伊勢湾, 三河湾で標識放流したトラフグ人工種苗の分布・移動

阿知波 英 明^{a*}

(2002 年 9 月 11 日受付, 2003 年 12 月 12 日受理)

愛知県水産試験場漁業生産研究所

Distribution and migration of hatchery-reared ocellate puffer
Takifugu rubripes released in Ise and Mikawa BaysHIDEAKI ACHIHA^{a*}

Marine Resources Reseach Center, Aichi Fisheries Reserch Institute, Minamichita, Aichi 470-3412, Japan

In order to examine the distribution and migration of hatchery-reared ocellate puffer, a total of 21,805 fish (mean total length 58.5–207.0 mm) were tagged and released in Ise and Mikawa Bays from July to December during the years 1995 to 1999. A total of 1,464 (6.7%) fish were recaptured from Ise Bay, Mikawa Bay, and Enshu Nada. The mean total length of the tagged ocellate puffer at the time of release was correlated with the recovery rates. In the first year of the tagging experiments, the recapture sites were Ise and Mikawa Bays from July to October; Ise Bay, Mikawa Bay, and Enshu Nada from November to December; and the mouth of Ise Bay and Enshu Nada in the second year. The hatchery-reared ocellate puffer released in the mouth of Ise Bay showed low recovery rates, although the recapture rates and the area of expansion within three months after release were higher and wider here than at the other release points.

キーワード：トラフグ, 人工種苗, 伊勢湾, 三河湾, 標識放流, 分布・移動

愛知県, 三重県, 静岡県の沿岸および沖合で小型底曳網や延縄などの漁獲対象となっているトラフグ *Takifugu rubripes* は, 伊勢湾湾口部に近い遠州灘に確認されている 2 ヶ所の産卵場^{1,2)}で発生し, 標識放流等の結果から主として伊勢湾, 三河湾, 遠州灘~熊野灘海域を回遊していることが明らかとなっている。³⁻⁷⁾ また, 伊勢湾の小型底曳網による主に当歳魚の漁獲量と, 翌年の伊勢湾と遠州灘における 1 歳魚を中心とする延縄の漁獲量には正の相関関係があること^{3,8,9)}や, 回遊生態⁷⁾および集団遺伝学的解析結果¹⁰⁾等から, 東シナ海や日本海, 瀬戸内海に分布するトラフグとは異なる独立性の高い個体群であると考えられている。^{7,11)} この個体群は, 当歳魚は主に小型底曳網により伊勢湾, 三河湾で, 1 歳以上は主に延縄, 小型底曳網およびまき網により遠州灘や熊野灘などで, 愛知県, 三重県および静岡県の漁業者により漁獲されている。

愛知県では, トラフグは主に小型底曳網と底延縄によ

り伊勢湾, 三河湾および遠州灘の渥美半島沖で漁獲されており, 漁獲物が少なくなる冬季に多獲できるうえに単価も高いことから, 重要な漁業対象種となっている。愛知県の漁業者によるトラフグの年間漁獲量と金額は, 市場からの聞き取りなどによれば, 1995~2001 年度で延縄漁業で 8.2~98.6 t, 1.3~4.3 億円, 小型底曳網漁業で 17.5~96.6 t, 1.0~2.5 億円と大きな変動を示している。このため, 愛知水試等により, 種苗放流と資源管理型漁業の導入による資源量と漁獲量の増大・安定化が図られている。親魚養成や採卵から種苗生産にいたる一連の技術は確立された^{12,13)}が, 放流後の人工種苗の生態については十分解明されていない。今後トラフグの種苗放流を進めるためには, 放流した人工種苗の移動・分布や天然群への加入状況などを解明することが重要である。そこで, 1995~1999 年の 5 年間かけて愛知水試で生産した種苗を用い, 魚体の大きさや放流場所を変え, 標識放流実験を行った。結果を基に, 伊勢湾, 三河湾で放流

* Tel : 81-569-36-0600. Fax : 81-569-35-7900. Email : hideaki_achiha@pref.aichi.lg.jp

^a 現所属 : 愛知県企業庁衣浦港工事事務所常滑建設事務所 (Airport Island Reclamation Office, Kinuura Port Construction Office, Aichi Public Enterprise Bureau, Tokoname, Aichi 479-0837, Japan)

したトラフグ人工種苗の移動・分布が把握され、分布と水温などの漁場環境との関係について知見が得られたので報告する。

材料および方法

1995～1999年の各年で4月中・下旬に採卵し、7～12月まで育成したトラフグを用いて、一群当たり293～2,010個体、合計21,805個体（平均全長58.5～207.0 mm）、計19群の標識放流を実施した（Fig. 1, Table 1）。なお、採卵には全てこの海域産の親魚を用いた。

標識として、外部から確認できる体外型標識を用いた（Fig. 2）。1998年までは、スパゲティー型と称されるT-bar型（科研共栄会製）で、柄の長さは22 mm、標識番号を記した円筒部は直径2～2.5 mm、長さ12～15 mmとした。また、1999年は直径12 mmの円盤形の標識を背骨型ピン（科研共栄会製）で止める方法で装着した。装着部位は、1995～1996年は背鰭後方とし、1997年以降は背鰭前基部とした（Fig. 2）。

放流場所は、伊勢湾湾央東部の常滑市沖干潟域で9群、伊勢湾湾奥部の木曽川河口域で1群、伊勢湾湾口部の野間沖から豊浜沖で8群、佐久島西岸の三河湾湾央西部の浅海域（水深約5 m）で1群とした。なお、9月以降に放流したものは、伊勢湾湾口部の野間沖から豊浜沖の4群のみであった（Fig. 1, Table 1）。

標識放流個体の再捕記録は、主に漁業者などからの報告により把握した。即ち、緯度経度を2分間隔の格子で仕切った地図を記した再捕報告用紙を、沿岸の漁業協

同組合（以下漁協とする）に配布した。漁業者から漁協に再捕報告があった時点で、直ちに再捕場所、再捕した漁具・漁法、個体の大きさなどの状況を記録するよう漁協職員に依頼した。

トラフグ人工種苗の分布・移動を、伊勢湾、三河湾の漁場環境とトラフグの生態から時期別、年齢別に整理した。伊勢湾、三河湾は、水温変動^{14,15)}から1年が1～3月の低水温期、4～6月の水温上昇期、7～9月の高水温期および10～12月の水温下降期の4期に分類され、両湾では貧酸素水塊が6～10月頃まで湾央底層部を中心に広がっている。9月以降、当歳魚の分布が湾全域に広がるものと考えられること¹⁶⁻¹⁸⁾から、伊勢湾の10月の溶存酸素量分布および低水温期の1～2月の水温分布と、再捕場所を比較した。水温分布、溶存酸素分布データは、伊勢湾で行われている浅海定線観測（三重水技セ、未発表）を用いた。観測調査の頻度は、月1回であるため、ここでは各観測日の前後5日間で再捕された個体のみを対象とした。なお、全長100 mmを超す当歳魚は9月上旬から12月頃までの間を、また成魚は周年を底層で過ごすと考えられている。¹⁶⁾しかし、福岡湾周辺では1～3月に水深10～20 m層に設置した浮延縄で漁獲されること、¹⁷⁾電子式標識¹⁹⁾を用いた標識放流の結果、²⁰⁻²²⁾トラフグは常に海底に生息するのではなく、水深10～20 m層を中心に遊泳しながら底層に潜り、海底には1日に7～14時間埋没していることなどが報告されている。これらのことから、トラフグは従来述べられた¹⁶⁾ように底層で周年過ごすわけではないものの、海

Fig. 1 The study areas and points where tagged hatchery-reared ocellate puffer specimens were released during the period from 1995 to 1999. Stars indicate the points of release.

Table 1 Details of release-recapture studies of hatchery-reared ocellate puffer released in Ise and Mikawa Bays from 1995 to 1999

Release				Recapture	
Date	Site	Total length (mm)*	Number of fishes	Number of fishes	Rate (%)
Jul. 25, 1995	Offshore of Utsumi	61.0 ± 6.5	1,122	37	3.3
Aug. 8, 1995	Offshore of Tokoname	69.4 ± 9.6	1,106	53	4.8
Aug. 8, 1995	Offshore of Tokoname	64.1 ± 5.2	1,166	75	6.4
Sep. 22, 1995	Offshore of Toyohama	114.5 ± 10.9	1,129	218	19.3
Nov. 7, 1995	Offshore of Toyohama	187.3 ± 9.0	607	117	19.3
Jul. 19, 1996	Offshore of Toyohama	66.0 ± 5.3	1,003	34	3.4
Jul. 25, 1996	West of Saku Is.	67.2 ± 6.2	1,050	69	6.6
Jul. 27, 1996	Offshore of Tokoname	75.0 ± 5.5	1,128	63	5.6
Aug. 8, 1996	Offshore of Toyohama	83.6 ± 7.0	1,042	67	6.4
Aug. 23, 1996	Offshore of Toyohama	104.6 ± 7.0	1,009	110	10.9
Jul. 16, 1997	Offshore of Tokoname	58.5 ± 4.9	915	36	3.9
Jul. 24, 1997	Offshore of Tokoname	67.4 ± 4.8	1,052	44	4.2
Jul. 29, 1997	Estuary of Kiso river	74.6 ± 4.5	1,465	87	5.9
Jul. 31, 1997	Offshore of Tokoname	77.2 ± 5.9	1,643	88	5.4
Jul. 10, 1998	Offshore of Tokoname	58.7 ± 4.6	2,010	17	0.8
Jul. 17, 1998	Offshore of Tokoname	68.6 ± 2.4	1,928	45	2.3
Jul. 31, 1998	Offshore of Tokoname	76.6 ± 3.7	1,813	159	8.8
Oct. 15, 1999	Offshore of Noma	175.1 ± 12.4	293	62	21.2
Dec. 17, 1999	Offshore of Toyohama	207.0 ± 14.0	324	83	25.6
Total			21,805	1,464	6.7

* mean ± SD

Fig. 2 Diagram showing the locations of the disks and T-bar tags used.

底が生息に必要であることから、海底上1mの漁場環境と比較した。なお、伊勢湾における小型底曳網の操業は、周年伊勢湾湾央部を含んだ全域で行われていることが、漁業者からの聞き取りにより確認されている。また、放流場所を、天然幼魚の生息域と考えられている^{16,17,23,24}干潟域（伊勢湾湾央東部）、河口域（伊勢湾

湾奥部）および浅海域（三河湾湾央西部）と、生息が認められない深場域（伊勢湾湾口部）の4水域に分けて、放流場所の違いによる再捕の状況を分析した。

なお、この海域の個体群では、今までの標識放流調査結果³⁻⁷)などにより2歳以上の標識放流個体の再捕例は極めて少ないことから、最終の放流から2年以上経過した2001年12月末までの報告を取りまとめた。また、人工採卵ふ化は全て4月に行ったことから、年齢については便宜上4月1日に1齢加齢するとした。

結 果

放流した21,805個体のうち1,464個体（6.7%）の再捕が報告された。放流群ごとの再捕率は0.8~25.6%であった（Table 1）。また、放流時の平均全長と再捕率との間には、正の相関（ $n=19$, $r^2=0.92$ ）が認められた（Fig. 3）。

月ごとの再捕個体数（Table 2）は、放流年内の12月にかけて毎月増加した。再捕個体数は、放流年の12月が375個体（25.6%）と最も多く、次いで11月の299個体（20.4%）、10月の245個体（16.7%）、放流翌年の1月の133個体（9.1%）、2月の104個体（7.1%）の順であり、放流後1年以内に全再捕個体数の

90.1% (1,319 個体) が報告された。1 歳魚 (放流翌年の 4 月から翌々年の 3 月) での再捕は 141 個体 (9.7%) であり, 2 歳魚では遠州灘と伊勢湾湾口部で各 1 個体, 3 歳魚, 4 歳魚では遠州灘で各 1 個体ずつ再捕報告された。4 歳魚は, 1996 年 8 月 8 日に豊浜沖で放流され 1,658 日後の 2001 年 2 月 21 日に遠州灘で再捕された個体であり, 再捕時の全長は 51 cm であった。

また, 放流後の経過月ごとの再捕個体数 (Table 3) は, 3 ヶ月以内が 479 個体 (32.7%) で, 4~6 ヶ月が 735 個体 (50.2%) と最も多くなり, その後 7~9 ヶ月の 146 個体 (10.0%), 10~12 ヶ月の 49 個体 (3.3%) と減少し, 放流後 1 年間で全再捕数の 96.2% (1,409 個体) が報告された。放流後の経過月ごとの再捕個体数を, 7~8 月と 9~12 月の 2 つの放流群に分け, 放流水域ごとに比較した (Table 3)。再捕個体数の割合が最も多いのは, 7~8 月放流群では放流後 4~6 ヶ月 (53.2~74.7%) であったのに対し, 9~12 月放流群では放流後 3 ヶ月以内 (62.1%) であった。また, 放流後 3 ヶ月以内の再捕個体数の割合は, 伊勢湾湾口部放流群が 26.6%, 伊勢湾湾中央部放流群が 17.8%, 伊勢湾湾奥部放

流群が 3.4%, 三河湾湾中央西部放流群が 13.0% となり, 伊勢湾湾口部放流群が最も高くなった。

再捕の状況を漁法別にみる (Table 4) と, 小型底曳網によるものが 1,248 個体と再捕全体の 85.2% を占め, 次いで船曳網の 5.2%, 小型定置網の 4.4%, 延縄, 刺網のそれぞれ 0.8% の順であった。再捕漁法を月別にみると, 放流年の 7~8 月は小型定置網と小型底曳網による再捕が最も多く, 9 月以降は小型底曳網による再捕が 80% 以上を占めた。

再捕場所は, 伊勢湾, 三河湾および両湾に隣接した遠

Fig. 3 Relationship between mean total length of the tagged ocellate puffer specimens at the time of release and rate of recovery.

Table 2 The number of ocellate puffer recovered after release

Age	Month	Number of recoveries
0	Jul.	7
	Aug.	40
	Sep.	67
	Oct.	245
	Nov.	299
	Dec.	375
	Jan.	133
	Feb.	104
	Mar.	49
	Apr.	44
	May	20
	Jun.	10
1	Jul.	5
	Aug.	15
	Sep.	12
	Oct.	15
	Nov.	10
	Dec.	6
	Jan.	3
	Feb.	1
	Mar.	0
	Apr.-	4
Total		1,464

Table 3 The number of ocellate puffer recovered every three months after release

Release			Number of recoveries (%)					
Bay	Part	Month	1st-3rd	4th-6th	7th-9th	10th-12th	13th-	Total
Ise	Inner	Jul.	3 (3.4)	65 (74.7)	10 (11.5)	2 (2.3)	7 (8.0)	87 (100)
	Middle	Jul.-Aug.	103 (17.8)	357 (61.6)	71 (12.2)	25 (4.3)	24 (4.1)	580 (100)
	Mouth	Jul.-Aug.	66 (26.6)	132 (53.2)	32 (12.9)	8 (3.2)	10 (4.0)	248 (100)
	Mouth	Sep.-Dec.	298 (62.1)	137 (28.5)	23 (4.8)	11 (2.3)	11 (2.3)	480 (100)
Mikawa	Middle	Jul.	9 (13.0)	44 (63.8)	10 (14.5)	3 (4.3)	3 (4.3)	69 (100)
Total			479 (32.7)	735 (50.2)	146 (10.0)	49 (3.3)	55 (3.8)	1,464 (100)

Table 4 Changes in the number of recovered fish by various fishing methods

Fishing method	Number of recoveries (%)				
	Jul.-Aug.	Sep.-Oct.	Nov.-Dec.	Jan.-	Total
Bottom trawl	18(38.3)	253(81.1)	587(87.1)	390(90.5)	1,248(85.2)
Purse seine	3(6.4)	20(6.4)	49(7.3)	4(0.9)	76(5.2)
Set net	18(38.3)	21(6.7)	16(2.4)	9(2.1)	64(4.4)
Longline	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	11(2.6)	11(0.8)
Gill net	1(2.1)	6(1.9)	3(0.4)	1(0.2)	11(0.8)
Others	7(14.9)	12(3.8)	19(2.8)	16(3.7)	54(3.7)
Total	47(100)	312(100)	674(100)	431(100)	1,464(100)

Fig. 4 Changes in distribution and number of recaptured ocellate puffer specimens. Closed circles indicate the recapture sites and the number of recaptured fish at those sites. All of the data from the tagging experiments were combined.

州灘に限られ、熊野灘や駿河湾など他の海域からの再捕報告はなかった。放流年の再捕場所は、7～8月は主に伊勢湾湾央東部と三河湾西部 (Fig. 4-A), 9～10月は主に伊勢湾湾奥部、湾央東部と三河湾西部 (Fig. 4-B), 水温が下降する11～12月には伊勢湾、三河湾全域と一部遠州灘で再捕があった (Fig. 4-C)。放流翌年の再捕は、三河湾ではほとんど認められなくなり、低水温期の1～3月では伊勢湾湾央東部、湾口部と遠州灘 (Fig. 4-D) で再捕された。1歳魚となる4～6月では伊勢湾湾口部 (Fig. 4-E), 7～9月では伊勢湾湾口から湾央東部 (Fig. 4-F), 10～12月では伊勢湾湾口部や遠州灘

(Fig. 4-G) であった。それ以降は、再捕数が少なく分布・移動は明確にできなかった。

底層 (海底上1m) における10月の溶存酸素量分布および1～2月の水温分布と、観測日の前後5日間で再捕された個体の再捕場所を、Fig. 5, Fig. 6に示した。10月の再捕場所は、溶存酸素量が3 mL/L以下の海域からは非常に少なかった (Fig. 5)。また、1～2月の再捕場所は、年による変動はあるが、相対的に高水温の海域で漁獲される傾向が認められた (Fig. 6)。

放流水域別の再捕場所 (Fig. 7) と再捕率を比較した。伊勢湾湾央東部と湾奥部で放流した場合は、ほとんどが

Fig. 5 The dissolved oxygen (DO) concentration (mL/L) 1 m above the bottom of Ise Bay in October 1995–1998 (Mie Prefectural Institute of Fisheries Technology, unpublished data). Closed circles indicate the recapture sites and the number of fish recaptured within 5 days before and after the day of DO measurement.

Fig. 6 The water temperature (°C) 1 m above the bottom in Ise Bay in January and February 1995–1999 (Mie Prefectural Institute of Fisheries Technology, unpublished data). Closed circles are used in the same manner as described in Fig. 5.

伊勢湾内だけで再捕された (Fig. 7-A~D) が、伊勢湾湾口部で放流した場合は、伊勢湾のみならず三河湾からも再捕された (Fig. 7-E, F)。また、三河湾湾央西部での放流の場合、7~9月には三河湾湾央西部のみから再捕されたが、10~12月には伊勢湾まで再捕域は拡大した (Fig. 7-G, H)。

放流時の大きさと再捕率は正相関していること (Fig. 3) から、同じ時期に同程度の大きさで放流した群の間で、放流水域別の再捕率を比較することとした。1995~1997年の7~8月に平均全長61~84mmで放流した9群を比較に用いた (Table 1)。1995年に伊勢湾湾央東部で平均全長64mmおよび69mm、湾口部で平均全長61mmで放流した3群の再捕率は、それぞれ6.4%、4.8%、3.3%であった。1996年に三河湾湾央西部と伊勢湾湾央東部で平均全長67mmおよび75mmの2群

の再捕率は6.6%、5.6%、伊勢湾湾口部で平均全長66mmおよび84mmで放流した2群の再捕率は、3.4%、6.4%であった。1997年に伊勢湾湾央東部と湾奥部でそれぞれ平均全長77mm、75mmで放流した場合の再捕率は、5.4%、5.9%であった。これらをまとめると、天然幼魚の分布域と考えられている伊勢湾湾奥部、湾央東部および三河湾湾央西部で放流した6群 (平均全長64~77mm) の再捕率は、4.8~6.6% (平均5.8%) であった。天然幼魚の分布域と考えられない伊勢湾湾口部で放流した3群 (平均全長61~84mm) の再捕率は3.3~6.4% (平均4.4%) であり、湾口部放流群が低かったが、有意差ではなかった (マンホイットニー U 検定, $p > 0.05$)。

Fig. 7 Recapture sites and the numbers of fish recaptured during the first year (July to September and October to December) after release at various points. Closed circles are used in the same manner as described in Fig. 4. Stars indicate the release points.

考 察

再捕の状況 トラフグ人工種苗に体外型標識を付けた放流は、他の海域でも行われている。^{23,25,26)} 再捕率は、福岡湾での放流では1.4%,²³⁾ 徳島県沿岸での放流では0.9%,²⁵⁾ 瀬戸内海布刈瀬戸周辺での放流では2.9%²⁶⁾であった。また、再捕報告は、福岡湾では放流後90日以内に91%,²³⁾ 瀬戸内海布刈瀬戸周辺では放流後3ヶ月以内に92%²⁶⁾がなされていた。それらと比較し本研究での再捕率は、6.7%と高く (Table 1), また、7~8月放流群の再捕報告は、放流後4~6ヶ月が最も多くなり (Table 3), 他の海域の事例とは異なった結果が得られた。

伊勢湾では、当歳魚は主に小型底曳網により漁獲されている。小型底曳網により漁獲した個体を水揚げする主要市場である南知多町豊浜、片名および伊勢市有滝などでは、当歳魚の漁獲は10月まで禁漁であり、解禁後も全長20 cm以下は水揚げしないという自主規制をしている。また、同漁業には操業禁止区域が設けられており、伊勢湾湾口部では愛知県側で岸から500 m, 三重県側で岸から4,000 m, 伊勢湾湾央部から湾奥部では両県とも岸から1,500~4,000 m, 更に、三河湾では全域が岸から1,500 m以内が禁止されている。このような、水揚げと操業の規制が放流直後の未成魚の漁獲を防いでいることが、放流個体の再捕が放流直後でなく放流後4~6ヶ月の再捕が多かった理由と考えられた。このことは、放流場所が小型底曳網の操業区域内に近い伊勢湾湾口部放流群は、放流後3ヶ月以内の再捕の割合が、他水域の放流群と比較し高く、また同放流群のうち、7~8月放流群より水揚げ自主規制の解除時期に近い9~12月放流群の方が、放流後短期間に多く再捕されるという結果 (Table 3) から、支持される。

再捕は、2歳魚未満 (放流した翌年度) まだが大部分であった (Table 2)。体外型標識は脱落が多いことが指摘されている。¹⁹⁾ トラフグの場合においても、アンカータグは脱落や生残率から当歳魚の標識として問題があることが指摘されており、²⁶⁾ 今回用いた2つの体外型標識についても、脱落率が高いことが飼育試験で確認されている。また、この海域で延縄により漁獲されるトラフグの70~90%は1歳魚であり、²⁷⁾ トラフグの成熟年齢は雄が2歳、雌が3歳以上であること¹⁶⁾から、成熟以前に多くが漁獲されることがわかっている。従って、今回の試験で成熟年齢以降の再捕が非常に少ない理由として、標識の脱落、未成魚期の漁獲圧が高いこと、更に標識放流個体数が少なかったことがあげられる。

放流水域別の再捕状況 放流海域を天然幼魚の分布地と考えられている^{16,17,23,24)} 干潟域 (伊勢湾湾央東部)、河口域 (伊勢湾湾奥部) および浅海域 (三河湾湾央西部) と、それ以外の伊勢湾湾口部の4ヶ所に分けて再捕状況を比較した。

天然幼魚の分布域と考えられている水域での放流群の7~9月の再捕場所は、放流した湾内に限られた (Fig. 7-A, C, G) が、伊勢湾湾口部での放流群は、伊勢湾だけでなく三河湾にも分布を広げた (Fig. 7-E)。これは、伊勢湾湾口部以外の放流場所が天然幼魚の分布域であることから、放流後しばらくはその付近に留まるために再捕が放流を行った湾内に限られたと考えられる。伊勢湾湾口部の放流場所は、水深が10~20 mと深く、天然幼魚の生息域と環境が異なるために、より適した環境を求め広く移動分散したものと考えられた。また、伊勢湾湾口部での放流群は、放流後3ヶ月以内の再捕が多く、他水域の放流群は放流後4~6ヶ月の再捕が多いことが示された (Table 3)。伊勢湾湾口部で放流した標識個体は、広く移動分散し、岸から沖合500 mまでの狭い操

業規制区域外へ移動しやすいため、小型底曳網の漁獲対象になり易く、放流後短期間の再捕が多くなったものと推察された。

放流水域別の平均再捕率（7～8月に平均全長61～84mmで放流）は、有意差はなかったが天然幼魚の分布域である干潟域、河口域、浅海域放流群の方が、伊勢湾湾口部放流群より高かった。伊勢湾湾口部は生息に適切でない水域であることが、再捕率が低くなった一因とも考えられるが、調査数が限られていることもあり今回得られた結果からその理由は明確にできなかった。

人工放流個体の分布・移動 放流直後の7～8月は、伊勢湾湾央東部や三河湾湾央西部で再捕され（Fig. 4-A）、再捕した漁法は、9月以降と異なり小型定置網によるものが多かった（Table 4）。トラフグは、全長100mm程度に達する8月下旬までは浅海域に分布するとされている。^{16,17,23,24} 7～8月の再捕が、水深4～8m程度の沿岸に設置された小型定置網から多くなされたことは、放流個体が天然個体と同じように浅海域に分布していることを示しているものと考えられた。

9～10月の再捕場所は、伊勢湾東部や三河湾湾央西部が多かった（Fig. 4-B）。9月から当歳魚は沖合の深場に移動する¹⁶⁻¹⁸とされているものの、今回の調査結果から伊勢湾では湾央部の深場での再捕は少なかった。10月の底層の溶存酸素量と再捕場所を比較した（Fig. 5）ところ、溶存酸素量が3mL/L以下の海域からの再捕は少なかった。養殖場において、トラフグの呼吸可能な最低溶存酸素量は0.5～1.0mL/Lであるが、長期間健康を維持するためには溶存酸素量は3mL/L以下にならないことが望ましいと述べられている。²⁸ また、底生魚類の漁獲に悪影響を及ぼさない底層の酸素濃度は3mL/Lであるとされている。²⁹ 従って、底層が低酸素となる水塊を避けるため、9～10月の再捕が溶存酸素量の多い伊勢湾沿岸域や三河湾西部に多く分布したものと考えられた。

11～12月では伊勢湾、三河湾の全域で再捕がみられた（Fig. 4-C）。この時期、天然当歳魚は沖合の深場に分布する¹⁶⁻¹⁸とされている。また、11～12月の伊勢湾、三河湾における小型底曳網によるトラフグの漁獲量³⁰は、11月が年間の30.2%、12月が15.0%を占め（1995～2001年平均）、水揚げ物の年齢組成は、それぞれ94.1%、96.7%が当歳魚となっている。従って、この時期天然当歳魚は、小型底曳網の漁獲対象になる伊勢湾、三河湾の沖合に広く分布していることになり、今回得られた放流個体の分布状況と良く一致するものと考えられた。

1～3月には伊勢湾湾奥部や三河湾での再捕が少なく（Fig. 4-D）、相対的に水温の高い湾口部で再捕が多い傾向が明瞭であった（Fig. 6）。トラフグ当歳魚は、15～

16℃で摂餌が減少し16℃を境に水温低下の遅い内海の沖合や湾口部へ移動し、³¹ 10℃以下の水温では砂泥中に潜り、8℃以下は生命に危険な水温である³²ことが報告されている。伊勢湾の1～2月の水温は、表層と比較し底層が高いこと¹⁵を考えると、トラフグは冬季の低水温を回避するため、伊勢湾湾央部や湾口部へ移動するものと考えられた。

これまでの知見と本研究結果を取りまとめると、伊勢湾、三河湾で放流した人工トラフグの以下のような分布・移動が推察される。放流直後の7～8月は、干潟や河口域に放流されたものは主にその海域付近に生息し、湾口部で放流されたものは伊勢湾、三河湾の湾央部や湾奥部などへ移動する。9～10月は伊勢湾や三河湾東部の底層に広がる溶存酸素量の低い水塊に移動を阻まれ、伊勢湾湾央東部や三河湾湾央西部に分布する。貧酸素水塊が解消する10月下旬頃から伊勢湾、三河湾の全域に分布を広げる。その後の水温低下に伴い、水温の高い伊勢湾湾口部や遠州灘に移動し、水温上昇後もその付近に分布する。三河湾では、1～2月に水温が10℃以下となり湾外へ移動するため、再捕されなくなるものと考えられた。また、1歳魚となる放流翌年度は、伊勢湾湾央～湾口部や遠州灘に分布する。

1歳以上の天然個体に体外型標識を付け、伊勢湾や遠州灘で放流した結果^{6,7,30}では、再捕場所は伊勢湾、遠州灘、駿河湾であった。また、熊野灘中央部で放流した天然1歳魚の再捕場所は、ほとんどが熊野灘であった。³ 以上のことから、伊勢湾や遠州灘、熊野灘に生息する天然トラフグはあまり大きな移動は行わないと考えられている。今回の人工放流個体の再捕場所も、伊勢湾、三河湾と遠州灘以外にはなかったことから、人工放流個体も天然個体と同じく大きな移動をしないことが示唆された。

トラフグの種苗放流による資源と漁獲量の安定、増大を図るためには、放流したトラフグが漁獲に加入し資源として利用されるのみではなく、再生産に寄与することも重要である。しかし、今回の試験では未成魚期の再捕がほとんどであり、雄の成熟年齢¹⁶である2歳以上の魚の分布・移動までは調査できなかった。今後は、放流個体数を増加させるとともに、脱落の少ない標識を用いることで、2歳以降の分布・移動や放流個体の産卵への加入などの人工種苗の放流後の生態を更に解明し、放流による栽培漁業の進展を図ることが重要である。

謝 辞

再捕報告は、関係漁協の職員、市場関係者、漁業者等の方々のご協力により得られたものであり、また、標識放流と再捕報告の収集は、愛知水試の歴代の担当者による多大な努力により行われてきた。以上の皆様方に深く

感謝し、厚くお礼申し上げる。また、本研究の一部は放流技術開発事業（水産庁）により行われた。水産庁を始め本事業の関係者各位に、ここに記して謝意を表する。

文 献

- 1) 神谷直明, 辻ヶ堂 諦, 岡田一宏. 伊勢湾口部安乗沖におけるトラフグ産卵場. 栽培技研 1992; **20**: 109-115.
- 2) 田中健二, 白木谷卓哉, 家田喜一, 岩瀬重元, 石川雅章, 木下 泉. 渥美外海域におけるトラフグ産卵場調査. 平成9年度日本水産学会春季大会講演要旨集 1997; 27.
- 3) 中島博司. 熊野灘, 遠州灘海域のトラフグ資源について. 水産海洋研究 1991; **55**: 246-251.
- 4) 中島博司. 熊野灘・遠州灘に生息するトラフグ資源について. 南西外海の資源・海洋研究 1997; **13**: 41-46.
- 5) 愛知県. 平成8年度資源管理型漁業推進総合対策事業報告書, 愛知水試, 愛知. 1997; 1-119.
- 6) 安井 港, 濱田貴史. 遠州灘・駿河湾海域におけるトラフグの標識放流結果からみた移動. 静岡水試研報 1996; **31**: 1-6.
- 7) 伊藤正木, 安井 港, 津久井文夫, 多部田修. 標識放流結果から推定した遠州灘におけるトラフグ成魚の移動・回遊. 日水誌 1999; **65**: 175-181.
- 8) 安井 港, 田中健二, 中島博司. 伊勢湾と遠州灘. 「トラフグの漁業と資源管理」(多部田修編) 恒星社厚生閣, 東京. 1997; 84-96.
- 9) 長尾成人, 鯉江秀亮, 大澤 博, 福嶋万寿夫. 伊勢湾・遠州灘におけるトラフグの資源動向について-I. 愛知水試研報 1998; **5**: 11-23.
- 10) 佐藤良三. 集団遺伝学的手法による系群解析. 「トラフグの漁業と資源管理」(多部田修編) 恒星社厚生閣, 東京. 1997; 41-52.
- 11) 伊藤正木. 移動と回遊からみた系群. 「トラフグの漁業と資源管理」(多部田修編) 恒星社厚生閣, 東京. 1997; 28-40.
- 12) 岡村俊治, 堀木清貴, 松村貴晴, 三宅佳亮, 高須雄二. ホルモン処理によるトラフグ養成親魚からの人工採卵-I. 愛知水試研報 1999; **6**: 31-37.
- 13) 堀木清貴, 岡村俊治, 松村貴晴, 高須雄二. ホルモン処理によるトラフグ養成親魚からの人工採卵-II. 愛知水試研報 1999; **6**: 39-43.
- 14) 阿知波英明. 知多半島沿岸域の環境特性. 愛知水試研報 1995; **2**: 17-32.
- 15) 久野正博. 伊勢湾における海況の季節変化. 三重水技研報 1996; **6**: 27-46.
- 16) 藤田矢郎. 日本産主要フグ類の生活史と養殖に関する研究. 長崎水試論文集第2集, 長崎水試, 長崎. 1962, 1-121.
- 17) 日高 健, 高橋 実, 伊藤正博. トラフグの資源生態に関する研究 I. 福岡水試研報 1988; **14**: 1-11.
- 18) 濱田弘之, 有江康章, 徳田眞孝, 宮本博和, 上妻智行. CPUEの推移と標識放流からみたトラフグ (*Takifugu rubripes*) 若齢魚の分布, 移動について. 福岡県豊前水試研報 1992; **5**: 41-58.
- 19) 早乙女浩一. 標識技術の現状. 月刊海洋 1996; **28**: 610-616.
- 20) 安井 港, 森 訓由, 福世傳左エ門. 沿岸域におけるトラフグの移動. 静岡水試研報 1997; **32**: 31-33.
- 21) 中島博司, 新田 朗, 津本欣吾, 藤田弘一. アーカイバルタグ装着トラフグの行動解析-1 埋没行動について. 平成10年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 1998; 48.
- 22) 中島博司, 新田 朗, 津本欣吾, 藤田弘一. アーカイバルタグ装着トラフグの行動解析-2 日周行動について. 平成10年度日本水産学会秋季大会講演要旨集 1998; 48.
- 23) 日高 健, 大内康敬, 高橋 実. トラフグ標識放流試験について. 西海区ブロック浅海開発会議魚類研究会報 1985; **3**: 77-82.
- 24) 田北 徹, Sumonta Intong. 有明海におけるトラフグとシマフグの幼期の生態. 日水誌 1991; **57**: 1883-1889.
- 25) 小島 博, 城 泰彦, 上田幸男, 石田陽司. 徳島県に來遊したトラフグおよびトラフグ人工種苗の標識放流. 栽培技研 1990; **19**: 41-49.
- 26) 佐藤良三, 東海 正, 柴田玲奈, 小川泰樹, 阪地英男. 布刈瀬戸周辺海域からのトラフグ当歳魚の移動. 南西水研研報 1996; **29**: 27-38.
- 27) 鯉江秀亮, 大澤 博, 福嶋万寿夫, 長尾茂人. 伊勢湾・遠州灘におけるトラフグの資源動向について-II. 愛知水試研報 1998; **5**: 25-33.
- 28) 藤田矢郎. フグ. 「養殖学各論」(川本信之編) 水産学全集第23巻, 恒星社厚生閣, 東京. 1967; 525-543.
- 29) 日本水産資源保護協会. 「水産用水基準 (2000年版)». 日本水産資源保護協会, 東京. 2000; 96.
- 30) 愛知県. 平成12年度複合的資源管理型漁業促進対策事業報告書, 愛知水試, 愛知. 2001; 1-86.
- 31) 藤田矢郎. 日本近海のフグ類. 水産研究叢書39, 日本水産資源保護協会, 東京. 1988; 131.
- 32) 高井 徹, 溝上昭男, 松井 魁. トラフグの漁業生物学的並びに養成に関する研究-I. 水産講習所研報 1959; **8**: 91-99.