

## 標識放流からみたトラフグ1歳魚の分布, 移動

濱田 弘之  
(筑前海研究所)

### Migration of Puffer *Takifugu rubripes* Estimated by the Recovery of Tagged Fishes

Hiroyuki HAMADA  
(Chikuzenkai Laboratory)

豊前海の福岡県地先では4, 5月にトラフグが来遊し, 小型定置網あるいは小型底びき網によって漁獲されており, 特に北部地区の小型定置網では4, 5月におけるトラフグへの依存度は非常に高い。

豊前海の福岡県地先は関門海峡周辺の産卵場でふ化した0歳魚の育成場となっている。また, 春季には1歳魚(5月1日を年齢の基準日とするなら0歳11カ月から1歳2カ月)や産卵親魚が来遊し, これらはいずれも漁獲対象となっている。特に, 1歳魚は春季に小型定置網1統で1,000尾以上漁獲されることもあり, 豊前海全域では豊漁年には数万尾が漁獲されていると推定される。春季に豊前海に来遊するトラフグは, 他の時期には回遊先で0歳魚から既に延縄等によって漁獲されているので, 延縄の漁獲量を調整すれば福岡県地先の小型定置網等による若齢魚や親魚の漁獲量も増大する。逆に, 福岡県地先で幼魚を保護すれば他海域の延縄等による漁獲量が増大する。このように福岡県におけるトラフグ漁獲量は来遊先の漁獲量と密接な関係を持っているといえる。親魚や幼魚の保護による資源管理を検討する際, 地域や漁業種類による受益と負担を明確にする必要があり, そのためには回遊経路や系群(回遊範囲)の

把握が不可欠である。

トラフグの標識放流調査は, 日高ら<sup>1, 2)</sup>, 内田ら<sup>3, 4)</sup>によって筑前海で, 寿ら<sup>5)</sup>によって別府湾口部と豊予海峡で, 小島ら<sup>6)</sup>によって徳島県海域で, 大槻ら<sup>7)</sup>によって香川県と広島県海域で実施されている。

筆者らは, 標識放流とCPUEの推移から0, 1歳魚の分布, 移動について既に報告したが<sup>8)</sup>, 標識の装着に脱落率の高いアンカータグを使用したため, 長期間を経過した後の再捕例が少なく, 特に1歳魚の秋季以降の分布, 移動と外海との交流について十分な調査結果を得ることができなかった。

そこで, 今回は背骨型タグを使用して1歳魚の標識放流を実施し, 豊前海の福岡県地先に来遊するトラフグ1歳魚の分布, 移動と系群について若干の知見を得たのでここに報告する。

### 方 法

表1に示したように, 1992年4月15日~5月26日に, 福岡県行橋市の東方約10kmの海上において, 計5回の標識放流を実施した。図1に示した豊前海福岡県地先において放流の数日前に小型定置網で漁獲された天然魚を供試魚とした。供

表1 標識放流の概要

放流月日	放流尾数	全 長 (mm)		平均体重 (g)
		平均	±標準偏差	
4.15	200	211 ±	14.1	185
4.18	134	214 ±	13.5	193
5.01	128	217 ±	16.5	196
5.14	123	215 ±	14.4	186
5.26	132	227 ±	21.1	220
合計	717	216		195

放流場所は全て行橋市沖約10kmの豊前海

試魚数は合計717尾であり、その平均全長は216mmであった。背骨型タグによって供試魚の背鰭後方にディスク型標識を装着して放流した。

季節的な分布、回遊範囲を推定するため、内海域（瀬戸内海西部）における再捕位置について、1年を4月～6月の水温上昇期、7～9月の高水温期、10～12月の水温下降期、1～3月の低水温期、の4期に分けてとりまとめた。また、外海

（玄界灘、九州北西側海域、日本海、黄海）および日向灘における再捕状況を別にまとめた。放流後の経過日数と移動距離および経過日数と移動速度についても検討した。海域別、漁業種類別および県別の再捕尾数を月ごとに集計し、放流点付近における再捕を除外して、外海との移出割合を推定した。また、北田<sup>9)</sup>の手法に基づいて、放流後30日毎の再捕尾数から漁獲係数と自然死亡係数（標識脱落、標識死亡を含む）の最尤推定値を算出した。

## 結 果

### 1. 放流群別再捕率

'92年4月15日～5月26日に5回に分けて標識魚を放流したが、放流後約1年を経過した'93年5月1日までに各放流群において15～30尾が再捕された。再捕尾数の総計は111尾であった。累積再捕率の推移を図2に示した。各群とも放流

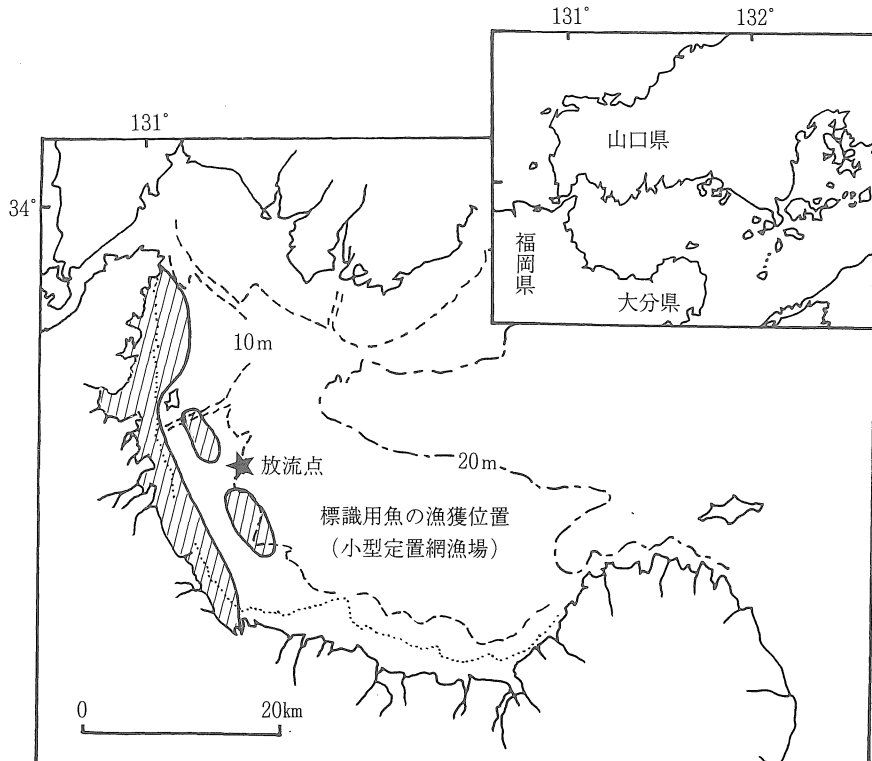


図1 標識魚として使用したトラフグの漁獲位置と放流点

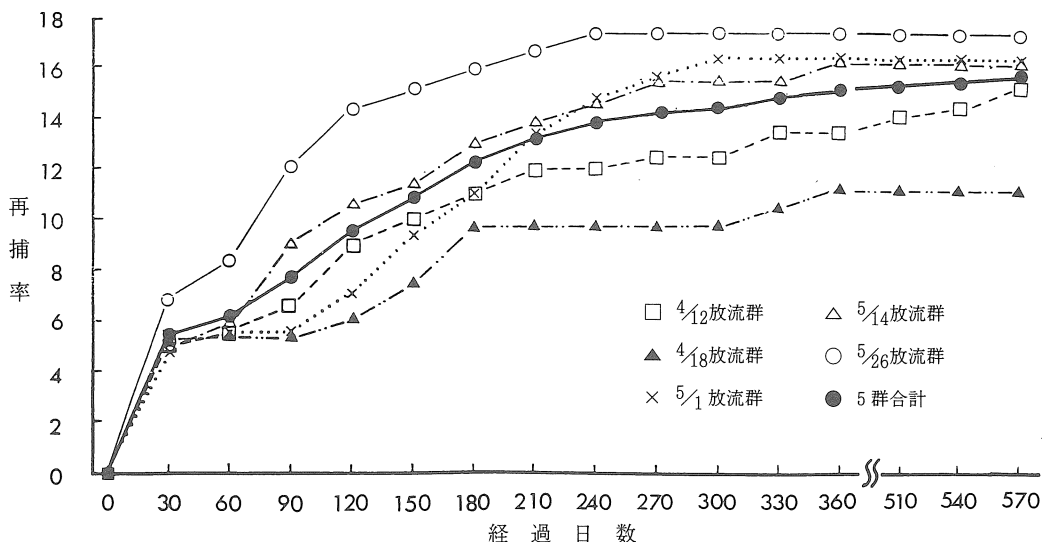


図2 放流群別累積再捕率の推移

後30日までに累積再捕率が4.7%以上に達した。この値は1年後の累積再捕率の1/3に及ぶ。放流後30日~60日には累積再捕率は停滞したが、60日~240日に再び9.7~17.4%まで上昇した。その後は停滞あるいは緩やかに上昇した。累積再捕率は5月26日放流群が17.4%で最も高く、4月18日放流群が11.2%で最も低かった。

なお、分布、移動の状況について放流群による大きな差は認められなかったため、以下の検討では5つの放流群を区別しなかった。

## 2. 季節別再捕状況

内海域における季節別の再捕状況を図3に示した。放流直後の4~6月にはすべて周防灘西部海域で再捕されている。その多くは放流点付近の豊前海福岡地先で再捕されたが、一部は山口県山陽町沿岸にも移動した。

高水温期に当たる7~9月には関門海峡東部付近、宇部市沖から柳井市沖の山口県沿岸海域、国東半島東部沿岸、別府湾、豊後水道の広範囲で再捕され、放流魚の分布範囲は周防灘、伊予灘から豊後水道にまで広がった。

10~12月にも7~9月と同様、周防灘、伊予灘、豊後水道の広い範囲で再捕されたが、7~9

月と比べ、分布範囲のうち伊予灘、豊後水道など南部で多く再捕された。

'93年1~3月には伊予灘および豊後水道で再捕されていたが、再捕尾数は少なくなった。周防灘では再捕されなかった。なお、'93年4月には放流点付近の海域で1尾再捕された。

全期間をとおして、安芸灘など瀬戸内海中央部における再捕例は全くなかった。

外海域における再捕位置と再捕月日を図4に示した。なお、日向灘での再捕例も併せて記した。'92年6~9月には玄界灘において再捕されたが、その後日本海側では島根県益田市沖まで、また、九州北西側海域では長崎県福江島東方海域まで再捕範囲が拡大した。日本海側における2つの再捕例はともに10月であった。これに対し、九州北西側海域での再捕は10月から翌年の4月までの長期に及んでいる。また、図5に示したように、'93年11月3日には韓国全羅北道鞍馬群島西方約150kmの黄海で放流魚が再捕された。

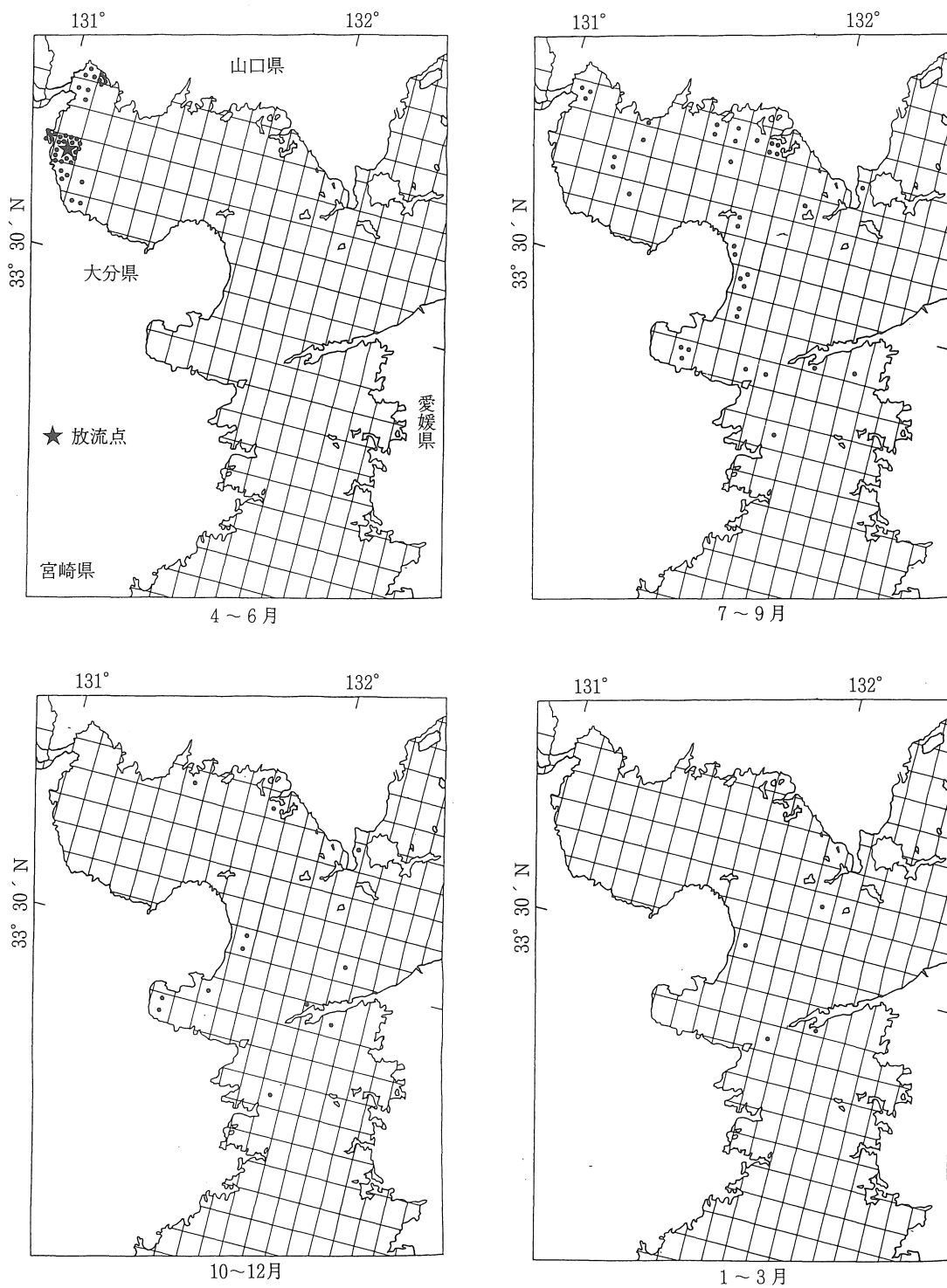


図3 内海域における放流後3カ月ごとの標識魚再捕位置

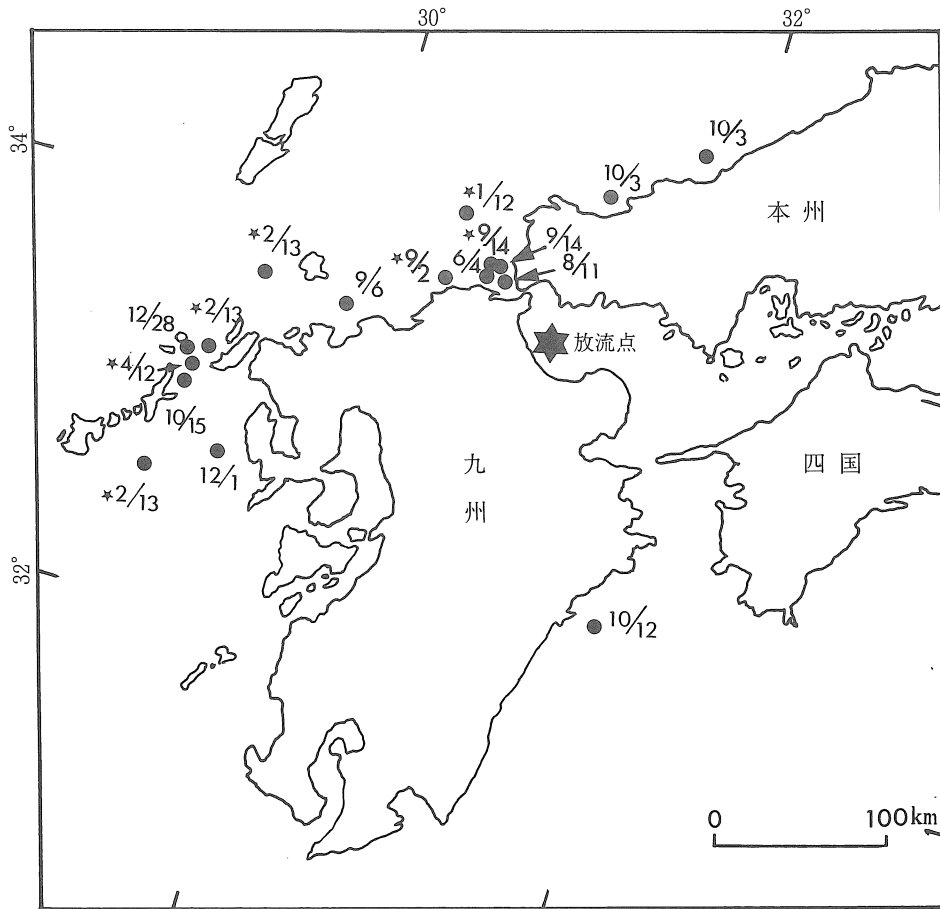


図4 外海における再捕位置と再捕月日  
月日の前に星印のついたものは1993年の再捕、他は1992年の再捕

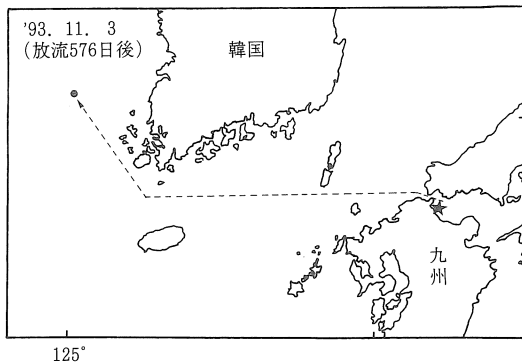


図5 長距離を移動した再捕例

### 3. 海域別, 漁業種類別, 県別再捕状況

海域別, 漁業種類別および県別の再捕尾数と再捕割合(全再捕尾数に占める比率)を表2に示した。内海における海域別再捕状況をみると, 周防灘における再捕数が51尾で最も多く, 全再捕数に占める割合は54.9%に及んだ。次いで, 伊予灘22尾(19.8%), 豊後水道周辺9尾(8.1%), 日向灘1尾(0.9%)であった。

一方, 外海では九州北西海域で8尾が再捕されており, 全再捕報告に占める割合は7.2%であった。次いで, 玄界灘7尾(6.3%), 日本海方面2尾(1.8%), 黄海1尾(0.9%)であった。外海における再捕尾数は合計18尾, 再捕割合は16.2

濱 田

表2 標識トラフグの海域別・漁業種類別・県別再捕尾数, 再捕割合

	92年									93年					比率 (%)			
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	9月		11月	合計	
内海方面																		
周辺海域	周防灘西部	9	23	10	7				1				1			51	45.9	
東進	周防灘東部				1	6	2		1							10	9.0	
南下	伊予灘北部				2		4	1	4							11	9.9	
	伊予灘南部					3	5	1		1	1					11	9.9	
	豊後水道					2	2	1	1		2		1			9	8.1	
	日向灘								1							1	0.9	
外海方面	玄海灘			1		1	2				1			2		7	6.3	
	日本海沿岸							2								2	1.8	
	九州北西海域							1	1	2		3		1		8	7.2	
	黄海														1	1	0.9	
	合計	9	23	11	10	12	15	7	7	4	4	3	1	2	2	111	100	
漁業種類別	定置網	9	23	4		1		1								38	34.2	
	小底			5	6			1					1			13	11.7	
	釣り			1			1									2	1.8	
	延縄				3	10	13	5	7	4	4	3	1	1	2	1	54	48.6
	その他			1	1	1	1									4	3.6	
	合計	9	23	11	10	12	15	7	7	4	4	3	1	2	2	111	100.0	
県 別	福岡県	5	19	9	6		1		1		1	2		1	1	46	41.4	
	山口県	4	4	2	2	7	6	2	1	1	1					2	32	28.8
	大分県				2	5	7	1	3	1			1			20	18.0	
	愛媛県						1	1	2		2					6	5.4	
	宮崎県							1								1	0.9	
	長崎県							1		2		1		1		5	4.5	
	島根県							1								1	0.9	
	合計	9	23	11	10	12	15	7	7	4	4	3	1	2	1	2	111	100
	再捕率%	1.3	3.2	1.5	1.4	1.7	2.1	1.0	1.0	0.6	0.6	0.4	0.1	0.3	0.1	0.3		
	累積再捕率	1.3	4.5	6.0	7.4	9.1	11.2	12.1	13.1	13.7	14.2	14.6	14.8	15.1	15.2	15.5	15.5	

表3 内海と外海における再捕尾数および再捕割合

放流後 経過日数	再捕尾数			累積再捕尾数			再捕割合(%)		累積再捕尾数*			再捕割合(%)*	
	内海	外海	計	内海	外海	計	内海	外海	内海	外海	計	内海	外海
1~30	39	0	39	39	0	39	100.0	0.0					
31~60	5	0	5	44	0	44	100.0	0.0	5	0	5	100.0	0.0
61~90	11	0	11	55	0	55	100.0	0.0	16	0	16	100.0	0.0
91~120	12	1	13	67	1	68	98.5	1.5	28	1	29	96.6	3.4
121~150	8	2	10	75	3	78	96.2	3.8	36	3	39	92.3	7.7
151~180	7	3	10	82	6	88	93.2	6.8	43	6	49	87.8	12.2
181~210	5	2	7	87	8	95	91.6	8.4	48	8	56	85.7	14.3
221~240	2	2	4	89	10	99	89.9	10.1	50	10	60	83.3	16.7
241~270	2	1	3	91	11	102	89.2	10.8	52	11	63	82.5	17.5
271~300	0	1	1	91	12	103	88.3	11.7	52	12	64	81.3	18.8
301~330	1	2	3	92	14	106	86.8	13.2	53	14	67	79.1	20.9
331~360	1	1	2	93	15	108	86.1	13.9	54	15	69	78.3	21.7
481~510	0	1	1	93	16	109	85.3	14.7	54	16	70	77.1	22.9
511~540	0	1	1	93	17	110	84.5	15.5	54	17	71	76.1	23.9
541~570	0	1	1	93	18	111	83.8	16.2	54	18	72	75.0	25.0
合 計	93	18	111	93	18	111	83.8	16.2	54	18	72	75.0	25.0

\*放流後30日間を除外した値

%に及んだ。

漁業種類別では放流直後の4～6月に小型定置網による再捕が、また、7月以降では延縄による再捕が多数を占めた。両漁業による再捕割合はそれぞれ34.2%, 48.6%であった。他に小型底びき網、釣によって再捕されている。

県別では、福岡県(41.4%), 山口県(28.8%), 大分県(18.0%)における再捕割合が高く、以下愛媛県(5.4%), 長崎県(4.5%), 宮崎県(0.9%), 島根県(0.9%)の順であった。

#### 4. 外海への移動割合

放流後30日ごとの再捕尾数と再捕割合を関門海峡を隔てた外海と内海に分けて表3に示した。放流後90日まではすべて内海において再捕されたが、その後外海でも数尾ずつ再捕されるようになった。放流後271日以降には外海における再捕数が内海における再捕数を上回っている。内海および外海における累積再捕尾数はそれぞれ93尾(83.8%), 18尾(16.2%)であった。内海における再捕尾数には放流後移動せず放流点周辺で再

捕されたものが含まれている。これらは移動方向の推定からは除外するのが妥当であると考えられる。放流後30日間は放流点に近い海域だけで再捕されているので、この期間を除外して、内海と外海における30日毎の累積再捕割合を算出して表3に示した。それによると、外海における再捕割合は放流91日後以降増大していき、放流360日後には21.7%, 放流570日後には25.0%に達した。

#### 5. 経過日数と移動距離

放流後の経過日数と移動距離(陸を避けた最短距離)の関係を、外海方面(玄海灘方面)に移動したものと内海方面(日向灘を含む)に移動したものに分けて図6に示した。内海では放流後50日まではすべて50km以内で再捕されていたが、その後は移動距離が大きくなり、放流後100日以降では大部分が50～150kmを移動して再捕された。内海への最大移動距離は222km(177日後, 日向灘)であった。一方、外海への最大移動距離は約640kmであり、これは黄海において576

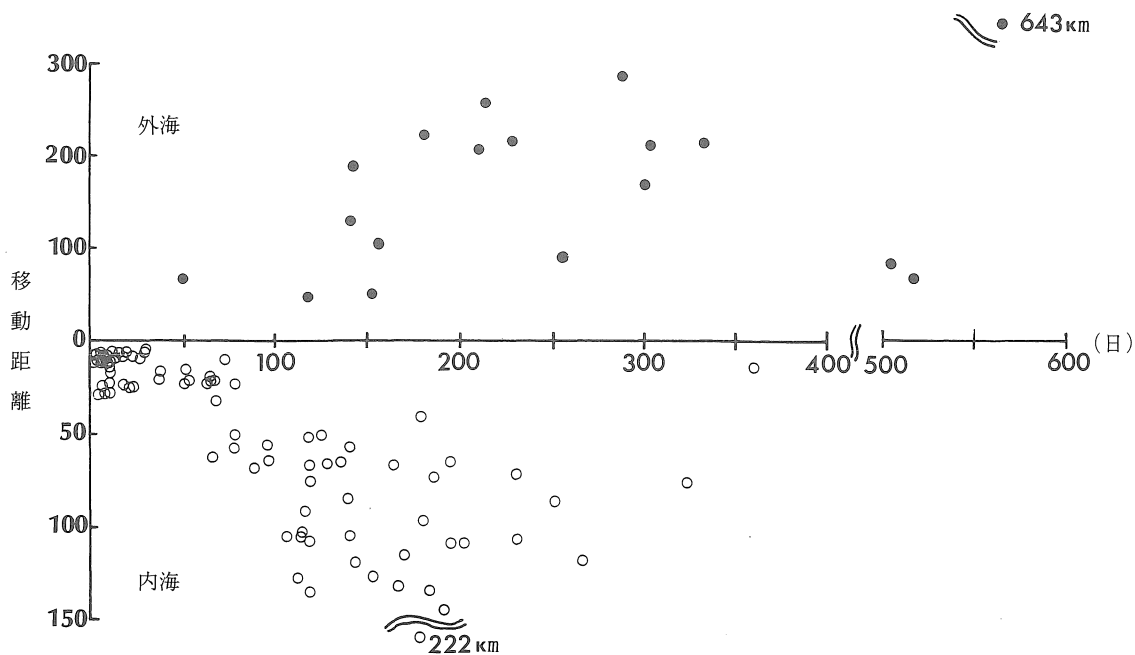


図6 放流後の経過日数と標識魚の移動距離

日後に再捕されたものである。この例を除くと外海への移動距離は、放流後100～150日には50～200 km、150日以降には90～286 kmであり、内海と比べると、放流後長い期間を経て遠距離で再捕された例が多くみられた。

経過日数と移動速度の関係を図7に示した。移動速度は放流21日目までは1.5 km/日を越えるものがあり、最大値は放流4日後の7.25 km/日であった。放流22日後以降では移動速度は最大1.32 km/日であり、大部分は1.0 km/日以下であった。

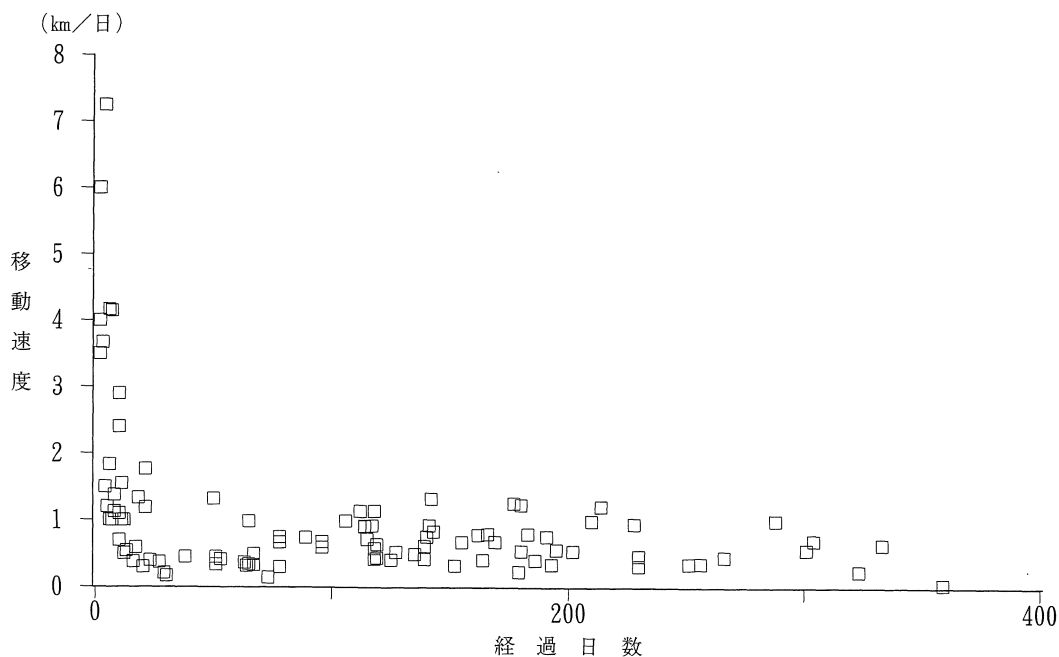


図7 放流後の経過日数と標識魚の移動速度

表4 再捕報告資料から算出された死亡係数の最尤推定値

	死 亡 係 数				
	Z 1	Z 2	F 1	F 2	M
推定値	0.3360	0.3601	0.0465	0.0706	0.2895
標準偏差	0.058	0.0845	0.0082	0.0337	0.0542

Z : 全域少係数  
 F : 漁獲係数  
 M : 自然死亡係数  
 1 : 放流120日目まで  
 2 : 放流120日以降

## 考 察

### 6. 放流魚の漁獲係数および自然死亡係数

放流魚の漁獲係数と自然死亡係数の推定値を表4に示した。なお、推定には放流360日後までの再捕結果を用いた。算出に際し、標識魚を再捕する漁業の主体が小型定置網から延縄に転換する放流後120日目に漁獲係数の変化点を設定した。放流後120日目までの漁獲係数(月単位)は $0.047 \pm 0.0082$ 、以後の漁獲係数は $0.071 \pm 0.034$ 、自然死亡係数(月単位)は $0.29 \pm 0.054$ であった。

### 1. 季節別の移動推定

筆者らは主に0歳魚の分布、移動について過去に報告<sup>8, 10)</sup>している。今回の調査では、豊前海福岡県地先から移出した後の1歳魚の分布、移動を推定した。これらをあわせて豊前海に来遊するトラフグ未成魚の時期別分布範囲、移動経路の推定結果を図8, 9に示した。トラフグ稚魚は6～



8月には豊前海の干潟周辺海域に分布する。8, 9月に沖へ移出していき, 9~11月までは周防灘に分布する。さらに, 10月には伊予灘方面への移出が始まり, 12~2月には主分布域は伊予灘および豊後水道に移る。2月から再び周防灘方面への移動が始まり, 春季に豊前海へ大量に来遊

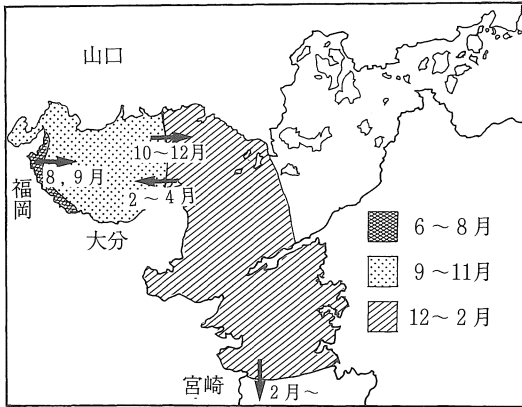


図8 トラフグ0歳魚の分布・移動想定図

する。また, 一部は2月から日向灘方面へ移出していく。

1歳魚は6月までは周防灘に分布するが, 7~9月には周防灘, 伊予灘および豊後水道に分布域を拡大する。さらに, 10月以降には伊予灘, 豊後水道から日向灘方面の外海へと分布域を大きく広げる。また, 春季に周防灘に分布していた1歳魚の一部は6月以降筑前海方面の外海へも移出する。外海へ移出した群は6~9月には玄界灘一帯に分布し, 10月以降, 五島列島から島根県沖の日本海にまで分布域を拡大する。

寿ら<sup>5)</sup>によると伊予灘別府湾口部における0歳魚の標識放流と豊後水道北部における1歳魚の標識放流の結果, 0歳魚の移動が1歳魚に比べて大きかったとしているが, 長距離を移動した例はいずれも放流魚が1歳となった後に再捕されている。すなわち, 別府湾口部で3月3日に放流した0歳魚3尾が, 生後役年を経過する4, 5月に周

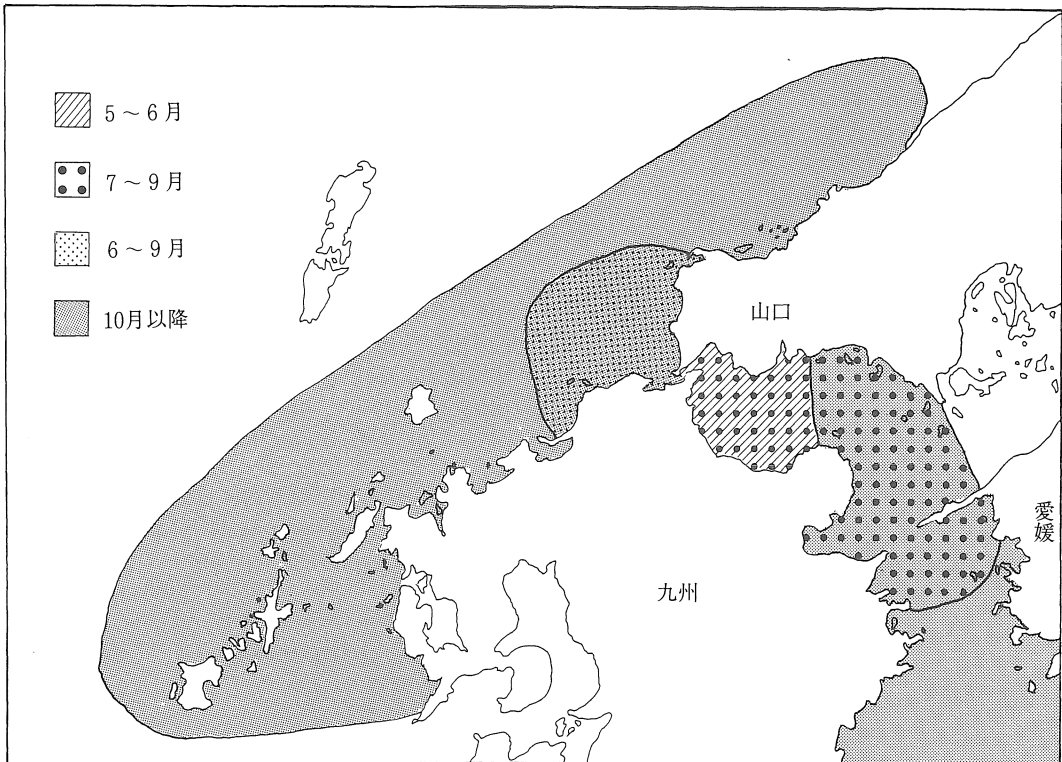


図9 内海産トラフグ1歳魚の分布想定図

防灘の豊前海域で再捕されている。さらに、1歳魚となった9月には志布志湾で2尾が再捕されている。これらの結果は著者による移動の推定結果と合致する。

外海における分布、移動の推定については、1歳数カ月の段階で関門海峡を越えて移動していくことから、外海産のトラフグの分布、移動様式とは必ずしも一致しないと考えられる。内海から移出したトラフグ1歳魚の分布、移動として捉えるべきである。

## 2. 外海（玄界灘方面）への移出割合

大部分が放流点付近での再捕であった放流後30日間を除いた再捕結果では、外海における再捕が全体の25%を占めたことから、豊前海域で漁獲される1歳魚の一部は夏季以降外海の漁業資源として加入していると考えられる。0歳魚の標識放流結果から、0歳のうちは外海（玄界灘方面）へはほとんど移出しないと考えられることから<sup>8)</sup>、1歳魚の段階で外海への移出が始まると考えられる。また、再捕尾数は少ないものの、放流270日後以降は内海での再捕より外海での再捕の方が多くなり、放流1年後以降（2歳魚）ではすべて外海における再捕であったこと、そのうち1例は黄海まで移動して再捕されたことなどから、1歳魚以降は、産卵のため内海に来遊する場合を除いて、分布域を外海へ移行すると考えられる。外海への移出が明らかになった一方で、瀬戸内海中央部への移動は全く確認されなかった。瀬戸内海中央部における標識放流では周防灘での再捕例があり<sup>7)</sup>、徳島県における0歳の標識放流でも6月以降（1歳以降）に周防灘において再捕された例もあることから<sup>6)</sup>、瀬戸内海中央部、東部から瀬戸内海西部へは移入があると考えられる。西方向一方だけの移動であるのかについて今後検討を要する。

## 3. 死亡係数

漁獲係数は放流120日以降約1.5倍に増大しており、このことは放流後120日までの定置網主体の漁獲圧よりその後の延縄主体の漁獲圧の方が高

くなっていることを意味している。

4～7月の漁獲係数（月単位）を0.046、8～翌年3月までを0.071とすると1歳魚1年間の漁獲係数は0.752となり、1歳魚初期資源の47.1%が1歳魚のうちに漁獲されることになる。

漁獲係数に比べて自然死亡係数は年換算で4.4倍と非常に高かった。これは自然死亡係数に標識脱落や標識死亡が含まれていることによると考えられる。標識脱落や標識死亡の試験を実施して補正することも考えられるが、人工的な環境における飼育試験では放流魚と同様の値が得られるのか疑問であり、今後標識魚の負担が軽く、脱落率の低い標識の開発が望まれる。

## 要 約

- 1) 1992年4、5月に計5回、トラフグ（ふ化後約1年を経過した天然魚）717尾の標識放流を実施した。
- 2) 再捕率は11.2～17.4%、全体では15.5%であった。
- 3) 標識魚は4～6月には主に周防灘に、7～9月には周防灘、伊予灘、豊後水道に、10月以降には伊予灘、豊後水道、日向灘で再捕された。一部は関門海峡を隔てた外海へと移出し、6～9月には玄界灘に、10月以降は日本海沿岸から九州北西側海域の広範囲で再捕された。
- 4) 海域別再捕割合は周防灘54.9%、伊予灘19.8%、豊後水道8.1%、日向灘0.9%、九州北西海域7.2%、玄界灘6.3%、日本海1.8%、黄海0.9%であり、全体の16.2%が外海における再捕であった。
- 5) 漁業種類別再捕割合は4～7月には定置網が、また、8月以降は延縄が多く、それぞれ34.2%、48.6%を占めた。
- 6) 県別再捕割合は福岡県41.4%、山口県28.8%、大分県18.0%、愛媛県5.4%、長崎県4.5%、その他1.8%であった。
- 7) 外海における再捕割合は経過日数が長くなるほど増大し、放流点付近での再捕が多い放流後30日間を除く外海の再捕率は25.0%に及んだこと

から、1歳魚以降の主分布域は徐々に外海へと移行すると考えられた。

8) 移動速度は放流直後を除くと大部分が1.0 km以下であった。

9) 放流魚の漁獲係数(月単位)は放流後120日までは0.047, それ以降は0.071, 自然死亡係数(月単位)は0.29と推定された。

## 文 献

- 1) 日高健, 大内康敬, 高橋実: トラフグ人工種苗の標識放流試験Ⅰ. 福岡県福岡水産試験場昭和59年度研究業務報告, 141-150 (1986).
- 2) 日高健, 大内康敬, 高橋実: トラフグの資源生態に関する研究Ⅰ. 福岡県福岡水産試験場昭和60年度研究業務報告, 15-31 (1987).
- 3) 内田秀和, 伊藤正博, 日高健: トラフグの資源生態に関する研究Ⅱ. 福岡県福岡水産試験場研究報告, 第16号, 7-14 (1990).
- 4) 内田秀和, 日高健: トラフグの放流結果からみた幼魚~未成魚期の移動生態について. 西海区ブロック魚類研究会報, 8, 25-30 (1990).
- 5) 寿久文, 上城義信, 大石節: 瀬戸内海西部および豊後水道域におけるトラフグの移動, 回遊について. 大分県水産試験場調査研究報告, 第14号, 13-28 (1990).
- 6) 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. 栽培技術開発研究, 第19巻第1号, 41-49 (1990).
- 7) 大槻観三: 瀬戸内海におけるトラフグの平成元年度の標識放流試験結果について. 第23回南西海区ブロック内海漁業研究会報告, 21-25 (1991).
- 8) 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若齢魚の分布、移動について. 福岡県豊前水産試験場研究報告, 第5号, 41-58 (1992).
- 9) 北田修一: RECOVERY: パソコンによる放流効果評価のための標識再捕データ解析プログラム集. 栽培資源調査検討資料, No. 8, 43-52 (1992).
- 10) 平成3年度福岡県資源管理型漁業推進総合対策事業報告書 (1992).