，対馬暖流開発調査 第 5 回シンポジウム発表論文 (1958).
- 46) 児島俊平：ブリ若年魚の標識放流結果について，本誌，27 (4)，(1961).
- 47) ———：隠岐島近海で標識したマサバの移動について，本誌，28 (1)，(1962).
- 48) 近藤平八・北浜 仁：北海道太平洋沿岸に於ける小ニシン標識放流試験，北水研報，9 (1953).
- 49) 近藤平八・中山信之：小ニシン標識放流試験 (1953 年度)，北水研報，11 (1954).
- 50) ———・———：北海道太平洋沿岸におけるニシン標識放流試験，北水試月報，15 (8)，(1958).
- 51) 小杉寛夫・他 3 名：日本海におけるカラフトマスの標識放流試験結果 (1958—59 年)，北水試月報，17 (1)，(1960).
- 52) 久保伊津男・服部茂昌：イセエビの標識放流成績に関する考察，特に成長度及び脱皮回数に就て，本誌，13 (1947).
- 53) 久保伊津男・森下恵一：野付湾産ホッケイエビの漁業，資源，繁殖保護，資源研彙報，33 (1954).
- 54) 久保伊津男・吉原友吉：水産資源学，共立出版 (1957).
- 55) 久保達郎：網走川における鮭標識放流に就て，解試報，3 (2)，(1949).
- 56) 熊谷博之・他 2 名：北海道太平洋沿岸におけるニシン標識放流結果，北水試月報，7 (1)，(1950).
- 57) 倉田 博：標識魚の蓄養実験（マサバ・カタクチイワシ），北水研報，10 (1954).
- 58) 栗田 晋：ブリの漁況と海況に関する統計的研究，東水研報，31 (1961).
- 59) 黒木敏郎：水産における準エルゴード性と漁獲変動解析への応用例，鹿児島大学水産学部紀要，4 (1955).
- 60) 京都府農林部水産課：河床型とアユの生活，1956 年度鮎放流基準調査報告書 (1957).
- 61) 町中 茂：日本海におけるスルメイカ標識放流結果について，日水研報告，7 (1959).
- 62) ———：日本海における 1952~1959 年のサバ標識放流調査結果について，日水研年報，6 (1960).
- 63) 丸川久俊：たらばかに調査，水試報告，4 (1933).
- 64) 丸川久俊・神谷尚志：重要魚類の標識放流成績，水試報告，1 (1)，(1930).
- 65) 松下友成：ブリとその漁業，漁業科学叢書，第 6 号 (1953).
- 66) 松下友成・伊東英世：サバとブリの標識再捕記録，漁業科学叢書，第 5 号 (1952).
- 67) 松浦義雄：ズワイガニの生態に就いて，動維，46 (551)，(1934).
- 68) 森 勇：スルメイカ標識放流試験，長崎水試事業報告 (1953).
- 69) 牟田邦甫：昭和 28 年 4~12 月に実施せるマイワシの標識放流，イワシ資源調査報告書 (昭和 28 年)，西海区水研 (1954).
- 70) 牟田邦甫・他 2 名：サバの標識放流，対馬暖流開発調査報告書，第 4 輯 (1958).
- 71) 村上子郎・牟田邦甫：昭和 29 年に実施せるマイワシの標識放流について，イワシ資源調査報告書 (昭和 29 年)，西海区水研 (1955).
- 72) ———・———：鰺・鯖の標識放流について (第 2 報)，対馬暖流開発調査第 2 回シンポジウム (1955).
- 73) ———・———：マアジの飼育実験について (予報)，日本水産学会 1956 年度秋期大会報告 (1956).
- 74) ———・———：標識放流及び飼育実験から検討した九州西岸のマアジ・サバの若年魚について (第 1 報 洄游および再捕率の検討) (予報)，対馬暖流開発調査 第 5 回シンポジウム発表論文 (1957).
- 75) 村上子郎・他 6 名：マイワシ標識放流試験，いわし資源調査報告書 (昭和 26 年 1 月~12 月)，西海区水研 (1952).
- 76) 長崎福三：オットセイ，漁業科学叢書，第 8 号 (1953).

- 77) NAGASAKI, F.: Some aspects in the distribution of fur-seals in the North Pacific. 東水研報, 28 (1960).
- 78) ———: Abundance of pups on the Pribilofs estimated from tag-recoveries. 東水研報, 28 (1960).
- 79) NAGASAKI, F. and MATSUMOTO, K.: Homing tendency of the bachelor seals to their native rookeries. 東水研報, 18 (1957).
- 80) 永田俊一: 日本海におけるブリ標識放流結果について, ていち, 21 (1959).
- 81) ———: 日本海におけるブリ標識放流結果について, 日水研報, 7 (1959).
- 82) 日本海区水産研究所: 昭和 29 年鯨資源協同研究経過報告 (1957).
- 83) 西脇昌治: 1961 年度琉球捕鯨調査報告, 琉球漁業株式会社 (1961).
- 84) 能勢幸雄: Fin-clipping 法による養鰻池のウナギの総数の推定について, 本誌, 25 (4), (1959).
- 85) ———: Petersen 型資源量推定法の一吟味, 本誌, 27 (8), (1961).
- 86) ———: 標識率法による東京湾北部のマハゼ資源量の推定, 本誌, 27 (8), (1961).
- 87) ———: Recruitment のあるときの Petersen 型資源量推定法について, 本誌, 27 (10), (1961).
- 88) 尾形哲男: 日本海の底魚漁業とその資源—ホッケ, 日水研報告, 4 (1956).
- 89) ———: 日本海の底魚漁業とその資源—スケトウダラ, 日水研報告, 4 (1956).
- 90) 尾形哲男・大内 明: 日本海におけるスケトウダラの標識放流調査Ⅱ, 1959 年の調査結果, 日水研年報, 5 (1959).
- 91) 尾形哲男・他 2 名: 日本海におけるスケトウダラ (アカガレイ・その他の底棲魚類を含む) の標識放流調査Ⅰ, 1956~57 年の調査結果, 日水研年報, 4 (1958).
- 92) 岡田・加藤: イセエビの研究 (Ⅰ), 資源研短報, 1 (1946).
- 93) 奥田 績: 「にじます」の標識魚飼育試験について, 水産増殖, 5 (1), (1957).
- 94) 王 胎観: 北海道及び樺太におけるタラバガニ stock に関する一, 二の知見, 本誌, 5 (5), (1937).
- 95) 大村・他 3 名: 北太平洋産ナガス鯨の系統に関する研究, 鯨類研究所 (1958).
- 96) 大隅清治: 標識調査によるナガス鯨の年令と成長の検討, 鯨研通信, 105 (1960).
- 97) 大滝英夫: 標識放流で気のついたことなど, 底魚資源調査研究連絡, 15 (1953).
- 98) 大内 明: 日本海の底魚漁業とその資源—アブラツノザメ, 日水研報告, 4 (1956).
- 99) 坂野栄市: 鮭鱒稚魚標識放流試験 (Ⅱ), 鮭及び樺太鱒標識魚の再捕結果 (昭和 30 年度), 鮭試報, 11 (1956).
- 100) ———: 北海道におけるサケ稚魚の標識放流試験 (昭和 26 年~34 年), 鮭試報, 15 (1960).
- 101) ———: Anaesthetizing experiments of chum salmon fry with Tricaine Methanesulfonate (M. S. 222), 鮭試報, 16 (1961).
- 102) 坂野栄市・原 茂: 鮭鱒稚魚標識放流試験 (Ⅰ), 鮭標識魚の再捕結果 (昭和 29 年度), 鮭試報, 10 (1955).
- 103) 坂野栄市・三浦 巖: 鮭鱒稚魚標識放流試験 (Ⅲ), 鮭標識魚の再捕結果 (昭和 31 年度), 鮭試報, 12 (1958).
- 104) ———・————: サケ・マス稚魚の標識放流試験 (Ⅵ), サケ標識魚の再捕結果 (昭和 34 年度), 鮭試報, 15 (1960).
- 105) 佐野誠三: 日本近海産鮭の系統と洄帰性, 鮭試報, 6 (1951).
- 106) 佐野誠三・小林哲夫: さけ稚魚の生態調査 (2), 標識放流試験における稚魚の移動と成長について, 鮭試報, 8 (1953).
- 107) 猿田辰雄・笠原康平: 魚類の標識放流方法に関する一資料, 東北水研報, 1 (1952).
- 108) 佐藤六治: 昭和 11 年度北洋産鮭鱒魚類の標識放流試験に於いて判明せる新回遊路について (第 1 報), ペニマス, 本誌, 6 (4), (1937).
- 109) ———: ——— (第 2 報), サケ, 本誌, 6 (5), (1938).
- 110) ———: ——— (第 3 報), カラフトマス, 本誌, 6 (6), (1938).
- 111) ———: 昭和 12, 13 年度北洋産鮭鱒魚類の標識放流試験に於いて判明せる新回遊路について, 本誌, 8 (4), (1939).
- 112) 佐藤 栄: 北海道近海におけるタラバガニの移動並に系統について, 北水試事業旬報, (423~425) (1939).
- 113) ———: タラバガニの发育並びに漁業生物学的研究, 北水研報, 17 (1958).
- 114) 清水定雄: 琵琶湖産小鮎の標識放流, 楽水会誌, 28 (7), (1933).
- 115) 白石芳一: 諏訪湖産ワカサギ (*Hypomesus olidus*) の標識による産卵移動調査並に溯河の生態について, 淡水研報, 1 (1), (1952).

- 116) ———: ワカサギの標識放流 (第2回試験), 淡水研報, 2 (1), (1953).
- 117) 添田潤助: 日本沿岸におけるスルメイカの洄游について, 北水試月報, 4 (4), (1947).
- 118) ———: 日本沿岸における“するめいか” *Ommastrephes sloani pacificus* (Steenstrup) の洄游に就いて, 北水試研報, 4 (1950).
- 119) ———: ホッケとその漁業, 北水試漁業資料, 2 (1953).
- 120) ———: スルメイカ *Ommastrephes sloani pacificus* (Steenstrup) の生態並びに繁殖に関する研究, 北水研報, 14 (1956).
- 121) 須田 明: マグロ標識放流調査, 北洋, 6 (1), (1961).
- 122) ———: 北太平洋のビンナガの魚群構造とその漁況変動, 南水研報, 15 (1962).
- 123) 末広恭雄: 標識放流に関する1資料, 水産試験場調査資料, 6 (1939).
- 124) 菅原兼男・他2名: ヒトデの標識放流, 科学, 25 (9), (1955).
- 125) 杉目宗美: アブラザメ調査の現況, 対馬暖流開発調査 第5回シンポジウム発表論文 (1957).
- 126) 高山活夫: 伊勢蝦標識の一様式に就いて, 水産研究誌, 34 (4), (1939).
- 127) 竹村嘉夫: 魚類標識方法の研究 I, 標識用針金の腐蝕性, 本誌, 17 (12), (1952).
- 128) 田口喜三郎: 標識放流の結果より見た北洋に於ける紅鮭の漁獲率とその資源について, 水産研究誌, 40 (2), (1950).
- 129) ———: 北洋の鮭鱒漁業とその資源, 日魯漁業株式会社 (1957).
- 130) ———: 沖合で漁獲されるサケ・マス (*Oncorhynchus* sp.) の成長について, 本誌, 27 (7), (1961).
- 131) ———: サケ成魚 (*Oncorhynchus* sp.) の自然死亡係数を推定する一つの試み, ならびにこれに基づく沖取漁業の合理性の検討 I, シロサケ (*Oncorhynchus keta*) について, 本誌, 27 (11), (1961).
- 132) ———: ——— II, ベニサケ (*Oncorhynchus nerka*) について, 本誌, 27 (11), (1961).
- 133) 田村 保: 標識放流の実験的研究, 本誌, 19 (10), (1952).
- 134) 田中昌一: 標識放流によるクジラ資源量の推定, 本誌, 22 (6), (1956).
- 135) 田中富重・吉田久春: 昭和 34 年度ソウハチ *Clisthenes pinetorum herzensleini* (Schmidt) の標識放流試験について, 北水試月報, 17 (4), (1960).
- 136) 田ノ上豊隆: ゴマサバの回游, 対馬暖流開発調査報告書, 第4輯 (1958).
- 137) 田内森三郎: 魚群体の消長を判定する一方法, 本誌, 5 (4), (1936).
- 138) ———: ブリの stock に就て, 本誌, 9 (3), (1940).
- 139) ———: サバの stock に就て, 本誌, 9 (3), (1940).
- 140) ———: タラの stock に就て, 本誌, 9 (3), (1940).
- 141) ———: スルメイカの stock に就て, 本誌, 10 (3), (1941).
- 142) ———: マイワシの stock に就て, 本誌, 10 (5), (1942).
- 143) ———: カツラの stock に就て, 本誌, 11 (5 and 6), (1943).
- 144) 東北海区水産研究所: カツラに就て, 東北水研叢書, 1 (1952).
- 145) ———: 海洋資源年報, 底魚資源篇 (昭和 27, 28 年度) (1955).
- 146) ———: ———, ——— (昭和 28, 29 年度) (1956).
- 147) 東海区水産研究所: 東海区東北海区関係水域鯉資源調査成績予報 (1952).
- 148) ———: 昭和 24~26 年鯉資源協同研究経過報告 (1955).
- 149) 東海区水産研究所・他: 昭和 33 年沿岸重要資源協同研究経過報告 (1962).
- 150) 辻田時美: 西日本海域浮魚漁業資源及び海洋研究 10 年の成果と今後の問題点, 西水研報, 21 (1961).
- 151) 宇野道夫: 標識放流試験の結果より見たるタラバガニの移動について, 水産学雑誌, 3 (5), (1935).
- 152) 藪田洋一: マグロ類の年令と成長, 南水研マグロ研究パンフレット, 7 (1961).
- 153) 山本 正: カムチャッカ西沿岸海域におけるタラバガニの標識放流とその移動について, 本誌, 27 (2), (1961).
- 154) 吉原友吉: 標識放流による資源総量の求め方, 本誌, 18 (6), (1952).
- 155) BEVERTON, R. J. H. and HOLT, S. J.: On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest., Ser. II, XIX (1957).
- 156) HARTT, A. C.: Movement of salmon in the North Pacific Ocean and Bering Sea as determined by tagging, 1956~1958. Int. North Pacific Fish. Comm., Bull., 6 (1962).
- 157) PENDLETON, R. C.: Uses of marking animals in ecological studies: Labeling animals with radioisotopes. Ecology, 37 (4) (1956).
- 158) RICKER, W. E.: Handbook of computations for biological statistics of fish populations. Fish. Res. Bd. Canada, Bull., 119 (1958).
- 159) SCHEFFER, V. B.: Experiments in the marking of seals and sea-lions. Spec. Sci. Rep. Wildlife 4 (1950).
- 160) WILSON, R. C.: Tuna marking, a progress report. Calif. Fish Game, 39 (4) (1953).