

伊勢湾口部トラフグ産卵場の規模と産着卵の分布について

中島 博司

Extent of Spawning Ground and Distribution of Eggs for Ocellate Puffer
Takifugu Rubripes at the Mouth of Ise Bay

Hiroshi NAKAJIMA

An area at the mouth of Ise Bay, adjacent to Mie Prefecture and facing the open sea, is known as a spawning ground for ocellate puffer *Takifugu rubripes* because the spawning fish are found here in the one purse seine net in the springtime. In order to determine the size of the spawning ground and the distribution of the eggs, research, focusing on the relationship between the size of the bottom sediments and the number of eggs deposited, was carried out from 1995 to 1997. Dredge nets were used for collecting eggs while sledge nets were used for sediments. Abundant eggs were collected in areas where the bottom sediments were composed of dominant particles of between 2-4mm in diameter. Thus, the main spawning ground is estimated to lie between 34° 22.4' 24'N, 136° 57.9' 59.1'E, off Anori, Mie Prefecture. The main spawning season was found to be short, about two weeks, and its timing and duration greatly influenced by the water temperature. There was a tendency for the eggs to be aggregately distributed. As the distribution areas of abundant eggs coincided well with the purse seine net operating grounds, by monitoring them, it is possible to estimate the locations of the spawning grounds which shift slightly from year to year.

国内におけるトラフグの産卵場は今までに太平洋岸では伊勢湾以南、日本海では秋田県以南の海域で確認されており、有明海湾口、関門海峡、瀬戸内海備讃瀬戸、若狭湾及び伊勢湾口部など極めて局所的に存在しているのが特徴的である（藤田1988, 松浦1997）。本種の産卵床は潮流のかなり激しい瀬戸、海峡などの水深10～50mの海底で、岩礁が散在し、底質が1～4mmの粗い砂や貝殻が卓越しているところに形成されるとされている（藤田1988, 松浦1997, Kusakabe et al. 1962）。

伊勢湾口部では、三重県安乗沖のまき網漁場や石鏡沖のヒラメ刺網漁場で産卵親魚が漁獲されることから産卵場の存在が推定されていた。簡易な小型底曳網（ソリネット）を用いた曳網調査により安乗沖において天然産着卵が多量に採集されたことによって産卵場の存在が確認された（神谷ら1992）。三重、愛知、静岡3県の沿岸域に生息するトラフグは、標識放流調査等からも伊勢湾口部の産卵場で再生産を行っているローカル群と推察されることから（伊藤ら1999）、伊勢湾口部の産卵場は3県沿

岸域のトラフグ資源を支えている非常に重要な場所と考えられる。

トラフグは4、5年周期で卓越年級群が発生することが知られている（柴田ら1997）。熊野灘、遠州灘海域でも過去に1983年、1988年、1992年及び1999年に卓越年級群の発生が認められ、その発生には他海域と同様に周期性のあることがうかがえる。このような卓越年級群の発生機構や再生産機構を解明するためには、産着卵の定量化や初期減耗過程の把握が重要であると考えられる。安乗沖産卵場については、神谷ら（1992）によって、底質が砂・礫等であるという知見が得られている。しかし、その調査は断片的であり、しかも調査範囲は安乗沖海域の一部に限られているため、石鏡沖から安乗沖にかけての伊勢湾口部産卵場の底質分布は系統的に把握されていないのが現状である。したがって、産卵場の広さも特定されていない。トラフグ産着卵の定量的な変動を把握するためには、伊勢湾口部産卵場の規模や産卵床の構造把握が不可欠である。

本研究では、伊勢湾口部トラフグ産卵場において、トラフグ産着卵数の定量化に必要な基礎的知見を得ることを目的に、産卵場の範囲を特定するとともに産着卵の分布について検討した。

材料及び方法

調査海域及び底質調査

トラフグ産卵親魚は、4、5月頃に伊勢湾口部（鳥羽市島嶼部から外海域に面した海域）の阿児町安乗（あり）沖で操業する19トン型2艘まき網で漁獲される（許可の解禁日は4月1日）ほか、鳥羽市石鏡（いじか）沖に敷設されるヒラメ刺網でも混獲される。底質調査の範囲設定にあたっては、両漁業の操業区域を参考に北緯34°21′～34°28′ 東経136°57′～137°（13km×4km）の海域に設定した（Fig. 1）。この調査範囲内において、グリッドサーベイ法により約800m×600mの方形を1定点とし、スミスマッキンタイヤー式採泥器を用いて合計110点の底質の粒度組成を、沿岸環境調査マニュアル（1986）にもとづき重量法により調べた。粒度組成は、0.5mm以下、0.5～1.0mm、1.0～2.0mm、2.0～4.0mm、4.0mm以上の5段階に区分し、粒度組成の中央粒径値を占める粒子を代表値と見なして、各定点の底質とした。調査は1995年に調査範囲の南側半分、1996年に北側半分を実施した。なお、調査時には各定点の水深を魚群探知機により測深した。調査時の最大潮位差は約1mであった。

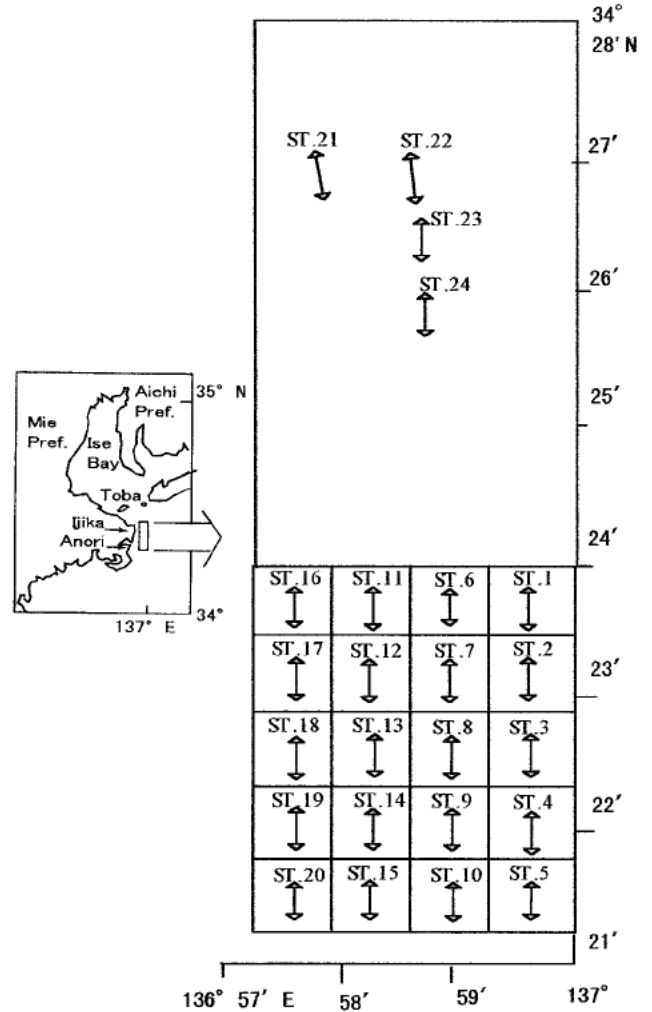


Fig.1. The study area and the fixed lines towed by the sledge net.

産着卵採集調査

産着卵の採集は、神谷ら（1992）の調査結果を参考にし、1995年から1997年にかけて調査海域の南側にあたる北緯34°21.2′～34°24′ 東経136°57.3′～137°の海域

（5 km×4 km）内に1 km四方の20区画を設け、調査船あさま丸（56トン）で各区画の中央部を開口部幅が約1 m、袋網の目合い約0.55mmのソリネット（Fig. 2）を

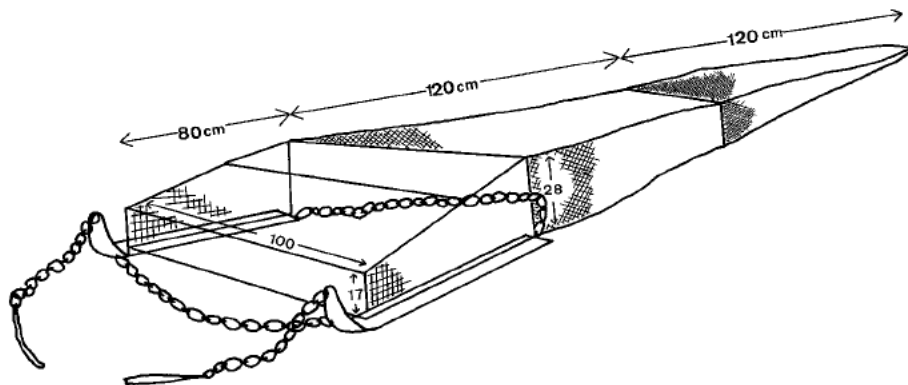


Fig.2. Features of the sledge net used in this study.

用いて500m曳網した。この調査海域はまき網操業漁場とおおよそ一致した。なお、ST.16は魚礁が設置されているため調査が行えなかった。調査は、1995年は4月27日、5月8日～9日の2回、1996年は4月17日、24日、5月3日、10日、16日、24日の6回、1997年は4月30日、5月2日、12日の3回行った。1996年はST.13内においてまき網が操業した位置（ST.13'）についても曳網した。ST.13'の位置は事前または調査当日にまき網との無線通信で確認した。調査日毎にST.13'の位置は少しずつ異なったがST.13と重なることはなかった。

北側の調査海域では、この時期ヒラメ刺網や蛸壺が1日中敷設されており、南側のような系統的な調査が行えない。このため、石鏡漁協で聞き取った産卵親魚が混獲される漁場と前述した底質調査結果を考慮してソリネットの曳網可能な地点を2～4箇所選び、1996年と1997年の2カ年間調査した。

いずれの調査においても、産着卵はソリネットに入った海底の砂を十分に攪拌したのち、上澄み液を濾し取って採集した。採集された産着卵は実験室に持ち帰り全数を計数した。トラフグ卵以外ではシマフグ卵が一部見られた程度であった。

調査時にはSea-Bird社製 CTD (911plus) を用いて、1995年、1996年は調査海域内の北部に位置するST. 6 及び南部に位置するST.10で海底直上の水温、塩分を測定した。また、1997年は中央部に位置するST.13で海底直上の水温、塩分を測定した。

産着卵の管理

採集された産着卵は、産卵日を推定する目的で500Lアルテミアふ化槽に収容し、自然水温下で毎時500Lのろ過海水を注入しエアーストーンで強通気して飼育した。飼育には、採集卵数が多かった定点の産着卵を選択した。1995年はST. 6 (4月27日)、ST. 8 (5月8日)、1996年はST.13' (5月3日、10日、16日) 及びST. 7 (5月24日)、1997年は全てST.13の産着卵を用いた。なお、飼育期間中の水温は、1996年は15.2～18.7℃、1997年は16.5～19.9℃であった。浮上したふ化仔魚の計数は原則として午前中にピペットを用いて行った。産卵日の推定は、ふ化に要する日数を10日間と見なして行った（神谷ら1992、藤田1962）。

潜水調査及び標本船調査

産着卵が多量に採集されたST.13付近の海底（水深約37m）において、1996年5月13日に同一地点で2回、1997年5月2日に2カ所の潜水調査を行い、海底地形及び産卵親魚と産着卵及びその他の生物相を目視により観察し

た。また、1996年にはダイバーの手による産着卵の採集を試みた。この他、まき網船の操業位置とトラフグ漁獲量を1995年及び1997年の2カ年について調査した。

結 果

底質環境

調査海域において、中央粒径値0.5mm以下（以後、粒径値と記す）の中砂質は東側一帯に広く分布し、粒径値2mm以上の礫質はほぼ中央部に位置する北緯34°22.5'～24' 東経136°57.5'～59' で囲まれた海域（安乗沖海域）及び北西側の細長い海域（石鏡沖海域）に存在した（Fig. 3）。粒径値2mm以上の底質には貝殻が混じっていた。安乗沖海域及び石鏡沖海域（北緯34°26.5'以北を北部、北緯34°25'～26.5'を南部に区分する）には、図中濃い茶色で示された中央粒径値4mm以上の礫質が分布したが、それらの分布内に位置する定点（安乗沖海域6点、石鏡沖海域北部7点、南部7点）の平均粒度組成を見ると、石鏡沖海域北部において特に粒径値4mm以上の礫質の割合が高かった。底質調査時に測深した水

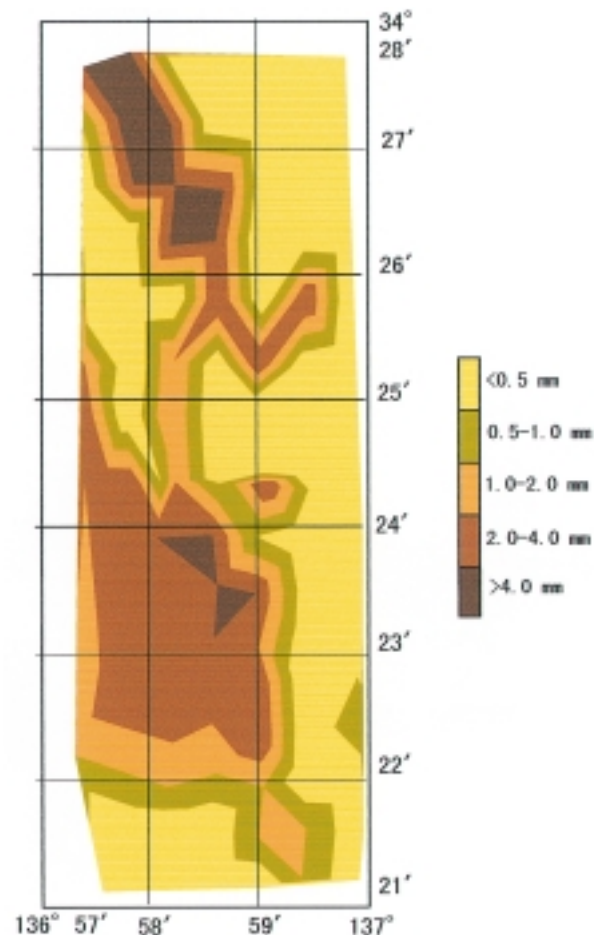


Fig.3. Diagram of the average particle-size composition of the bottom sediments.

深に基づき調査海域の等深線図を描くと、調査海域の北半分は西から東にかけて60mから30mと急に浅くなるが、南半分は40m前後の水深で平坦な地形を呈した (Fig. 4)。粒径値 2 mm以上の底質を有する海底の水深は石鏡沖海域で約40~50m、安乗沖海域で約35~40mであった。

産着卵の採集状況と底質との関係

安乗沖海域において、産着卵は1995年4月27日にST. 6で333粒、5月8日にST. 8で1,900粒と多かったが、S T. 1~ST. 5では採集されなかった (Table 1)。1996年の調査で1,000粒以上の多量の産着卵が採集された定点はST.13' (5月3日, 10日, 16日), ST.12, ST.13 (5月10日), ST. 7 (5月24日)であった。調査期間中の最大採集産着卵数はST.13'の約7,700粒であった (5月10日)。1997年はST.13で、最高3,660粒 (5月12日)の卵が採集された。調査日毎の分布の一例として、1995年5月8日及び1996年5月10日の定点別産着卵分布図をFig. 5に示した。このように、産着卵が多量に採集された定点は限られていた。

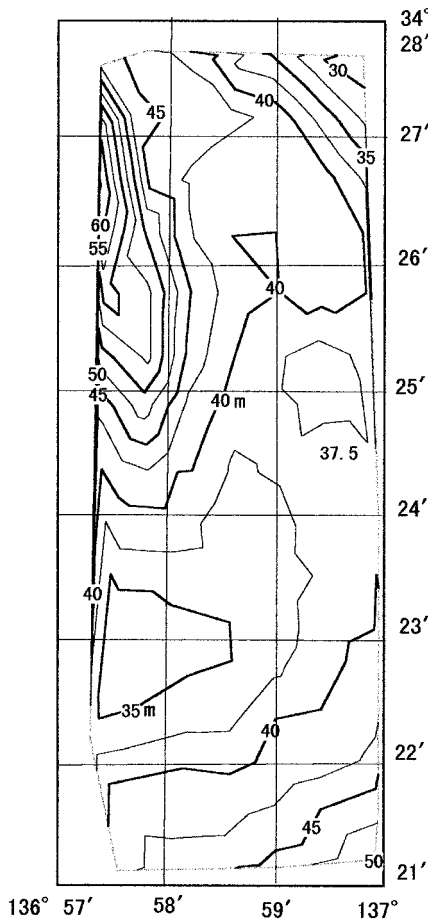


Fig.4. Diagram of depth in the study area.

Table 1. The number of eggs collected by sledge net at each station

ST.	1995		1996					1997		
	4/27	5/8	4/24	5/3	5/10	5/16	5/24	4/30	5/12	
1	—	0	—	—	—	—	—	—	—	
2	0	0	—	—	0	—	—	—	—	
3	0	0	—	—	—	—	—	—	—	
4	0	0	—	—	0	—	—	—	—	
5	—	0	—	—	—	—	—	—	—	
6	333	10	0	0	0	—	5	6	9	
7	15	26	0	0	0	0	4665	23	182	
8	0	1900	0	1	0	40	21	78	28	
9	0	0	0	0	0	2	—	0	—	
10	0	1	0	0	1	0	—	0	—	
11	0	88	0	0	346	—	0	0	48	
12	0	0	0	0	1495	624	166	21	27	
13	0	0	2	308	1618	135	42	777	3660	
13'	—	—	—	1860	7715	3234	—	—	—	
14	—	0	0	5	27	0	0	0	4	
15	—	0	0	1	3	0	0	0	—	
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
17	0	0	—	0	0	2	3	0	0	
18	0	0	0	3	15	1	3	0	0	
19	—	0	0	76	2	0	0	0	—	
20	—	0	—	0	0	0	—	0	—	
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
22	—	—	—	—	—	—	—	0	0	
23	—	—	—	—	2	—	1	0	6	
24	—	—	—	—	0	—	0	—	0	

* The locations of ST.13' were different from that of ST.13 within this division.

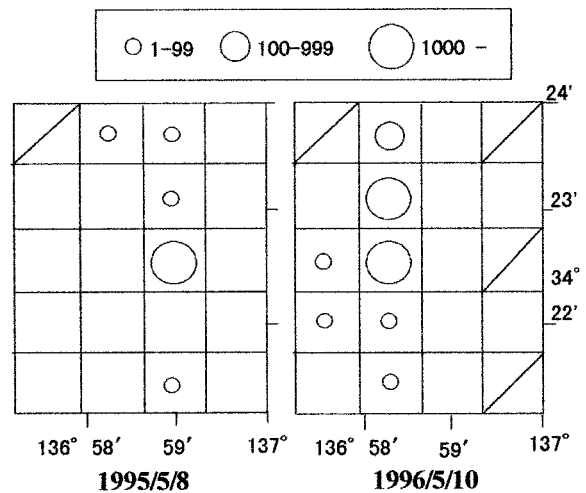


Fig.5. The distribution map of eggs on May 8, 1995(left) and May 10,1996(right) collected by sledge net. Open circles in the legend indicate the number of eggs divided into three ranks. The smallest circle shows 1-99eggs, medium circle shows 100-999 eggs and the largest circle shows more than 1000 eggs. No circle shows the area where eggs were not collected. Cross lines are the areas where investigations were not archived.

次に、すべての調査年における定点別の1曳網あたり平均産着卵数を底質 (Fig. 3) と重ねて、産着卵の分布と底質との関係を検討した。その結果、産着卵が採集された定点はいずれも粒径値1 mm以上の底質であり、粒径値0.5mm以下の砂質では全く採集されなかった (Fig. 6)。産着卵が多く採集された定点 (ST.6, 7, 8, 11, 12, 13)の大部分が粒径値2~4 mmの底質で占められた。石鏡沖海域の産着卵採集調査定点はいずれも粒径値1 mm以上の底質であり、ST.23, ST.24は粒径値2~4 mmの分布域と重なった。産着卵はST.23でのみ採集され、その卵数は最大でもわずか6粒と少なかった。

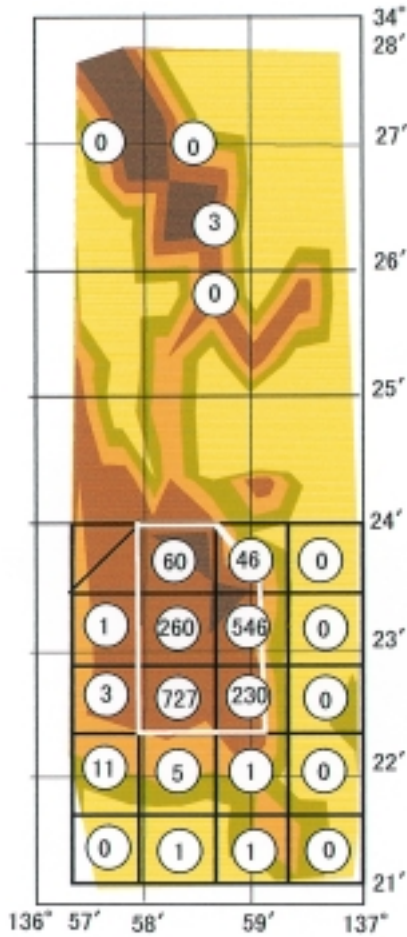


Fig.6. The relationship between the average particle size composition of the bottom sediments and the average number of eggs per haul. White polygon shows the estimated main spawning area.

産着卵の分布とまき網の漁場との関係

3カ年のまき網の漁獲量をTable 2に、1995年、1997年のまき網の操業位置をFig. 7に示した。漁獲量の推移から、Fig. 7に示された期間は産卵親魚が多獲された時期であることがうかがえる。1995年の操業位置はST.6とその北西であった。1997年のそれはST.8, ST.13で漁期中ほとんど変化しなかった。前項で産着卵が多量に採集された定点とまき網操業位置との関係を見ると、

Table 2. The daily quantity of ocellate puffer caught by purse seine net

1995		1996		1997	
Date	Catch(kg)	Date	Catch(kg)	Date	Catch(kg)
4/4	17	4/14	3	4/13	43
4/5	6	4/17	10	4/14	17
4/6	32	4/19	33	4/15	18
4/9	38	4/22	479	4/17	8
4/17	8	4/23	1100	4/18	1
4/21	1456	4/24	1332	4/20	6
4/24	1599	4/25	697	4/25	7
4/26	360	4/26	1009	4/27	255
4/30	83	4/29	1015	4/29	2376
5/4	85	4/30	30	4/30	327
5/11	3	5/7	1656	5/1	63
		5/10	72	5/2	629
		5/12	6	5/5	520
		5/14	454	5/6	14
		5/15	537	5/7	6
		5/16	352		
		5/17	212		
		5/20	2		

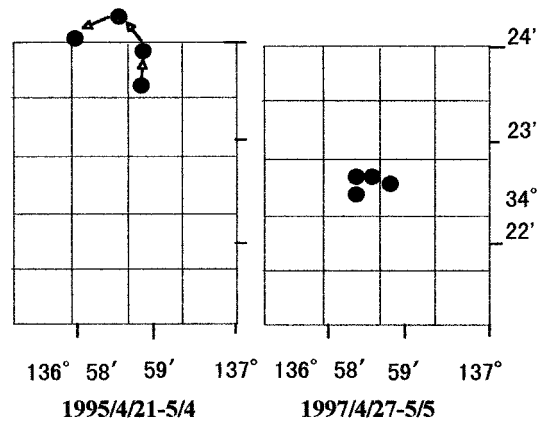


Fig.7. Purse seine net fishing ground in 1995 and 1997. The area shows the same one (ST.1 ST.20) drawn in Fig.1. Solid circles and open arrows indicate the fishing locations and the change of fishing grounds in each year, respectively.

1995年のST. 8を除き良く一致した。このように両者が良く一致するという関係は、1996年にまき網が操業した位置 (ST.13') で多量の産着卵が採集された結果からもうかがえた。

産卵と水温との関係

産着卵のふ化状況をFig. 8に示す。1996年、1997年ともふ化日のピークは1日又は2日と非常に短かった。ふ化までに要する日数を約10日間と見なすと、産卵盛期は、1996年は4月下旬から5月中旬までの約3週間、1997年は4月下旬及び5月上旬の約2週間と推定された。同様に1995年のふ化日のピークは5月1日及び11日に見られ、産卵盛期は4月下旬から5月上旬にかけてと推定された。この推定結果は前出したまき網漁獲量の漁獲盛期と良く一致した。

4月、5月の底層水温では、1995年、1996年の定点別水温の変化はST. 6がST.10よりやや高く推移した程度でほとんど差異は見られなかった。しかし、水温は年により大きく異なった (Fig. 9)。すなわち、1995年は4月下旬に約17℃を示しその後も昇温傾向を示した。一方、1996年は4月下旬でもなお13℃を下回り、5月上旬に14

℃、10日には約15℃と昇温したが、中旬には再び14℃と低下し、下旬になって16℃まで昇温した。1997年は4月上旬に約13℃、下旬に15℃であったが、5月中旬には13℃台に低下した。3ヵ年の調査における産卵盛期の底層水温範囲は13~17℃であった。底層の塩分はいずれの調査においても34.5~34.8であった。

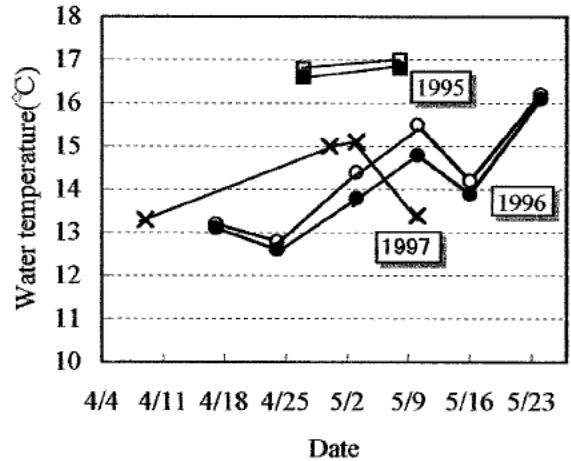


Fig.9. The fluctuation of water temperature at the bottom of the spawning ground off Anori during the spawning season in 1995 1997. The open squares and circles show ST.6 and solid squares and circles show ST.10. Crosses show ST.13.

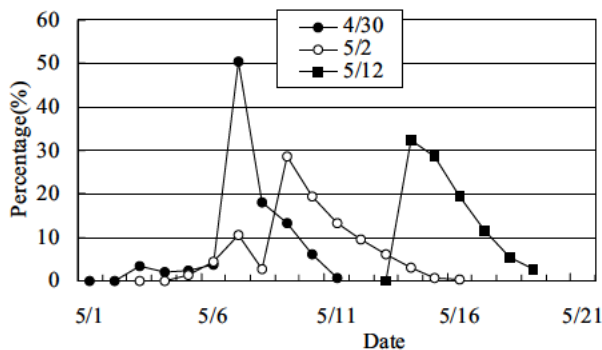
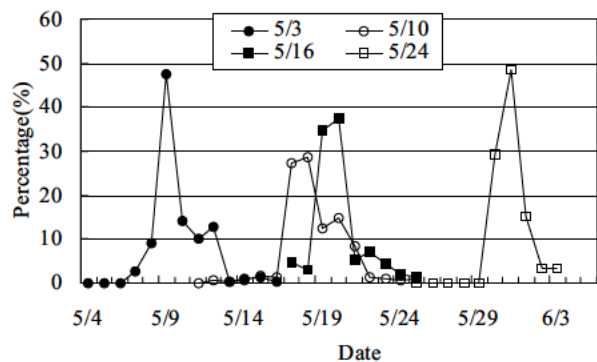


Fig.8. The percentage of daily hatched fry for each sample is shown. These samples in 1996 were collected at ST. 13' (5/3, 5/10, 5/16) and ST. 7(5/24). Those in 1997 were collected at ST. 13.

潜水調査による海底の観察

調査海域は透明度が極めて低く、海底直上のみで撮影可能な状況であった。撮影された海底の底質の様子をFig.10に示した。1997年の第2回調査時には、沖波の影響で造成されたと考えられる高さ約30cm幅約1mの波紋がみられた。周囲で観察された生物相の優占種は両年ともハオコゼとウミシダであった。トラフグやトラフグ卵の肉眼による観察はできなかったが、1996年にダイバーが採集した砂からトラフグ卵4粒が発見された。

考 察

トラフグ産卵場の底質は粒径1~4mmの粗い砂が卓越すると考えられている (藤田1988, 松浦1997, Kusakabe et al. 1962)。本調査において、伊勢湾口部でこの条件に合う好適な底質条件は調査海域の北西に位置する石鏡沖海域及びほぼ中央に位置する安乗沖海域に分布した。これらの両海域で、産着卵は石鏡沖海域では僅かしか採集されなかったが、安乗沖海域では最大約8,000粒と多量に採集された。安乗沖の産卵場において、3ヵ年の調査を通して産着卵が多く採集された定点と底質との関係を見ると、前者は粒径値2~4mmの底質分布域

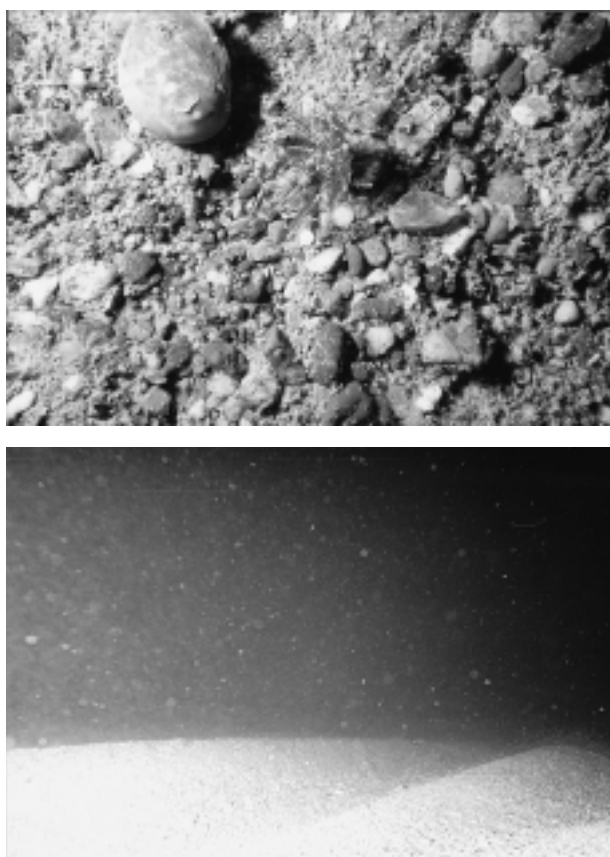


Fig.10 Photos of bottom sediments (upper) and bottom condition (lower) at ST.13.

と良く一致することが明らかになった。Kusakabe et al. (1962) によると、瀬戸内海中央部で産着卵が最も多く採集された場所は粒径 2～4 mm の粒子が卓越するところで、細砂や粗礫からなる場所ではほとんど又は全く採集されなかったという。また、産卵場は水深 20m 線に沿って形成されたという。この産卵場に関する記述は安乗沖の産卵場が水深 35m から 40m とやや深いことを除けば良く一致した。石鏡沖海域で産着卵の分布密度が低かった要因として、同海域の底質は、特に北部で粒径値 4 mm 以上の粗い礫質の分布域が広く粒径値 2～4 mm の分布域が狭いことが考えられた。これらのことから、粒度組成と産着卵の分布からみた伊勢湾口部の産卵場は、安乗沖海域の北緯 34° 22.4′～24′、東経 136° 57.9′～59.1′ (Fig. 6 の白線で囲まれた範囲) が主体と考えられた。このように、粘性沈着卵を産出するトラフグにとって底質への依存度が極めて強いことは明らかで、産卵場の保全にあたっては、産卵場内はもとより、底層での粒度環境に影響を与える可能性のある産卵場周辺海域の人工的な構造物等の設置も慎重に行われる必要がある。

産着卵のふ化状況等から、3カ年の産卵盛期は4月下

旬頃に始まったと考えられたが、安乗沖海域の同期の底層水温は1995年、1996年、1997年はそれぞれ約17℃、約13℃、約15℃と異なり、年による差異は大きかった。なかでも、1996年はトラフグ産卵適水温と考えられている15～18℃ (藤田1988, 松浦1997) より明らかに低かった。そこで、産卵適水温の範囲について検討した。1997年は4月上旬に約13℃の水温を示したが産卵は開始されなかった。一方、1998年の同時期はアーカイバルタグ装着トラフグの記録から既に15℃以上 (中島, 未発表) であり、まき網の漁獲状況からも産卵盛期を迎えたことがうかがえた。これらの結果も踏まえると、水温条件が産卵を誘発する要因として強く影響していることがうかがえ、産卵適水温は約15℃以上と見なされる。なお、産卵適水温への水温の昇温が遅れた場合、水温以外の要因例えば日長時間が産卵を誘発する可能性が示唆される。産卵盛期は通常2週間前後と考えられるが、1996年漁期は約3週間続いた。約3週間と長かった原因としては、同年の底層水温が約13℃と低く、さらに昇温も遅れたことが考えられた。このように、産卵時期や産卵期間に与える水温の影響は大きく、さらにトラフグ産卵盛期は2週間前後と短いことが推察されるので、産着卵数の定量化のためには、水温の推移を的確に把握し、産卵時期を逸しない調査が必要である。

トラフグ産着卵が多く採集された定点は、1995年はST.6, ST.8, 1996年はST.7, 12, 13, 1997年はST.13と限られた場所であった。これらのことから、トラフグの産卵床は好適な底質分布範囲内であっても、一様に分布していないことが推察された。さらに、1996年のST.13'のように同一定点内でも採集産着卵数はST.13の約5～20倍と異なり、同じ1 km四方の定点内においても産着卵のパッチ状的な分布が示唆された。しかし、高密度の産着卵分布域はまき網の操業位置と比較的良く一致し、まき網の操業位置をリアルタイムで把握することにより、産卵床の位置を推定することが可能である。産着卵の定量化にあたっては、産着卵のパッチ状的な分布を考慮した採集調査とデータ処理が必要である。

3カ年の調査で見ると、産着卵の高密度分布域は産卵期間中に余り変化しなかったが、年により変化することがうかがえた。産卵場の海底は平坦ではなく所々波紋が見られたとの潜水観察から、海底地形等に年による微細な変化が生じていることも考えられる。このような地形の変化と産着卵のパッチ状的な分布の関係は明らかではなく、より詳細な海底構造及びその変化の解析が可能な海底地形探査等の調査が必要である。

要 約

伊勢湾口部のトラフグ産卵場について、1995年から1997年にかけて産卵場の水質及び底質調査とソリネットによる産着卵の定点採集を行った。この結果、産着卵は中央粒径値が1 mm以上の底質分布域で採集され、中でも中央粒径値が2～4 mmの底質分布域で多量に採集された。底質と産着卵の分布の関係から、伊勢湾口部の主たる産卵場は、安乗沖の北緯34°22.4′～24′、東経136°57.9′～59.1′と考えられた。トラフグ産卵盛期は2週間前後と短く、産卵時期や産卵期間に与える水温の影響が大きいと考えられることから、水温の推移を的確に把握し、産卵時期を逸しない調査が必要である。安乗沖海域の産着卵採集数から、トラフグ産着卵はパッチ状の分布をすることが示唆された。さらに、産着卵の高密度分布域はまき網の操業位置と良く一致し、産卵床の位置はまき網の操業位置をモニタリングすることで推定可能であると考えられた。産着卵の定量化にあたっては、産着卵のパッチ状の分布を考慮した採集調査が必要である。

文 献

- 伊藤正木・安井港・津久井文夫・多部田修 1999：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, 65, 175-181.
- 神谷直明・辻ヶ堂諦・岡田一宏 1992：伊勢湾口部安乗沖におけるトラフグ産卵場. 栽培技研, 20, 109-115.
- Kusakabe, D., Murakami, Y., Onbe, T. 1962：Fecundity and spawning of a puffer, *Fugu rubripes* (T. et S.) in the central waters of the Inland sea of Japan. J. Fac. Fish Husb. Hiroshima Univ., 4, 47-79.
- 藤田矢郎 1962：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, 121pp, 40pls.
- 藤田矢郎 1988：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, 東京：1-131.
- 松浦修平 1997：トラフグの漁業と資源管理Ⅱ. 生物学的特性 2. 生物学的特性. 厚星社厚星閣水産学シリーズ111, 16-27.
- 日本海洋学会編1986：沿岸環境調査マニュアル（底質・生物編）. 恒星社厚生閣, 東京, 31-34.
- 柴田玲奈・佐藤良三・東海正 1997：トラフグの漁業と資源管理Ⅲ. 漁業と資源の動向 6. 瀬戸内海とその周辺水域. 厚星社厚星閣水産学シリーズ111, 68-83.