トラフグ *Takifugu rubripes* 親魚の瀬戸内海・ 布刈瀬戸の産卵場への回帰性

佐藤良三, 鈴木伸洋, 柴田玲奈, 山本正直

(1998年10月23日受付)

Evidence of Homing Behavior to the Natal Spawning Ground, Mekari-seto in the Seto Inland Sea from Adult Ocellate Puffer *Takifugu rubripes* Recaptured

Ryozo Sato,*¹ Nobuhiro Suzuki,*²
Rena Shibata,*² and Masanao Yamamoto*³

In order to clarify homing behavior to the natal spawning ground, disc tagged 104 and 93 adult ocellate puffers were released in each mid-May 1994 and 1995 off Saizaki, Mihara City, Hiroshima Prefecture, adjacent to the Mekari-seto spawning ground in the Seto Inland Sea. In the Seto Inland Sea, 14 tagged individuals were recaptured within 6 months of release, the majority soon after the release. On the other hand, 11 tagged individuals were recaptured in the open sea including areas such as the Yellow Sea, Tsushima Straits, Goto-nada, Genkai-nada and Shibushi Bay from 1 to 22 months after release. At the following spawning season, 10 tagged individuals, five for each year released, were recaptured in areas adjacent to the Mekari-seto, but there was no reports related to any other spawning grounds except 2 individuals recaptured off Hashiri Island. This fact may not deny the possibility of migrating towards Bisan-seto as well as Mekari-seto. These results suggest that the ocellate puffers show homing behavior to the natal spawning ground in general.

キーワード：トラフグ, 親魚放流試験, 産卵場回帰

近年, トラフグの主漁場である東シナ海, 玄界灘, 伊予灘・豊後水道域などでは本種の漁獲量が減少し, 資源の回復・維持・増大が切望されている。トラフグの資源を増やすには, 幼稚魚, 未成魚および親魚の漁獲規制の実施が有効であり, 瀬戸内海などでは幼稚魚と未成魚に対して実施されている。また, 放流事業も資源の増大に効果的であると考えられ, 五島灘を中心にトラフグ人工種苗の放流が盛んに行われている。天然魚資源の減少も手伝って, 外海産水揚量*⁴に占める放流魚の割合が10%を越すようになり, 下関市南風泊魚市場では種苗生産時の尾鰭の噛み合いにより生じたと考えられる尾鰭変形魚の取扱量が増え, 1995年4月から“放流魚”という銘柄が登場した。トラフグがサケ・マス類のように産卵場へ回帰することが明らかになれば, トラフグ放流

事業は今後さらに盛んになり, 資源の維持・増大に大きな役割を果たすことになる。

我が国周辺のトラフグについては, アイソザイム分析, ミトコンドリアDNA分析, 漁業実態調査および標識放流試験などから, 瀬戸内海, 九州沿岸, 遠州灘など幾つかの系群の存在が明らかにされている。^{1,2),*5} 佐藤・小嶋²⁾は, もしトラフグの大半が規則性のない回遊をして不特定な産卵場へ回遊するならば, そのような系群が成立しないであろうという考えから, “生まれ故郷の産卵場へ回帰して産卵する”という仮説を立てた。我が国周辺海域では十数カ所に本種の産卵場が確認或いは推測されており, 今後, 調査の進展に伴って系群識別数は産卵場数と一致することが期待される。¹⁾ 瀬戸内海には布刈瀬戸, 備讃瀬戸および関門内海に産卵場が確認され

*¹ 養殖研究所日光支所 (Nikko Branch, National Research Institute of Aquaculture, Nikko Tochigi 321-1661, Japan).

*² 瀬戸内海区水産研究所 (National Research Institute of Fisheries and Environment of Inland Sea, Maruishi, Ohno, Saeki, Hiroshima 739-0493, Japan).

*³ 吉和漁業協同組合 (Yoshiwa Fisheries Co-operative Association, Shoutoku, Onomichi, Hiroshima 722-0004, Japan).

*⁴ 瀬戸内海および遠州灘以外の海域での水揚量。

*⁵ 佐藤良三, 浜口昌巳: 生態学および生化学的手法により推定したトラフグの系群. 平成9年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, 1997, p. 74.

ている^{1,3)}が、布刈瀬戸と備讃瀬戸との間で系群識別ができていない。¹⁾ 著者らは、ある年に産卵のために来遊した親魚が翌年の産卵期に再び同じ産卵場へ来遊すれば、産卵場への回帰性が証明できるものと考えた。そこで、本研究では、産卵期に布刈瀬戸の産卵場周辺海域で漁獲されたトラフグ親魚を用いて標識放流試験を行い、布刈瀬戸の産卵場への回帰性の証明を試みた。

材料と方法

トラフグの主要産卵場の一つである広島県尾道市地先の布刈瀬戸周辺海域²⁾において、1994年5月16～18日に一本釣り、吾智網で漁獲されたトラフグ親魚104尾(平均全長42.8 cm, 平均体重1.53 kg)および1995年5月12日と15日に同じ海域において同じ漁具で漁獲された93尾(平均全長45.0 cm, 平均体重1.87 kg)を入手し、標識放流試験を行った(Table 1)。標識の装着は、非麻酔の状態で背鰭前方基部に径3 mmの太針で穴をあけ、直径12 mm, 厚さ1 mmの白色ディスク標識(表側には『ナンセイ』, 裏側には個体識別のための数字4桁を印字)を背骨型用ピンで固定して行った。フラン剤で薬浴後、標識魚が西方へ移動することを予測し、放流後すぐに再捕されることを避けるため、布刈瀬戸より約15 km西方の広島県三原市幸崎沖の海域から放流した(Fig. 1)。そして、放流後、瀬戸内海、九州を中心に多数の漁業協同組合および各府県の水産試験場、下関市南風泊魚市場等へ700通以上のポスターを送付し、再捕の情報収集に努めた。なお、1994年標識群については、1995年の産卵期に再捕された5尾中4尾を直接入手して雌雄を判別した。

結 果

1994年の標識放流試験 放流尾数104尾の約19%

Table 1. Total length and body weight of the tagged ocellate puffers

Release		No. of fish	Total length (cm)		Body weight (kg)	
Year	Date		Mean	S.D.	Mean	S.D.
1994	May, 16	42	41.8	4.76	1.48	1.031
	17	37	43.3	3.44	1.57	0.511
	18	25	43.7	2.95	1.54	0.431
	Total	104	42.8	3.99	1.53	0.748
1995	May, 12	75	44.4	5.11	1.78	0.738
	15	18	47.4	6.18	2.25	1.080
	Total	93	45.0	5.43	1.87	0.829

S.D.: Standard Deviation.

にあたる20尾が再捕された。そのうち年内に瀬戸内海で再捕されたのは計7尾で、放流翌日の5月17日に柄鎌瀬戸で吾智網による1尾、放流8日後の5月25日に田島沖で定置網による1尾、11日後の5月27日に弓削島沖で定置網による1尾、12日後の5月30日に田島沖で定置網による1尾、15日後の5月30日に愛媛県波方沖で1尾、48日後の7月4日に下黒島沖(芸芸灘)で2漕船こぎ網による1尾が再捕された(Fig. 1)。それに加えて、放流後約6カ月の11月12日に青島沖(伊予灘)で小型底びき網漁船により1尾が再捕された(Fig. 2)。このように、7尾中4尾は放流1～12日後に放流地点より東方の海域で、残りの3尾は15日～約6カ月後に放流地点より西方の海域で再捕されたことから、放流魚はいったん放流地点より東方へ移動したが、時間の経過に伴い次第に西方へ移動したものと推測された。一方、外海域では、放流後約1カ月の6月中旬に志布志湾口の定置網により1尾、3カ月後の9月10日に玄界灘のまき網により1尾、4カ月後の10月1日に五島灘で1尾、さらに1995年に入り3月中旬および下旬に玄界灘で各1尾ずつの計5尾が再捕された(Fig. 2)。

放流約1年後の産卵期の1995年4月下旬から5月下旬に放流地点に近い布刈瀬戸の産卵場周辺海域で計5尾が再捕された。その内訳は、4月27日に走島の定置網で雌雄各1尾、5月7日に岩城島南沖の吾智網で1尾(性不明)、5月13日に伯方島南沖の敷網で雌1尾、5月22日に生口島西沖の一本釣りで雄1尾であった(Fig. 3)。伯方島南沖で再捕された雌親魚は成熟卵を有していた。また、走島で再捕された雌親魚の生殖腺は卵黄球期であり、走島および生口島西沖の雄親魚各1尾からは十分な精液が得られた。1995年の産卵期には、この産卵場周辺海域以外からの再捕報告はなかったが、走島の2尾については備讃瀬戸の産卵場への回遊も否定できない(Fig. 3)。

さらに、放流後1年以降、すなわち次年の産卵期を過ぎた1995年6月12日に志布志湾口で大型定置網により1尾、10月30日に国見町沖(伊予灘)で1尾、そして、1996年3月6日に対馬沖西方(朝鮮海峡)で1尾の計3尾が再捕された(Fig. 2)。

1995年の標識放流試験 放流尾数93尾の中17%にあたる16尾が再捕された。そのうち年内に瀬戸内海で再捕されたのは計7尾であった。その内訳は、放流4日後の5月16日に放流地点の東方の田島沖で定置網により2尾、7日後の5月19日には愛媛県大島の東沖で1尾、9日後の5月21日には弓削島沖の定置網で1尾、11日後の5月23日には倉敷市水島沖の小型底びき網で1尾、放流後22日目の6月7日に山口県山陽町沖

Fig. 1. Recapture site and date of tagged adult ocellate puffer in sea area adjacent to Mekari-seto within 50 days after release.

Days elapsed are given in parenthesis. ○: release site, ●: 1994 release group, ■: 1995 release group.

Fig. 2. Recapture site and date of tagged adult ocellate puffer in areas distant from the release site.

Months elapsed are given in parenthesis. Symbols are as in Fig. 1.

(周防灘)の定置網で1尾、約4ヵ月後の9月5日に佐賀関沖(伊予灘)の延縄で1尾の計7尾であった(Figs. 1, 2)。放流後11日以内に再捕されたトラフグ5尾は何れも放流地点より東方の海域であり、放流後3

週以降に再捕された2尾は放流地点からかなり離れた西方の海域であった。このように1994年とほぼ同様な結果が得られたが、水島沖で1尾が再捕されているのが特徴である。さらに、1996年に入って約11ヵ月後

Fig. 3. Recapture site and date of tagged adult ocellate puffer in the sea area adjacent to the Mekari-seto spawning ground at the following spawning season. Symbols are as in Fig. 1.

の4月5日に紀伊水道德島沖の小型底びき網で1尾が再捕された (Fig. 2)。一方, 外海域では, 放流3カ月後の8月6日に黄海の底びき網で1尾, 5カ月後の10月10日に長崎県生月島沖 (対馬海峡) の延縄で1尾, さらに1996年に入って放流後10カ月の3月12日に五島列島の北沖 (対馬海峡) で1尾の計4尾が再捕された (Fig. 2)。

産卵期に入ってから再捕は, 1996年5月3日に弓削島沖の定置網で1尾, 5月19日, 23日および26日に布刈瀬戸の小型底びき網で各1尾ずつ, さらに5月25日に百貫島沖で1尾の計5尾であり, 1994年の放流群と同様に産卵時期に他の産卵海域からの再捕報告はなかった。

以上述べたように, 標識魚は放流後すぐには同一群としての西方への移動行動を示さなかったものの, 時間の経過とともに外海域へ回遊し, その多くは再び成熟して前年と同じ産卵場へ来遊したものと推測された。

考 察

放流直後の放流地点周辺海域, 時間の経過に伴う外海域および翌年の産卵期における布刈瀬戸周辺海域の再捕状況から, 標識魚の多くは瀬戸内海西部海域から外海域へ回遊し, 再び成熟して前年と同じ産卵場へ来遊したものと推測した。この推測は, これまでの布刈瀬戸発生群の回遊に関する知見^{1,2)}とほぼ一致している。すなわち,

この発生群は成長に伴って伊予灘・豊後水道へ回遊し, その後玄界灘, 東シナ海, 黄海へ回遊することが推定されている。⁴⁻⁶⁾ 秋に黄海から東シナ海に分布するトラフグ成魚が1~3月に九州沿岸に接近することが漁業実態調査により報告され,⁷⁾ 秋から冬の黄海・東シナ海で行われたトラフグ成魚の標識放流試験では, 産卵期に日本海沿岸, 九州沿岸および布刈瀬戸を含む瀬戸内海の各産卵場で再捕されている。⁸⁾ 筑前海 (玄界灘) で4月上旬に行われた成魚の標識放流試験からも, 約1カ月後の産卵期に氷見沖, 若狭湾, 萩沖, 布刈瀬戸などの産卵場周辺海域で再捕され,⁹⁾ 4月上旬に筑前海に生息する成魚は複数の産卵場由来の系群から構成されていることが考えられる。¹⁾ このように, 布刈瀬戸発生群が他の産卵場発生群と同様, 外海域のトラフグ資源の加入群として大きな貢献をしていることは, 伊予灘・豊後水道域の未成年漁獲量, 南風泊魚市場の外海産水揚げ量および備後・芸予瀬戸 (布刈瀬戸周辺海域) の産卵親魚漁獲量との3者間の高い正の相関関係からも裏付けられている。¹⁰⁾ 一方, 前述の推測に対し, トラフグの一部は外海へ回遊するが, 大部分は翌年の産卵期まで放流地点周辺海域に長期滞在するのではないかという推測もある。もしそうであるならば, 布刈瀬戸周辺海域では周年同様な漁獲努力が行われており, 放流後の長期にわたって再捕されるはずである。しかし, 放流地点周辺海域では放流2週以降の年内の再捕はなく, 長期滞留する可能性は極めて

小さいものと考えられる。

本研究から、布刈瀬戸のトラフグが産卵場へ回帰することが概ね示唆されたが、黄海から玄界灘の海域で再捕された9尾の中、4尾は3月に再捕されている。この時期は産卵期の1~2カ月前であり、田川・伊藤⁹⁾や内田⁹⁾が報告しているように、この時期にこれらの海域に生息している成魚は布刈瀬戸だけでなく、九州沿岸、日本海沿岸などの産卵場への回遊も考えられる。¹²⁾ 徳島沖で4月上旬に再捕された成魚は備讃瀬戸の産卵場へ回遊する可能性があるが、3月に徳島県阿南沖で放流された親魚が5月に布刈瀬戸近海の燧灘・四阪島沖で再捕されたという報告¹¹⁾もあり、布刈瀬戸への回遊も否定できない。さらに1995年放流群では放流11日後に倉敷市水島沖で再捕されており、布刈瀬戸の産卵場由来の一部の魚が紀伊水道へ回遊することも考えられる。3月から4月上旬に再捕されたこれら5尾の標識魚がどの産卵場へ回遊するかの特定はできないが、布刈瀬戸の産卵場への回帰の途上で再捕されたという解釈も可能であり、今後さらに検討する必要がある。

漁業実態調査から推定された布刈瀬戸への来遊経路⁵⁾によれば、本研究で標識放流に用いたトラフグ親魚は布刈瀬戸の産卵場への入口の海域で一本釣り漁獲され、産卵場付近で吾智網により漁獲されたことになる。本研究では、放流魚の多くが産卵場周辺海域で放流直後に再捕されることを懸念して、産卵場より約15 km 西方の三原市幸崎沖で放流したことが、放流直後の再捕の何れもが放流地点より東方の海域であったことと関係した可能性がある。すなわち、標識魚の中には産卵に参加する前か或いは産卵に十分参加できない状態で漁獲された個体が多く含まれていたか、それとも産卵場への来遊経路を一旦戻って西方へ回遊することも考えられる。これらの点については、雌雄間の産卵場での滞在期間の違い¹²⁾も含めてさらに解明する必要がある。

瀬戸内海のトラフグの主な産卵場は布刈瀬戸、備讃瀬戸および関門内海である。^{1,3)} これらが独立した産卵場であるならば、3つの系群の存在が期待されるが、現時点では布刈瀬戸と備讃瀬戸は判別できていない。¹⁾ 高価な親魚の代わりに回遊する幼魚を分析に用いたことが系群識別の妨げとなった可能性があり、今後は各産卵場を代表する親魚を用いた系群解析を急ぐ必要がある。本研究では、2つの放流年群の合計197尾中10尾が翌年の産卵期に再び産卵回遊魚として再捕された (Fig. 3)。そのほか、1995年5月の産卵期には標識が脱落した痕跡のあるトラフグ3尾が布刈瀬戸周辺海域で漁獲され

た。これらの痕跡傷はこれまで天然親魚において観察されたことがなく、本研究の標識魚であった可能性が高い。この事例を加えると13尾が産卵回帰したことになるが、標識再捕魚10尾の中、1995年4月27日に再捕された走島沖の2尾については慎重な考察が必要である。2尾の再捕は布刈瀬戸から約25 km 離れた海域であったが、他の8尾同様、国行・伊東⁵⁾が漁業実態調査から推定した布刈瀬戸への回遊経路上であった。しかし、備讃瀬戸の産卵場への親魚の回遊経路は紀伊水道から小豆島南沖経由の直島沖 (未発表) と、走島のすぐ南の宇治島沖経由の下津井沖 (町田, 私信) とが推定されている (Fig. 3)。宇治島の位置から、走島沖の2尾は備讃瀬戸への回遊経路で再捕された可能性も考えられるが、布刈瀬戸への回帰性も否定できない。布刈瀬戸と備讃瀬戸とは60 km 以上離れている。本研究の標識魚が下津井沖から直島沖に至る備讃瀬戸の産卵場周辺海域で1尾も再捕されなかったことは、布刈瀬戸と備讃瀬戸の産卵場の独立性を示唆していると言えないであろうか。これらの産卵場の独立性も含め、走島、宇治島周辺の産卵親魚の回遊経路および系群識別など、今後さらに詳細な調査・研究を行って解明する必要がある。

布刈瀬戸周辺海域からの親魚の標識放流試験⁵⁾は過去に1976年に51尾、1978年に81尾を用いて行われ、外海域で5尾の再捕例が報告されているが、産卵期での再捕の記録はない。若狭湾で1993年5月中旬に50尾の親魚を用いて行われた標識放流試験では、7月から翌年3月に島根沖、山口沖等で計5尾、翌年4月下旬~5月の産卵期には若狭湾で3尾、同時期に瀬戸内海で1尾が再捕された。¹³⁾ この報告では親魚の産卵場への回帰性については論じられていないが、産卵場への回帰という観点から見ると4尾中3尾が産卵場周辺海域へ回帰したことになる。また、伊勢湾口の産卵場で1996年4月下旬~5月上旬に217尾の親魚を用いて行った標識放流試験では、翌年の産卵期に4尾が放流海域の産卵場近海で再捕され、他の産卵場からの再捕報告がなかったことから、産卵場への回帰性が認められた。^{*6)}

産卵場、すなわち、“生まれ故郷”への回帰性を実証するためには、特定の産卵場由来の幼稚魚を用いて標識放流試験を行い、2年或いは3年後に親魚となって放流地点の産卵場周辺海域に回帰することを検証することが望ましい。しかし、当歳魚の外部標識による放流試験では、人工種苗は放流後3カ月以内に再捕魚の92%が、天然魚は74%が再捕されている。このように殆どの標識魚が未成魚にならないうちに再捕されたが、人工種苗

*6 中島博司, 津本欣吾, 佐藤良三: 伊勢湾口海域を産卵場とするトラフグの産卵回帰と独立性について. 平成9年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, 1997, p. 21.

1 尾が成熟して故郷の産卵場周辺海域へ回帰してきた。⁴⁾ 宮木ら^{*7)}は耳石に ALC 或いは TC 染色した内部標識によって人工種苗の当歳魚を有明海へ放流し、4~5 年後に産卵親魚として同海域で再捕している。これらの放流試験では回帰の事例が少なく、しかも内部標識法を完全に証明するには他の全ての産卵場海域での耳石調査が伴うため事実上困難であるが、当歳魚の標識放流試験からも産卵場への回帰性を支持する結果が得られている。

本研究で用いた外部標識法は放流と再捕の地点および日付は把握できるが、その間の経路や回遊途中での再捕個体の行き先は把握できない。この手法の限界性から、布刈瀬戸への回帰性を完全に証明できたとは言えないが、布刈瀬戸への回帰性を全く否定する知見も得られていない。従って、以上述べた本研究の結果と、これまで行われてきた幼魚・成魚の外部・内部標識による放流試験、系群解析、漁業実態調査などの数多くの知見を総合し、トラフグの産卵場への回帰性は存在するものと考えた。今後は、回帰性の精度の把握、各系群の発育段階別資源量および回遊経路の把握、さらに標識調査手法の開発などを進展させていく必要がある。サケ *Oncorhynchus keta* では、標識放流試験の結果、母川回帰が証明され、¹⁴⁾ 河川の産卵場への遡上が嗅覚によりオリエンテーションされることが河川水に対する誘起脳波の研究により実証された。¹⁵⁾ 今後トラフグにおいても、産卵場回帰に関するこのような生理的メカニズムの解明が必要であらう。

サケでは、その回帰性の精度がベニザケ *Oncorhynchus nerka* に比べ劣ると言われている¹⁴⁾ものの、組織的かつ大規模な種苗放流事業により我が国の資源を増大させることができた。すなわち、再生産から放流までの減耗の大きな時期に人間の管理下に置き、給餌放流したことが、北太平洋海域における漁獲規制と同様に、資源増大へ大きな役割を果たしたものと考えられる。トラフグの未成魚が成長するに伴い外海域へ移動し、産卵場を異にする群がこの海域で混生し、成熟すると産卵場へ帰るといふ点では、サケの母川回帰と共通している。トラフグの放流事業にサケの増殖事業体系がそのまま当てはまるとは言えないが、大いに参考となるであろう。したがって、トラフグの産卵場への回帰性に関する知見はもとより、再生産、成長および移動・回遊などに関する知見をさらに蓄積し、それに見合った資源培養および資源管理技術を確立することができれば、トラフグの資源増大への道が開かれることが期待できよう。

謝 辞

標識放流に御協力いただいた尾道市吉和漁業協同組合の村上時男理事、島谷一二理事、笹井満雄理事および組合員各位、広島県尾道農林水産事務所水産課職員各位、瀬戸内海区水産研究所の佐古 浩博士、後藤幹夫技官に深謝する。なお、本研究の一部は農林水産技術会議事務局・特別研究「中回遊型魚類の回帰特性の解明と資源管理技術の開発」により実施した。

文 献

- 1) 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，pp. 41-52.
- 2) 佐藤良三，小嶋喜久雄：トラフグの分布・回遊。漁業資源研究会議報，29，101-113 (1995).
- 3) D. Kusakabe, Y. Murakami, and T. Onbe: Fecundity and spawning of a puffer, *Fugu rubripes* (T. et S.) in the central waters of the Inland Sea of Japan. *J. Fac. Fish. Anim. Husb. Hiroshima Univ.*, 4, 47-79 (1962).
- 4) 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，29，27-38 (1996).
- 5) 国行一正，伊東 弘：瀬戸内海中西部海域のトラフグについて。漁業資源研究会議・西日本底魚部会報，昭和 56 年度，25-35 (1982).
- 6) 伊東 弘，山口義昭：瀬戸内海中西部におけるトラフグの分布と移動。漁業資源研究会議・西日本底魚部会報，15，19-28 (1987).
- 7) 花潤信夫：黄海・東シナ海におけるフグ類について。漁業資源研究会議・西日本底魚部会報，昭和 56 年度，37-45 (1982).
- 8) 田川 勝，伊藤正木：東シナ海・黄海で実施した標識放流結果からトラフグの回遊生態。西水研研報，74，73-83 (1996).
- 9) 内田秀和，伊東正博，高橋 実：トラフグの資源生態に関する研究Ⅱ—標識放流結果からみた筑前海産トラフグの分析—。福岡水試研報，16，7-14 (1990).
- 10) 佐藤良三：産卵場への回帰特性による資源管理と資源培養。月刊海洋，30，224-228 (1998).
- 11) 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，19，41-49 (1990).
- 12) 神谷直明，辻ヶ堂 諒，岡田一宏：伊勢湾口安乗沖におけるトラフグの産卵場。栽培技研，20，109-115 (1992).
- 13) 伊藤正木，小嶋喜久雄，田川 勝：若狭湾で実施した標識放流実験から推定したトラフグ成魚の回遊。日本誌，64，435-439 (1998).
- 14) 田口喜三郎：太平洋産サケ・マス資源とその漁業，恒星社厚生閣，東京，1966，p. 399.
- 15) 上田一夫：シロサケにおける母川水の嗅認識機構—電気生理学的解析—，漁政叢書 15，日本水産資源保護協会，1985，pp. 113-124.

*7 宮木廉夫，松村靖治，安元 進，新山 洋，池田義弘，多部田 修：有明海において産卵期に來遊した耳石標識トラフグについて。平成 8 年度日本水産学会秋季大会講演要旨集，1996，p. 73.