

1999年北海道北部沿岸で標識放流されたヒラメ人工魚の移動と成長

今井義弘^{*1}, 吉村圭三^{*1}, 清河 進^{*2}

Movement and growth of hatchery-reared Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* tagged and released at northern Hokkaido coast in 1999

Yoshihiro IMAI^{*1}, Keizo YOSHIMURA^{*1} and Susumu KIYOKAWA^{*2}

To examine movement and growth, a total of 997 hatchery-reared Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* juvenile, 116-282mm in total length, were tagged and released at the west coast of Wakkanai facing the Sea of Japan, northern Hokkaido in May 1999. First recovery of released flounder occurred around the release location in August 1999; distribution of flounder tended to expand toward the south from around October 1999. Flounder recovery concentrated during the period from August to October in 1999 and from May to October in 2000; those fish comprised 25.3% and 50.7% of the total of 71 fish recaptured. Relationships between days after release and growth increment in length, or total length at recapture indicated that flounder would grow rapidly between July and November. Also, the individual growth increment, especially for 420-560 days post-release, suggested that the flounder daily growth rate was 0.94mm per day, ranging from 300 to 500mm in total length at recapture.

キーワード：ヒラメ, 人工種苗, 標識放流, 移動, 成長, 北海道北部沿岸

はじめに

全国各地でヒラメ *Paralichthys olivaceus* 人工種苗の大量放流が行われており、北海道日本海では1996年以降、毎年220万尾余りの稚魚が放流されてきた。種苗放流を効率的に進める上で種苗の適正な放流サイズ、放流時期あるいは放流適地に関する知見の集積が望まれていたが、北海道北部日本海、中でも宗谷海域周辺では調査が1事例¹⁾のみで、当海域で放流される人工種苗についてはほとんど知られていなかった。

筆者らは前報²⁾で、宗谷海域において実施した1996～99年産人工種苗の標識放流調査により、ヒラメの移動様式や成長時期などを明らかにしたが、個体を識別しない標識放流であったため、成長については詳細な解析までいたらなかった。

本報告では、1998年産ヒラメ人工種苗を継続して飼育し、前報²⁾と放流サイズおよび放流時期を変えて、個体

を識別した標識放流を行い、再捕結果からヒラメの移動と成長について検討した。

材料および方法

標識放流に用いたヒラメは、1998年5月に北海道栽培漁業振興公社羽幌事業所で生産、同年9月まで育成された後、前報²⁾の調査で放流した残余の一部を、放流までの約8ヵ月間、稚内水産試験場において飼育していたものである。放流魚の全長を測定した後、有眼側の背鰭基部付近に、個体番号を刻印したスパゲティチューブ型タグ（長さ30mm、柄の部分15mm）を、タグガンを用いて貫通して装着した。標識を装着したヒラメ（全長116～282mm）は総数が997尾で、1999年5月14日に稚内市西岸の坂の下海岸から放流した（Table 1, Fig. 1）。

ヒラメの再捕は漁業者によるもので、標識魚の漁獲年月日、場所、個体番号および全長などが報告された。なお、移動、成長の解析には、Table 1に示す放流データ

報文番号 A362 (2002年7月22日受理)

^{*1}北海道立稚内水産試験場 (Hokkaido Wakkanai Fisheries Experimental Station, Suehiro, Wakkanai, Hokkaido 097-0001, Japan)

^{*2}北海道立網走水産試験場 (Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station, Masuura, Abashiri, Hokkaido 099-3119, Japan)

Table 1 Release date, release location, number and total length of the hatchery-reared Japanese flounder tagged and released in 1999, shown along with number of fish recaptured (recovery rate). Data were collected to December 31, 2001.

Release date	Release location	No. of release	Total length (mm)			No. of recaptured
			Mean	SD	Range	
14 May	Wakkanai	997	202	26	116-282	71 (7.1%)

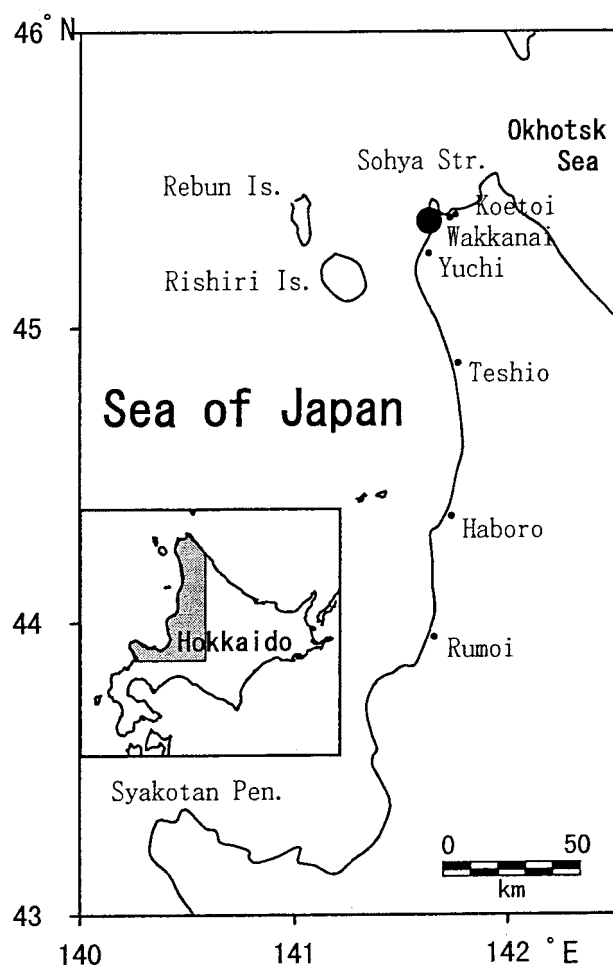


Fig.1 Release location (large solid circle) for tagged hatchery-reared Japanese flounder.

および2001年12月31日までに報告のあった71尾の再捕データを用いた。

結果

1. 再捕地点

再捕地点の時間変化を Fig. 2 に示した。

再捕は放流から約3ヵ月後の1999年8月に放流地点付近で始まり、この8月に再捕された5尾の再捕地点は、放流地点から20km以内の放流海域周辺に限られた。再捕地点の変化を4ヵ月ごとにみていくと、9～12月の期間

には放流海域周辺で14尾と引き続いて再捕がみられた。これに対して、放流海域の南側では、放流から約半年後の10月から羽幌沖と天塩南西沖でそれぞれ1尾ずつ再捕され始め、再捕地点が次第に南方向へ広がる傾向を示した。2000年1～4月の期間には放流海域周辺で再捕が認められなくなったが、南側の羽幌南西沖では1尾が再捕された。

放流から1年が経過した2000年5月には、放流海域周辺で再び再捕が始まり、8月までに前年の5～8月の期間よりも多い9尾が再捕された。一方、放流海域の南側では放流地点から約170km離れた留萌沖での1尾を含めて羽幌沖を中心として17尾が再捕され、放流魚は天塩沖から留萌沖までの広い範囲に分散していた。その後、9～12月の期間には放流海域周辺で11尾の再捕があり、この海域では依然として多数の放流魚が再捕されていた。これに対して、放流海域の南側では再捕数が4尾と5～8月に比べてやや減少したものの天塩沖から羽幌沖にかけて再捕が続いており、さらに2001年1～4月の期間にも留萌北西沖で1尾が再捕された。

放流から2年が経過した2001年5月には再捕が全体に少なくなり、放流海域周辺では8月までに2尾が再捕されたのみで、その後、再捕はなくなった。一方、放流海域の南側では8月までに3尾、9～12月の期間にも2尾が再捕され、放流魚は天塩沖から羽幌沖にかけて分布していた。

再捕地点の最北端は稚内沖、最南端が留萌沖にあり、宗谷海峡より東側のオホーツク海、積丹半島より南側の北海道南西海域での放流魚の再捕はみられなかった。

2. 再捕尾数

放流魚の月別再捕尾数を Fig. 3 に示した。

再捕数は1999年9月までは1ヵ月当たり5尾以下と少なかったが、10月には12尾にまで増加した。8～10月の3ヵ月間の再捕数は、全再捕数71尾に対して18尾(全体の25.3%)であった。11月に入ると再捕数は減少したが、放流から1年が経過した2000年5月から増加し始め、7月をピークとして5～10月の期間に36尾(50.7%)が再捕された。その後、11月を過ぎると前年と同様に再捕数は減少し、放流から2年が経過した2001年5月に再び再

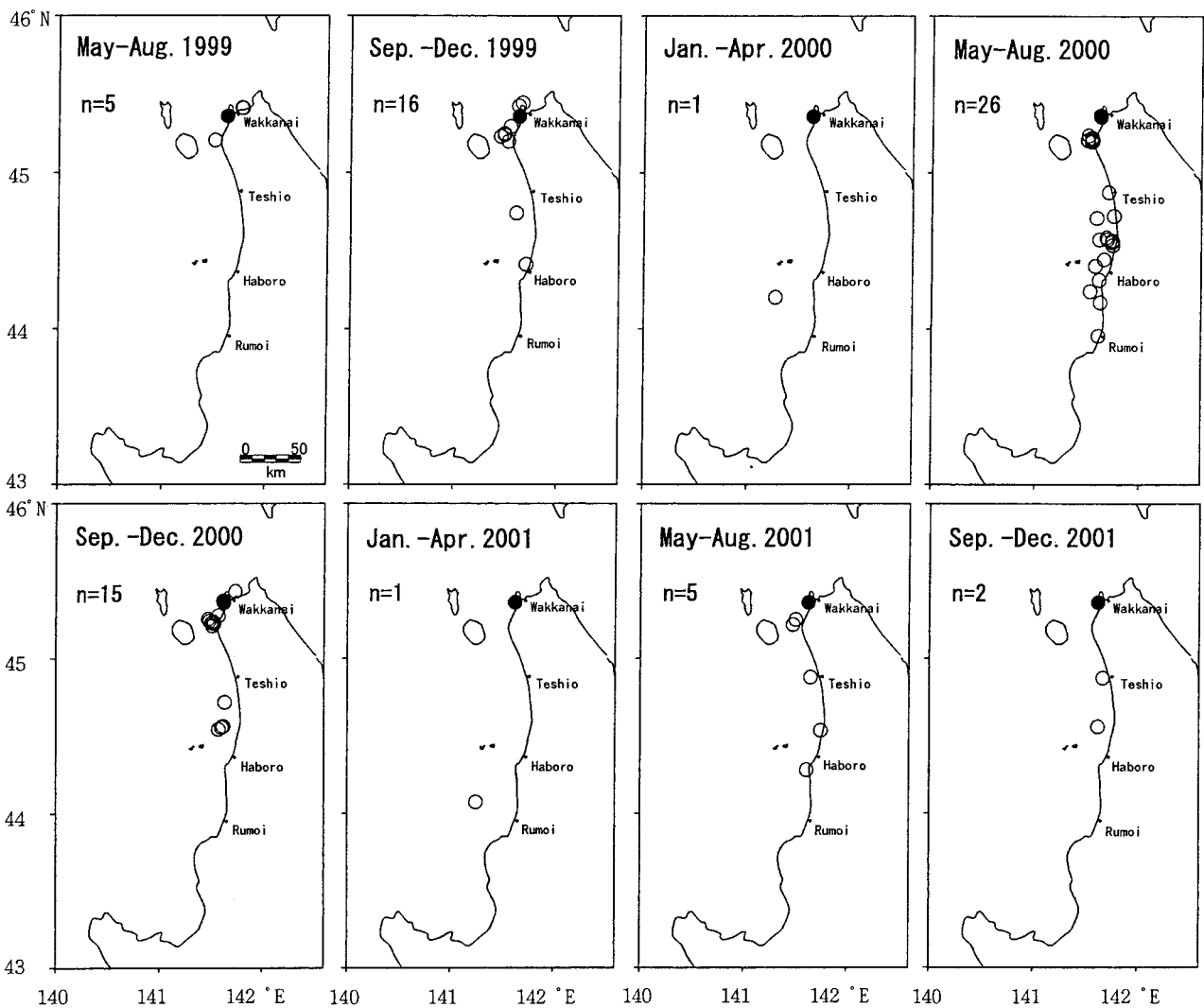


Fig.2 Recaptures (open circle) of hatchery-reared Japanese flounder tagged and released in May 1999. Large solid circles represent release location; figures show the number of recaptured fish.

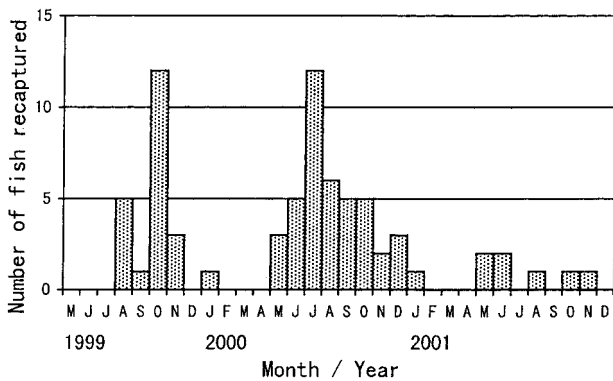


Fig.3 Number of recaptured hatchery-reared Japanese flounder tagged and released in May 1999, by month.

捕され始めた。ただし、この間の再捕数は少なく、1ヵ月当たり2尾以下にまで減少していた。なお、放流から再捕までの最長経過日数は908日であった。

3. 成長量および再捕全長

放流後の経過日数と、放流から再捕までの成長量、および再捕時の全長との関係を Fig. 4 に示した。成長量は個体別に、放流時の全長と再捕時の全長の差から求めた。

1999年8月に再捕された放流魚は再捕されるまでの約80日間に30mmほど成長しており、すでに全長270mm前後にまで達していた。その後、放流魚は日数の経過とともに急激に成長し、放流から140~200日後の10~11月には、放流時から61~154mm成長して全長271~380mmで再捕され、放流年内に400mm付近に達する個体がみられた。

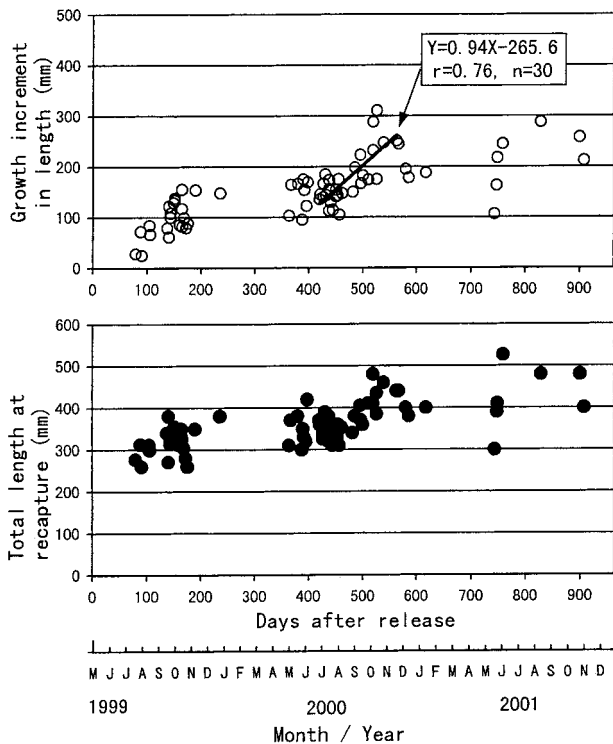


Fig.4 Growth increment (upper) and total length (lower) of recaptured hatchery-reared Japanese flounder tagged and released in May 1999, versus days after release. The regression line was calculated for recoveries between 420 and 560 days after release.

放流から1年が経過した2000年5月を過ぎると成長における個体差が大きくなったが、11~12月の時点の成長量と大きな違いはみられなかった。その後、放流魚は7月頃から徐々に成長量が増加し、放流から500~560日後の10~11月には放流時から174~311mm成長して全長が385mmを超えて再捕され、中には500mm近くにまで達する個体もみられた。放流から2年が経過した5月以降は、再捕が少なくなるが、経過744日後に再捕された1個体を除くと、6月頃までの成長量には、前年と同様に、11~12月の時点から大きな変化が認められなかった。これらの結果は、ヒラメ人工魚はおおよそ7~11月の夏季から秋季にかけて成長が進み、冬季から春季には成長が極めて少ないことを示している。

そこで、成長が進む時期と考えた7~11月(放流後420~560日)の期間に再捕された個体について、経過日数と成長量の関係を Fig. 4 の上段に示した。これで分かるように、経過日数(X)と成長量(Y)の間には直線関係がみられ、

$$Y = 0.94X - 265.6 \quad (r = 0.76, \quad n = 30)$$

の回帰式が求められた。

回帰式の傾きから、ヒラメ人工魚の日成長量として0.94mm/日の推定値が得られた。

考 察

これまでに北海道北部日本海で行われた標識放流試験によると、放流後のヒラメには南下移動の傾向が認められている。すなわち、石狩湾³⁾や焼尻島沖^{4,5)}で放流された人工魚は南北移動をしながら次第に分布域を南方へ広げ、羽幌海域で放流された天然若齢魚も南方の石狩湾厚田沖まで移動することが報告されている⁶⁾。また、先に筆者らが宗谷海域で行った放流試験²⁾では、人工魚は放流後1年が経過すると南方へ移動範囲を広げることが示唆されている。

本研究で稚内市西岸から放流したヒラメ人工魚は放流海域周辺に限らず、放流から約半年後には放流海域の南側でも再捕され、再捕地点がさらに南側へ広がる傾向を示した。この様に、稚内市西岸で放流した人工魚は北海道日本海におけるこれまでの放流魚と同様、時間の経過とともに放流海域から南方向へ移動範囲を広げるものと推察された。

本研究の人工魚は放流後2年間は放流海域周辺で再捕されたが、放流魚が放流海域周辺において長期に渡って再捕される傾向は、これまでの標識放流試験でも報告されている。石狩湾³⁾や焼尻島沖⁴⁾での人工魚は放流後少なくとも2年間は放流海域近辺に留まり、宗谷海域²⁾では放流から3年が経過しても放流地区周辺で再捕されている。また、桧山海域⁷⁾では放流魚のほとんどが放流から4年近く経過しても放流水域周辺から移動しないと推察されている。一方、福島県⁸⁾や瀬戸内海⁹⁾では市場調査をもとに、人工魚の水揚げが放流場所付近で多いことが報告されている。

したがって、稚内市西岸での放流魚の一部は放流海域から大きく移動せず、放流海域に留まっていた可能性が考えられるが、その実態については、調査方法を含め、改めて検討する必要がある。

福田ら¹⁾は、北海道北部日本海の抜海沖および天塩沖でのヒラメ天然魚の標識放流試験をもとに、道北海域に生息するヒラメの分布の南限が積丹半島にあることを推定している。本研究では放流魚の再捕地点の最南端が留萌沖にあり、積丹半島を越える北海道南西海域での再捕はなかった。しかしこの結果から、稚内市西岸で放流した人工魚の分布範囲が、福田ら¹⁾の指摘する積丹半島付近に限られると断定することはできない。というのも、先の宗谷海域での放流試験²⁾では、放流魚が積丹半島を越えて北海道南西部の上ノ国沖や福島沖、さらに津軽海峡を渡って青森県沿岸でも再捕され、また北側では宗谷

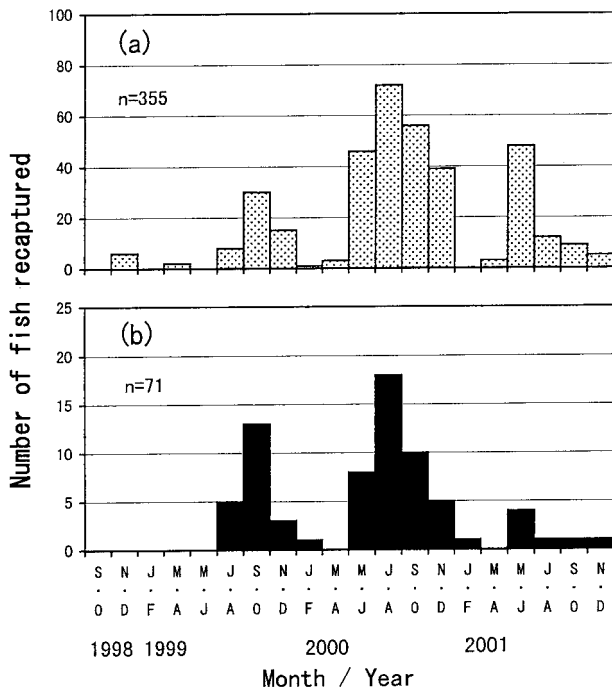


Fig.5 Number of recaptured hatchery-reared Japanese flounder tagged and released at (a) the coasts of Koetoi and Yuchi (see Fig.1) in September 1998, adjacent to (b) Wakkanai in this study, by two months. (a) is modified from Fig.3 of Imai *et al.*²⁾ with tag-recapture data of Imai *et al.*²⁰⁾

海峡を挟んで日本海とオホーツク海で相互に再捕されることが明らかになり、人工魚は広範囲に移動することが推察されている。本研究では、宗谷海域の放流試験²⁾で行った年間放流数30,000尾に比べて放流数が少なく、また、調査期間が2年半という短期であり、このことが、再捕範囲が狭くなって表れたとも考えられる。今後、放流魚の分布範囲を解析するには再捕までの期間とともに、放流数を充分考慮する必要がある。

放流魚の再捕は放流当年の8~10月と翌年5~10月に集中し、その間の再捕数は、それぞれ放流当年が全再捕数の25.3%、翌年が同50.7%を占めた。この結果は、1981~84年に北海道、福島県、宮城県および青森県で行われた標識放流データをもとに、人工魚の再捕は放流当年で多く、1年経過するごとに減少するとの報告¹⁰⁾とは異なった。本研究の結果は、前報²⁾と同様な傾向を示し、特に1998年産人工魚の再捕状況と極めて類似していた (Fig.5)。すなわち、本研究の1999年5月に稚内市西岸で放流した人工魚と1998年9月に稚内に隣接する声間および勇知で放流した人工魚の再捕尾数の変化を比較すると、再捕が5~10月の期間に集中し、さらに再捕のピークが1999年9~10月と2000年7~8月にあって、2000

年の再捕数が多いなど興味深い一致点が認められた。

本研究の人工魚は平均全長202mmで放流され、放流当年の1999年10~11月に400mm付近、1年後の同時期に500mm付近にまで達していた。一方、平均全長146mmで放流された宗谷海域の人工魚は約半年後の1999年5月に200mm前後にあり、1年後の10~11月に400mm付近、2年後の同時期に500mm付近にまで成長していた²⁾。このことから、2つの標識試験の放流魚は、本研究の放流時期である1999年5月以降、ほぼ同様な成長過程を経たものと推察された。したがって、再捕状況が類似していた要因は、放流時期や放流サイズが異なっていたものの、放流海域がほぼ同じで、生産年や放流後の成長過程が同じであったことにあると考えられた。

さらに、全体の再捕率は本研究が7.1% (Table 1)、宗谷海域での1998年の放流魚については放流総数20,000尾²⁾に対して再捕数355尾で1.8%を示しており、宗谷海域での放流試験の再捕期間が8ヵ月ほど長かったにもかかわらず、本研究の再捕率が大きく上回った。再捕率は再捕時のサイズに最も左右され¹¹⁾、また小型魚ほど、漁獲されても投棄あるいは再放流されやすく⁹⁾、生き残りが悪い¹⁰⁾ことなどから、再捕率の低くなることが指摘されている。したがって、宗谷海域での放流サイズが本研究よりも小さく、放流後8ヵ月間は十分なサイズに達していなかったことがその再捕率を低下させた原因とも考えられた。

ヒラメの成長時期について、本研究の結果は、道南日本海、津軽海峡ならびに道南太平洋海域¹²⁾、石狩湾海域^{3,13)}、留萌海域⁴⁾および宗谷海域²⁾など北海道周辺での放流魚が6月から11月頃までの夏季から秋季にかけて急激に成長し、冬季間にはほとんど成長しないとの報告とはほぼ一致した。また、富山県¹⁴⁾、新潟県¹⁵⁾および東北太平洋海域¹⁶⁾など本州での放流魚について、7~11月に急激に増大して冬季間にほとんど成長が認められないとする報告とも一致した。

Yamashita *et al.*¹⁷⁾は、岩手県沿岸で放流した平均全長83~109mmのヒラメ人工魚は水温15℃以上の初夏から晩秋までの暖かい時期に成長が良く、その間の日成長量を0.60~1.00mm/日の範囲にあると推定している。一方、富永ら⁴⁾の推定によると、焼尻島沖で放流した平均全長282mmの人工魚の日成長量は放流後250~500日の夏季から秋季にかけて0.44mm/日の値を示している。本研究での平均全長202mmの人工魚について、放流後420~560日(7~11月)の日成長量は0.94mm/日と推定され、これは、富永らの値よりも大きく、Yamashita *et al.*の上限値に近かった。富永ら⁴⁾は、日成長量が低く評価された理由として放流海域と異なる三重県産の人工魚を用

いたことを挙げ、放流魚が天然環境への適応の面で影響を受けた可能性を指摘している。本研究の放流魚の日成長量が焼尻島沖の放流魚の約2倍を示し、岩手県沿岸の放流魚とほぼ同じ高い値を示した結果は、種苗放流において放流海域起源の種苗を用いることの重要性を改めて示したと言えよう。

再捕報告では雌雄を判別していないため、データはすべて雌雄込みで解析した。三陸北部沿岸の天然魚は2歳(全長370~380mm)程度までは成長に雌雄差がなく¹⁸⁾、2歳あるいは3歳からその差が顕著になって雌が雄の成長を上回る¹⁹⁾と報告されているように、ヒラメは成長に伴って雌雄による成長差が顕著になることが知られている。本研究の人工魚では放流から500日後に全長400mmを超える個体が多数再捕されており、この頃の成長量に個体差が表れた結果は、雌雄による成長差が影響したとも考えられる。前報²⁾でも指摘したように、雌雄別の成長様式の解析は今後に残された課題である。

謝 辞

ヒラメ標識放流試験の実施に際して、北海道栽培漁業振興公社には人工魚の提供で多大な協力を賜った。また、宗谷管内、留萌管内および石狩管内の各地区水産技術普及指導所、ならびに北海道日本海沿岸の漁業関係者の方々には貴重な再捕報告をいただいた。ここに、各位に対して厚くお礼申し上げる。

要 約

1999年5月に稚内市西岸で標識放流したヒラメ人工魚の再捕結果により、移動と成長について検討した。

1. 放流魚の再捕は放流から約3ヵ月後の8月に放流海域周辺で始まり、その後、1~4月の期間を除いて再捕が続いた。一方、放流海域の南側では放流当年の10月に再捕され始め、再捕地点は時間経過とともに南方へ拡大することが示された。再捕地点の最北端と最南端はそれぞれ稚内沖と留萌沖で、オホーツク海や北海道南西海域での再捕はみられなかった。
2. 再捕数は放流当年8~10月および翌年5~10月に多く、この間に全再捕数71尾に対してそれぞれ18尾(25.3%)、36尾(50.7%)が再捕された。放流から2年が経過する5月以降には再捕数は極めて少なくなった。
3. 放流後の経過日数と再捕時の成長量および全長との関係から、放流魚はおおよそ7~11月の夏季から秋季にかけて成長が進み、冬季から春季にかけてはほとんど成長しないことが示唆された。放流魚は放流当年および翌年の10~11月には放流時から61~154

mmおよび174~311mm成長し、全長がそれぞれ400mm、500mm付近にまで達していた。

4. 成長時期と考えられた7~11月(放流後420~560日)の期間において、経過日数(X)と成長量(Y)との間に $Y=0.94X-265.6$ の回帰式が求まり、全長300~500mmの範囲にある人工魚の日成長量は0.94mm/日と推定された。

文 献

- 1) 福田敏光, 小野田豊, 彦坂義英: 利尻水道および天塩海域で実施したヒラメの標識放流試験結果. 北水試月報. 28(7), 2-9 (1971)
- 2) 今井義弘, 吉村圭三, 清河 進: 宗谷海域で標識放流されたヒラメ人工種苗の移動と成長. 北水試研報. (60), 1-11 (2001)
- 3) 富永 修: 北海道における人工種苗ヒラメの放流について. 育てる漁業. 北海道栽培漁業振興公社, (212), 2-6 (1990)
- 4) 富永 修, 馬淵正裕, 石黒 等: 北海道北部日本海で標識放流された天然ヒラメと人工種苗ヒラメの移動と成長. 水産増殖. (42) 4, 593-600 (1994)
- 5) 富永 修: 北海道におけるヒラメ栽培漁業の基礎知識 1 標識放流結果と小型種苗の標識方法. 育てる漁業. 北海道栽培漁業振興公社, (252), 2-12 (1994)
- 6) 田村真樹, 三上正一, 富木保夫: 昭和40, 41年に羽幌海域で実施したヒラメの若齢魚についての標識放流試験結果. 北水試月報. 27(3), 2-5 (1970)
- 7) 石野健吾: ヒラメの種苗放流で経済効果をあげるために一放流後の収穫サイズを考える一. 北水試だより. (22), 21-24 (1993)
- 8) 北田修一, 岸野洋久, 多賀保志: 2段抽出の市場調査による種苗放流効果の推定. 日水誌. 59(1), 67-73 (1993)
- 9) 柴田玲奈: 瀬戸内海におけるヒラメの標識放流試験の経過について. 漁業資源研究会議底魚部会報. (3), 39-41 (2000)
- 10) 二平 章: 北海道・東北沿岸海域における人工種苗ヒラメの標識放流. 茨城水試研報. (28), 97-111 (1990)
- 11) Fowler, G. M., and W. T. Stobo: Effects of release parameters on recovery rates of tagged groundfish species. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 56, 1732-1751 (1999)
- 12) 草刈宗晴, 田村真樹: 北海道におけるヒラメ漁業の実態と種苗放流. 日本栽培漁業協会研究資料. (36), 137-158 (1987)

- 13) 富永 修：北海道におけるヒラメ栽培漁業の基礎知識 2 放流後の野外調査法と得られる情報 その1. 育てる漁業. 北海道栽培漁業振興公社, (255), 2-8 (1994)
- 14) 堀田和夫, 藤田大介：富山湾東部で放流されたヒラメの再捕と移動. 富山水試研報. (11), 47-59 (1999)
- 15) 加藤和範, 安沢 弥, 梨田一也：新潟県北部沿岸域におけるヒラメの資源生物学的研究 II. 標識放流結果からみたヒラメ未成魚の移動およびヒラメの成熟と成長. 新潟水試研報. (12), 42-59 (1987)
- 16) 佐藤祐二：仙台湾を中心としたヒラメ *Paralichthys olivaceus* (TEMMINCK et SCHLEGEL) の生活史について. 東北水研研報. (35), 15-30 (1975)
- 17) Yamashita, Y., S. Nagahora, H. Yamada, and D. Kitagawa: Effects of release size on survival and growth of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* in coastal waters off Iwate prefecture, northeastern Japan. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 105, 269-276 (1994)
- 18) 北川大二, 石戸芳男, 桜井泰憲, 福永辰広：三陸北部沿岸におけるヒラメの年齢, 成長, 成熟. 東北水研研報. (56), 69-76 (1994)
- 19) 南 卓志：“1. 生活史特性”. ヒラメの生物学と資源培養 (南 卓志, 田中 克 編). 水産学シリーズ112, 東京, 恒星社厚生閣, 1997, 9-24
- 20) 今井義弘, 吉村圭三, 中島幹二：4. 1 ヒラメ放流効果調査. 平成12年度北海道立稚内水産試験場事業報告書. 138-155 (2002)