

トラフグの超早期採卵とその卵を用いた種苗生産技術の開発

安藤 裕章*・菊池 達人 (*現高知県水産試験場)

I 超早期採卵試験

1. 目的

深層水の低温性と清浄性を利用して栽培漁業の対象種として選定したトラフグの無病採卵用親魚養成および超早期採卵の実用化を図る。

2. 材料及び方法

2.1 親魚と飼育方法

採卵に使用した親魚は平成8年2月に当研究所で天然親魚から採卵し、種苗生産した人工養成親魚を用いた。親魚の収容状況は表1に示した。平成12年度は雄親魚が13尾、雌親魚が12尾及び不明2尾で、平成13年度は雄親魚が8尾、雌親魚が8尾で、平成14年度は雄親魚が7尾、雌親魚が4尾であった。

2.2 催熟コントロール

通常の産卵期より早期成熟させるために水温および電照時間のコントロールを行った。水温の調整は深層水と表層水の混合および投げ込みヒーターで行った。平成12年の水温は7月10日までは自然上昇にまかせ、その後は深層水と表層水を同時に注水をして15~16℃台にした。平成14年3月22日より水温コントロールを容易にするために流水飼育から循環濾過飼育に変更した。電照は20Wの水中蛍光灯で行い、タイマーをセットして明期時間を調整した。平成12年、13年は水槽上部に暗幕を設置しなかったが、平成14年6月6日から暗幕を設置した。暗幕は投餌・底掃除等の作業があるので、8:30~16:30の時間帯は暗幕を開いた状態にした。

表1 トラフグ親魚収容状況

年月日	水槽容量	雄親魚		雌親魚		雌雄不明魚		計
		尾数	平均体重	尾数	平均体重	尾数	平均体重	
H12.7.31	6t	3	1652g	8	1480g			11
	3t	2		3				5
	3t	8	1		2	1375g	11	
	小計	13		12		2		27
H13.6.22	6t			7	1544g			7
	3t	8	1803g	1				9
		小計	8		8			16
H14.6.25	6t			4	1739g			4
	3t	7	2128g					7
		小計	7		4			11

親魚の餌は表2に示した組成のモイストペレットを投餌した。投餌回数は週5回、1回/日で飽食に近い状態で与えた。また、表2に示したレシチン及びβカロチンは採卵前の1~2ヶ月間のみ添加した。

なお、平成12年4月17日に親魚の背部筋肉中にピットタグを装着して、固体識別できるようにした。

表2 モイストペレットの組成

イカ	450
オキアミ	450
マアジ	900
マッシュ	1200
総合ビタミン剤	150
ビタミンC	30
パンカルG	80
レシチン	50
βカロチン	5
(計)	3315
単位:g	

2.3 ホルモン処理

ホルモン剤LHRH-aはdes-Gly¹⁰ [D-Ala⁶]-LHRH ethylamide (SIGMA)を使用した。LHRH-aコレステロールペレット(以下ペレット)の調整はLee et al¹⁾に準拠し、各成分の割合は表3に示した藤野の処方²⁾にしたがった。ホルモンの投与量は100~200 μ g/kg体重になるようにペレットの重量を調整した。ただし、2回目投与するときは50~100 μ g/kg体重とした。

ペレットの体内への移植は、まず、親魚背筋部の表皮を眼科用ハサミで針が入る程の切れ込みを入れ、ステンレス製動物用移植針で背筋中に埋め込む方法をとった。

ホルモン移植時期については、平成12年と13年は雌親をカニュレーションすることにより得られた卵の平均卵径が約800 μ 前後になった時に行った。平成14年は定期的な親魚の体重測定および測定時における腹部触診による生殖巣の大きさと腹部膨満状況を数値化して判断した。数値化は表4に従った。

表3 LHRH-aペレットの組成

LHRH-a(mg)	12.5
エタノール(ml)	0.5
コレステロール(mg)	475.0
ココアバター(mg)	25.0

2.4 採卵と人工受精

採卵はホルモン移植後の雌親魚の魚体重測定と腹部触診により、排卵時期を予想して搾出採卵を行った。人工受精用の精子は雌親魚と同様に雄親魚にペレットを投与して精子を得た。人工受精は乾導法および湿導法で行った。

3. 結果及び考察

3.1 親魚保有尾数の推移

平成10年の春先に雄・雌合わせて43尾親魚を保有していたが、4シーズン目の採卵を終えた平成15年1月31日の時点で雄2尾、雌3尾に減耗した。親魚保有尾数の減耗状況は表5に示したように、毎年5~11尾の減耗が見られた。特に採卵終了後の水温上昇期に減耗が多く見られた。毎年トラフグの採卵を行うのであれば、採卵規模にもよるが、3年に一度は親魚の補給が不可欠と考えられた。

表4 トラフグ親魚腹部を触診したときの生殖巣の大きさと腹部膨満状況の数値化

腹部触診の状況	数値
生殖巣がかすかに確認できる	0.1
生殖巣が確認できるが小さい	0.5
生殖巣は親指程度で小さい	1.0
生殖巣は親指より大きい程度	1.5
生殖巣は指2本分程度で腹部がやや膨満	2.0
生殖巣は指2~3本分程度で腹部が膨満	2.5
生殖巣は指3本分程度で腹部が膨満	3.0
生殖巣は指3~4本分程度で腹部が膨満	3.5
生殖巣は指4本分程度で腹部がかなり膨満	4.0

表5 トラフグ親魚保有尾数の推移と減耗状況

年	保有尾数			合計	減耗尾数	減耗率(%)
	雄親魚	雌親魚	不明魚			
H10				43		
H11				37	6	13.9
H12	13	12	2	27	10	27.0
H13	8	8		16	11	40.7
H14	7	4		11	5	31.2
H15	2	3		5	6	54.5

3.2 水温・明期時間の推移について

平成12年1月1日～平成14年12月31日の水温・明期時間の推移は図1に示し、その推移のパターンは図2のように大まかに整理することができた。採卵終了後、水温を安定に保った後水温・明期時間の変動期に入り、水温・明期時間ともに上昇・長日→最高ピーク→降下・短日→最低ピーク→上

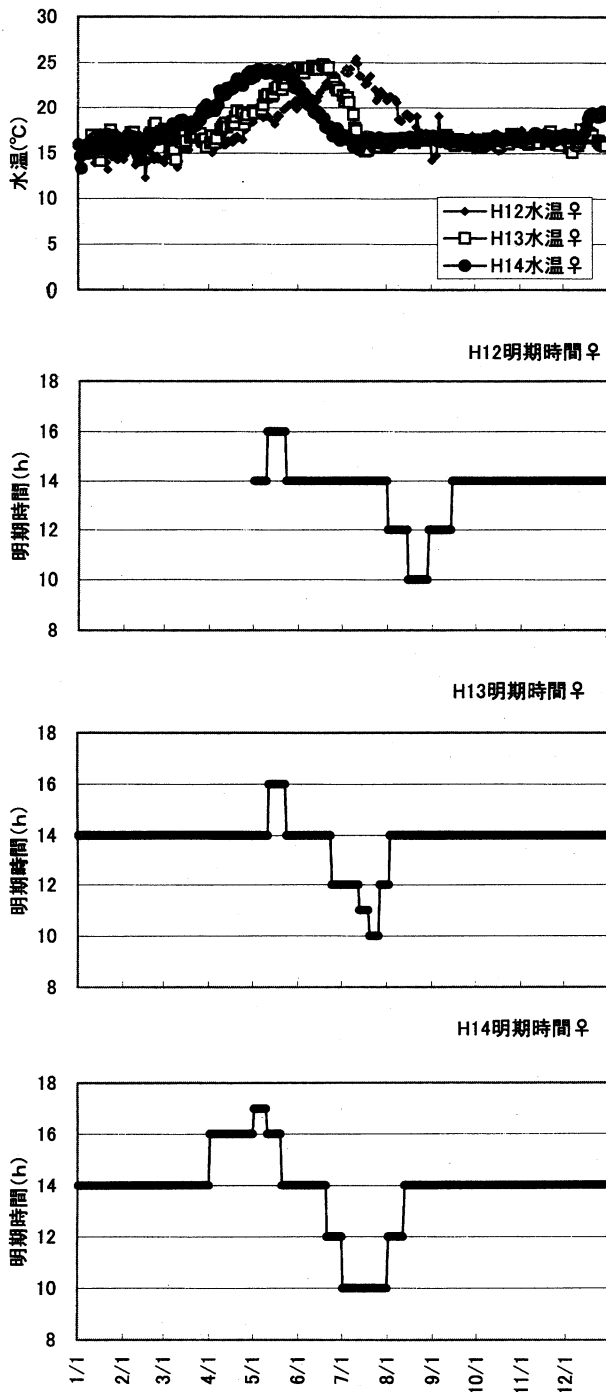


図1 水温と明期時間の推移

昇・長日→一定のパターンで推移させた。水温は概ね15～24℃台で推移し、明期時間は10～17時間で推移した。上昇・長日および降下・短日等に要した日数は各年ともに異なるので、タイムスケジュールの確立が望まれる。

最も早い採卵日は平成12年が12月31日、平成13年が翌年の1月25日、平成14年が11月18日であった。平成14年は平成12年より約1ヶ月半早く採卵することができた。平成12年と14年における水温と明期時間の推移を比較すると、ともに平成14年の方が概ね1ヶ月半早く推移している。このことは採卵が早くなっていること符合している。

通常トラフグの産卵期は3月～5月と言われている。また、当研究所で陸上飼育した場合でも、3月下旬から4月上旬に受精卵は得られていないが、水槽内で自然産卵が観察されている。本試験

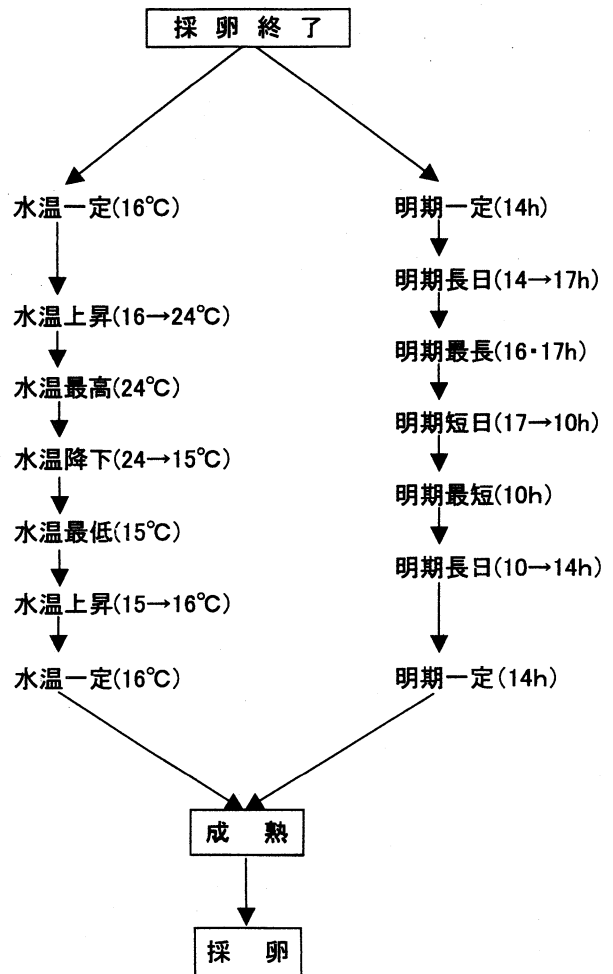


図2 水温と明期時間の推移のパターン

では水温と明期時間をコントロールすることにより、成熟時期を早め、ホルモン処理して排卵を促すことによって、トラフグの早期採卵が可能であることがわかった。3ヶ年とも同一親魚群を使用しているため、目標の8月採卵には3ヶ月及ばなかった。しかし、採卵が早くなるにつれて、水温と明期時間のコントロール開始が早くなるので、次年度は前年度よりさらに早い採卵が期待でき、8月採卵も可能と思われる。

3.3 親魚体重および触診数値の推移

本試験で使用した親魚は平成11年2月に魚令3歳で、LHRH-aでのホルモン処理することによって、受精卵を得ることはできなかったが初めて採卵することができた。以後、同一親魚群を使用しているため、なかには3年連続ホルモン移植を行い採卵した個体もあった。

生残している親魚について、平成12~14年の3

カ年における採卵・採精終了後の最低体重とその増重率は表6に示した。雌についてみれば、対前年に対する増重率が0.4~2.9%で体重が停滞する事例と、増重率が10%前後となる事例が見られた。雄も雌と同様に、体重が停滞するものと10~30%の増重するものが見られた。雄・雌ともに魚体重が1,200g前後の魚令が若いときは増重率が大きくなっている。雄の増重率がマイナスになる事例がみられるのは、産卵期終了後の精巣の退行状態が一定ではなく、残存する精巣重量によって、魚体重の増減に影響が出るためと思われる。

通常の摂餌状態であれば、魚体No721A(雌)、4308(雌)のように、増重率は10%前後になるものと思われた。

平成13年1月~14年12月までの水温・明期時間および個体別の魚体重と腹部触診数値の推移を図3(雌親魚)、4(雄親魚)に示した。雌の場合は採卵することにより体重は一気に減少し、その

表6 各年におけるトラフグ親魚の最低体重と増重率

		♀親魚の体重(g)							
年	年齢	721A	4308	O642	524D	5543	591B	7325	197F
H12	4	1,654	1,935	1,702	1,835	1,690	1,790	1,218	1,530
H13	5	1,808(9.3)	2,180(12.7)	1,846(8.5)	1,842(0.4)	1,706(0.9)	1,842(2.9)	1,470(20.7)	1,780(16.3)
H14	6	1,996(10.4)	2,434(11.7)	1,864(1.0)	1,930(4.8)	1,832(7.4)		1,633(11.1)	

		♂親魚の体重(g)							
年	年齢	092D	3164	683A	566A	2331	5D1E	6050	132A
H12	4	1,695	1,485	1,472	1,230	1,395	1,592	1,140	1,380
H13	5	1,866(10.1)	1,344(-9.5)	1,840(25.0)	1,678(36.4)	1,310(6.1)	1,696(6.5)	1,434(25.8)	1,424(3.2)
H14	6	1,976(5.9)	1,518(12.9)	1,786(-2.9)	1,684(0.4)	1,452(10.8)		1,314(-8.4)	1,566(10.0)

()内は増重率

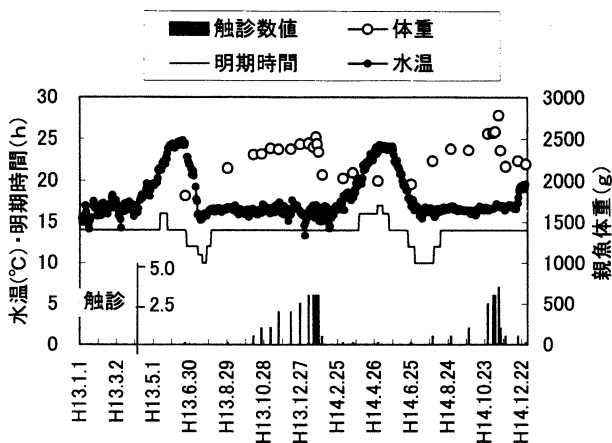


図3 雌親魚(721A)の魚体重と触診数値の推移

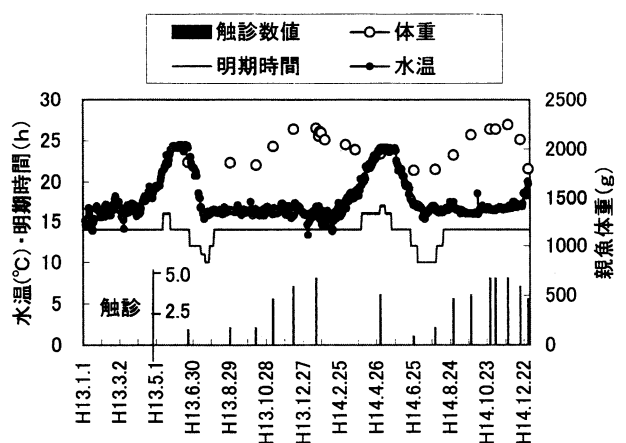


図4 雄親魚(683A)の魚体重と触診数値の推移

後は水温が20℃以下に降下した時期から、体重は増加に転じ、腹部触診数値も体重の増加とともに大きくなった。雄の場合は雌のように採精による急激な体重の減少はなく、魚体重がピークに達してから水温の上昇・降下が完了するまで、魚体重は徐々に減少した。水温降下がピークに達した後、安定し始めてから魚体重は増加に転じ、腹部触診数値も体重の増加とともに大きくなった。

雌雄の触診数値の比較は図5に示したように、水温と明期時間のコントロールを同様に行っても、雄は雌よりも成熟が早く、触診数値3を超えたのが約2ヶ月早かった。しかも、採精可能な状態が3～4ヶ月間持続した。

水温降下の最低に達した時からホルモン移植までに要した日数は平成12年が108日、平成13年が183日、平成14年が116日であった。平成13年が平成12年および14年と比べて、70日前後余分に掛かっているのは、次の要因が考えられた。1つ目はホルモン移植時期の遅延、2つ目は水温の降下期間が他の2カ年の約半分の26日間であったこと、3つ目が停電による電照タイマーの調整不良から、電照時間は同じであったが、明期時間帯が一時的に正常設定よりずれていたことが考えられた。

水温が降下した最低時の卵巣の大きさは極小さく、わずかに卵巣があることが感じられる程度で、触診数値は明らかに0.1であった。水温降下の最低時は平成12年が9月1日、平成14年が7月13日で、1ヶ月半の差があるにもかかわらず、ホルモン移植までに要した日数がほぼ同じであることから、トラフグ雌の成熟に要する日数が水温降下の最低に達してから110日前後と考えられた。

日本国内ではトラフグの産卵期は早いところで、3月下旬から4月上旬と言われている³⁾。室戸地先における過去10年間の1月、2月および3月の表層水の月平均水温は16℃台で安定し、1年で最も水温の低下する時期である。仮に、1月1日が水温降下の最低とし、4月10日を産卵日とすると、水温降下の最低時から産卵までに要した日数は100日となる。一方、九州北西水域における成熟生態についてみると⁴⁾、雌の生殖腺指数は1月か

ら増大し始め4月下旬に最大に達することから、成熟に要した日数が110日程度になる。

水温および明期時間を調整して養成したトラフグ雌の催熟をコントロールした場合、水温降下の最低時から成熟するまでに110日前後を必要とする事は、自然界におけるトラフグの産卵生態ともほぼ一致する結果となった。

以上のことから、超早期(8月)採卵を目指すには図6のような水温と明期時間のコントロールが考えられた。

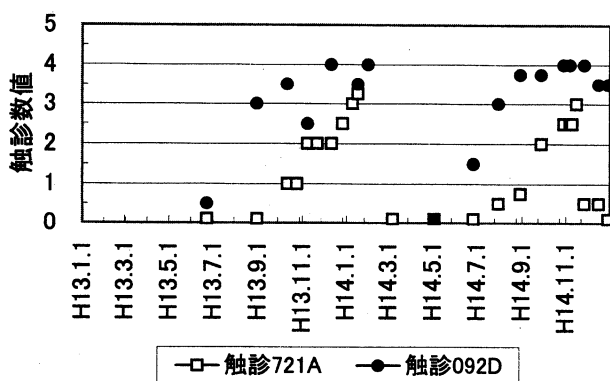


図5 雌親魚(721A)と雄親魚(092D)の触診数値の比較

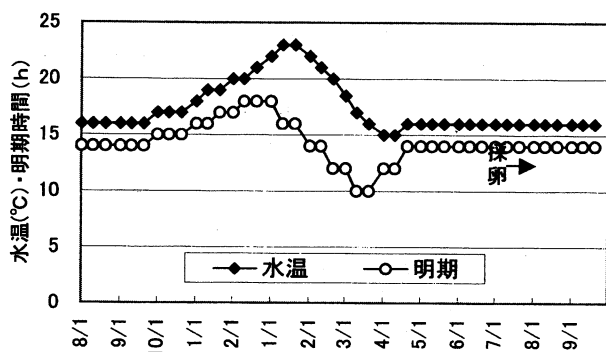


図6 トラフグの超早期(8月)採卵を目指すための水温・明期時間のコントロール(予想)

3.4 腹部触診数値とカニューレシヨンした卵の平均卵径について

平成12年の採卵時におけるホルモン移植前の触診数値とカニューレシヨンした卵の平均卵径との関係を図7に示した。触診数値が2.5を超えた12例中10例が平均卵径750μm以上であった。逆に触診数値が2.5より小さい時は、5例中すべてが

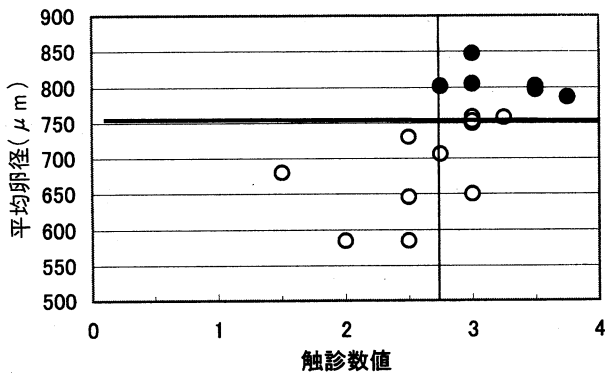


図7 触診数値と卵径との関係 (H12)
 ●はホルモンを移植した魚体
 ○はホルモンの移植を断念した魚体

平均卵径750 μ m未満であった。触診数値が2.5を超えると、卵径が750 μ m以上に達するものと推察された。

平成14年の採卵時においては平均卵径を求めることなく、触診数値が2.5~3.0の段階で雌親魚3尾についてホルモン移植を行った結果、3尾とも採卵が見られ採卵することができ、人工受精により

受精卵が得られた。

以上のことから、雌親魚の触診数値が2.5以上になれば、ホルモンを雌親魚に移植することによって、卵の成熟・排卵を促進して採卵が可能であることがわかった。したがって、触診数値2.5はホルモン移植時期を決定する指標として有効と思われた。

3.5 ホルモン移植後の雌親魚体重の推移と排卵について

平成12年の採卵時におけるホルモン移植後から排卵が起こるまでの雌親魚体重の推移は図8、9に示した。卵巢が成熟して腹部が膨満した雌親魚にホルモンを移植すると、体重の推移は異なるものの、一様に、体重は増加しはじめ、卵巢卵径が0.75~0.80mmの場合約2週間でピークに達した後、体重は減少する。体重のピーク時から24時間以内に排卵が起こり採卵が可能であった。また、採卵可能直前になると、雌親魚は体重の増加量が急激

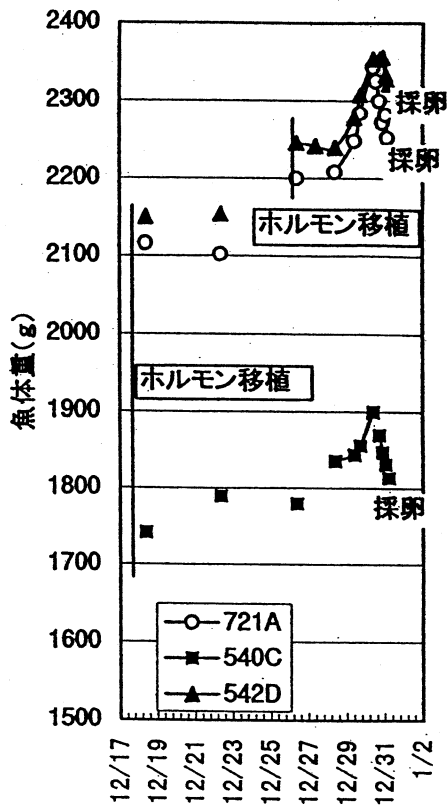


図8 ホルモン移植後の雌親魚魚体重の推移と排卵日
 ホルモン移植日はH12.12.18と12.26

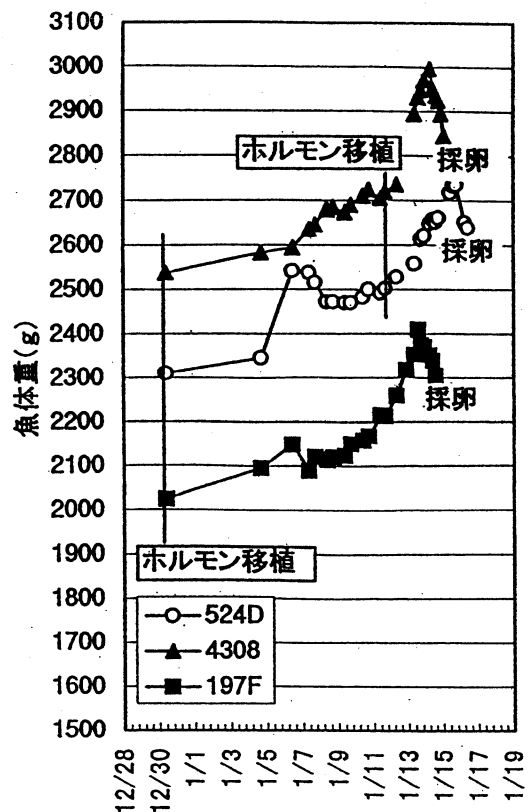


図9 ホルモン移植後の雌親魚魚体重の推移と排卵日
 ホルモン移植日はH12.12.30とH13.1.11

に大きくなること、腹部の膨満が著しくなること、生殖孔が発赤し突起すること等の変化が起こった。ホルモン移植後の雌親魚の魚体重がピークに達したときの増重率は表7に示した。雌親魚の増重の面から、排卵日を特定するために、増重率を調べたが増重率は10%前後の群と20%前後の群にわかれた。

ホルモン移植実施状況と採卵までに要した日数は表8に示した。ホルモン移植から排卵までに要した日数は平成12年12月18日にホルモン移植したAグループ3尾が13日、平成12年12月30日にホルモン移植したBグループ3尾が15~17日、平成14年1月17日にホルモン移植したCグループ2尾が8日、平成14年11月6~25日にホルモン移植したDグループ3尾が11~13日であった。

ホルモン移植が同一日であれば、排卵はほぼ同調して起こり、採卵日に差が生じて1~2日の差であった。Cグループの排卵に要した日数が他より短い8日であったのは、移植時の平均卵径が956 μ mと他より大きいためと思われた。

3.6 採卵・人工受精結果

LHRH-aコレステロールペレット移植による人工養成トラフグ親魚からの採卵・人工受精結果は表9に示した。ホルモンを移植した11例中、全例から採卵することができ、平成13年の2例を除く9例は人工受精に成功し、ふ化仔魚を得ることができた。同一雌親魚から3年連続採卵することができた。

受精卵の卵径は1,070~1,278 μ mであった。卵1g当たりの卵粒数は少ない例では592粒、多い例では1,169粒であったが、平成12年の6例が746~894粒で推移していることから判断して卵1g当たりの粒数は800粒前後と推察される。採卵量と採卵時の魚体重との比率を示す採卵率は15.1~24.8%であった。平成12年の採卵例では6例中、5例は採卵率が20%を超えたが、平成14年では3例とも15.1~17.3%であった。

受精率は13.8~95.3%の間で推移した。受精率が60%以上であった例は9例中5例であった。日

本栽培漁業協会の報告では⁵⁾、排卵後の受精能は15時間まではほとんど低下は認められず、25時間後でも受精率40%以上を維持したと報告されている。ホルモン移植後雌親魚の魚体重がピークに達してから24時間以内に排卵が起こるので、魚体重がピークになった時点を正確に把握して、24時間以内に採卵作業を行えば、確実に受精卵は得られると思われた。平成13年の2例は魚体重がピークに達した時点の見きわめが不正確であったために、受精のタイミングが合わなかったものと推察された。したがって、人工受精を行うタイミングを最適なものにするためには、魚体重がピークに達する直前から排卵までは1日に3~4回の魚体測定を実施する必要がある。

4. 参考文献

- 1) C.S.Lee, C.S.Tamaru, and C.D. Kelley.
Technique for making chronic-release LHRH-a and 17 α -methyltestosterone pellet for intramuscular implantation fishes. *Aquaculture*, 59, 161-168(1986)
- 2) 藤野 (マリーナテクノロジー研究所) 私信
- 3) 古川 厚、岡本 亮: フグの養殖、水産増殖叢書、22、日本水産資源保護協会
- 4) 松浦修平: 生物学的特性、トラフグの漁業と資源管理 (多部田 修編)、恒星社厚生閣、(1997) 16-27
- 5) 山崎英樹・町田雅春・白木美聡・白井重行・廣瀬慶二: LHRHaコレステロールペレットを用いた天然魚由来のトラフグ親魚からの採卵について、栽培技研、29(2)、(2002)73-78.

表7 ホルモン移植後の雌親魚の増重率

ホルモン移植日	魚体No	雌親魚の魚体重(g)		増重率*
		ホルモン移植時(A)	ピーク時(B)	
H12.12.18	540C	1742	1900	9.1
H12.12.18	542D	2150	2356	9.6
H12.12.18	721A	2116	2344	10.8
H14.11.6	721A	2570	2784	8.3
H14.11.15	524D	2582	2906	12.5
H12.12.30	4308	2538	2996	18.0
H12.12.30	524D	2310	2736	18.4
H12.12.30	197F	2024	2410	19.1
H14.11.26	4308	2894	3556	22.9

*)増重率=(B-A)／A×100

表8 ホルモン移植実施状況と排卵に要した日数

魚体No	ホルモン移植日		移植量(μg/体重1kg)		ホルモン移植時卵径(μ)	排卵までに要した日数
	第1回	第2回	第1回	第2回		
721A	H12.12.18	H12.12.26	100	50	797	13(5)
542D	H12.12.18	H12.12.26	100	50	847	13(5)
540C	H12.12.18	H12.12.26	100		802	13(5)
197F	H12.12.30		100		805	15
524D	H12.12.30	H13.1.11	100	50	787	17(5)
4308	H12.12.30	H13.1.11	100	50	802	15(4)
721A	H14.1.17		200		956	8
4308	H14.1.17		200			8
721A	H14.11.6	H14.11.16	200	100		12(2)
524D	H14.11.15	H14.11.26	200	100		13(2)
524D	H14.11.26		200			11

()内は第2回目のホルモン移植後の排卵までに要した日数

表9 LHRH-aコレステロールペレットを移植した人工養成トラフグ親魚からの採卵・人工受精結果

年(年齢)	魚体No	採卵時体重(g)	採卵日	平均卵径(μ)		1g当りの粒数	採卵量(g)	採卵率*	受精率(%)	ふ化仔魚の有無	備考
				移植時	受精卵						
H12(4歳)	721A	2254	12/31	797	1252	790	473.5	21.0	13.8	有	
	542D	2336	12/31	847	1245	746	392.7	16.8	74.3	有	H13年7月9日斃死
	540C	1816	12/31	802	1121	888	448.3	24.7	82.8	有	H13年6月10日斃死
	197F	2314	1/14~1/15	805	1206, 1180	808, 800	231.3, 295.2	22.8	38.9, 25.4	有	2回搾出、H13年3月斃死
	524D	2646	1/16	787	1199	791	597.5	22.6	95.3	有	
H13(5歳)	4308	2648	1/15	802	1196, 1070	746, 894	188.8, 387.6	21.8	62.7, 55.0	有	2回搾出
	721A	2345	1/25	956	1125	1169	168.9, 50	9.4	0	無	
	4308	2538	1/25		1050	1141	12.3, 350	14.3	0	無	
	524D		4/6自然産卵				400		0	無	
	0642		3/21自然産卵				350		0	無	
	3725		3/22自然産卵		1340		400		0	無	H14年3月28斃死
	591B		3/22自然産卵		1172		340		0	無	H14年4月13斃死
H14(6歳)	721A	2784	11/18		1278	652	420	15.1	48.0	有	
	524D	2878	11/28, 29		1135	838	280, 160	15.3	70.4	有	2回搾出、H14年12月8斃死
	4308	3358	12/7		1203	569	592	17.3	14.3	有	

*)採卵率=採卵量／採卵時体重×100

II トラフグ種苗生産試験*

(平成12年度)

1. 目的

早期採卵技術開発研究により得られた受精卵の卵質評価および種苗生産技術開発のためにトラフグの種苗生産を実施した。

2. 材料及び方法

第1回次の生産の受精卵は平成12年12月31日に親魚721Aから採卵した約37万粒の一部を、第2回次の受精卵は平成13年1月15日に親魚4308から採卵した49万粒の一部を用いた。卵管理は200Lアルテミア孵化水槽2面で行った。卵管理槽の水温を16~17℃に保ち、注水量は6~20回転/日とし、強い通気を行って卵管理を行った。

ふ化仔魚の池入れは通気を止めて浮上してきたものを300mlカップですくい取って飼育水ごと池入れした。池入れ尾数は第1回次が孵化後2日目の1月12日にFRP角型1t水槽1面(実水量0.8t)に6,000尾、第2回次は孵化後1日目の1月25日にFRP角型2t水槽1面(実水量1.8t)に39,000尾であった。飼育水は調温水槽で加温した深層水を用い、各飼育槽には昇温のために投げ込みヒーターを入れた。

餌料はワムシと配合飼料を与えた。ワムシはスーパー生クロレラV12で培養したものを与えた。配合飼料は協和発酵のA-250、B-400、B-700、日清飼料の「おとひめ1号」を使用した。

飼育水槽内の水温は朝と夕方の2回測定し、残ワムシは朝のワムシ投餌前と夕方に計数した。飼育水槽内にスーパー生クロレラV12を適宜添加した。底掃除は水槽底面の汚れ具合をみながら適宜行った。底掃除時に回収した死魚は計数した。

3. 結果および考察

平成13年3月31日の推定生残尾数は第1回次が80日齢で337尾(5.6%)、第2回次が66日齢で2,161尾(5.5%)であった。生残率の推移は図1のとおりであった。第1回次は7~11日齢の生産初期に50%以上の大量減耗があったが、これは受精率13.8%、孵化率31.0%と卵質が悪かったためと考えられる。第2回次は18~25日齢に40%以上の大量減耗があったが、これは受精率67.6%、孵化率64.8%と卵質はまずまずであり、減耗も生産初期ではなく、卵質が原因ではないと考えられ、換水率が低かったための水質悪化によるものと思われる。一般に、トラフグ種苗生産における生残率は20~30%とされているので、今回の生残率は低かった。

卵質評価のためマリンテクノロジー研究所に分与した卵については、第1回次、第2回次とも大型水槽で加温による種苗生産を行い、通常の卵と変わりなく孵化、成長し、問題はなかったとのことであった。

当研究所では魚類の種苗生産を行うには施設規模が小さく、研究員のマンパワーが不足しており、種苗生産において親魚飼育、卵管理、餌料生物の生産および稚仔魚飼育において十分な世話ができない。今回も十分な加温設備がないため、卵管理と飼育時の水温が低く、かつ、変動が大きいことが種苗生産に大きな影響を与え、生残率が低かったものと考えられた。

餌料系列を図2に示した。一般的にはトラフグの種苗生産における餌料系列はワムシ→アルテミア幼生→配合飼料である。しかし、今回の生産ではアルテミア幼生を省略したが、種苗生産に特に問題はないようであった。

なお、参考のため飼育野帳を付表1に示した。

*平成13年度は受精卵が得られず、種苗生産試験は実施できず。

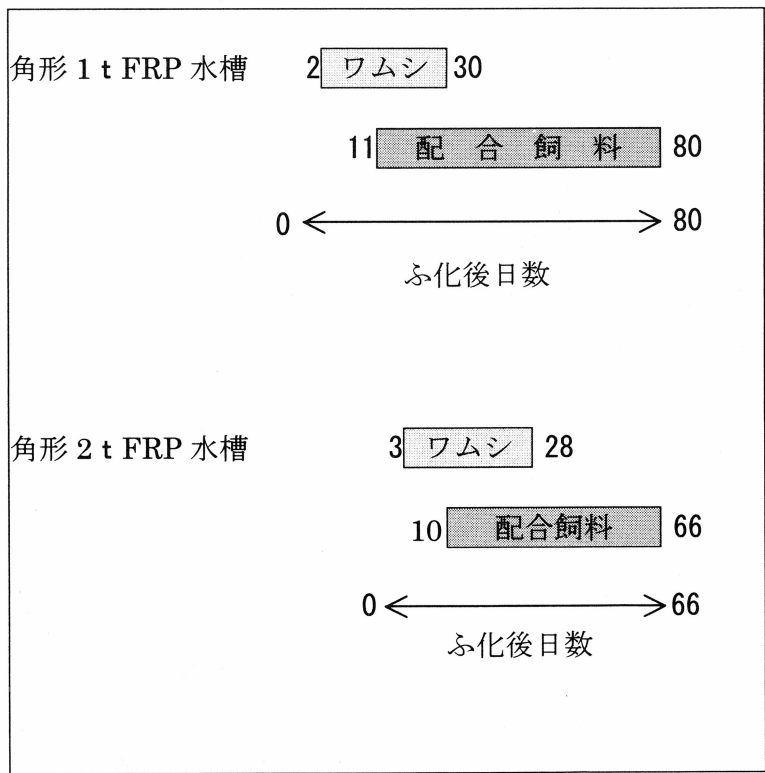
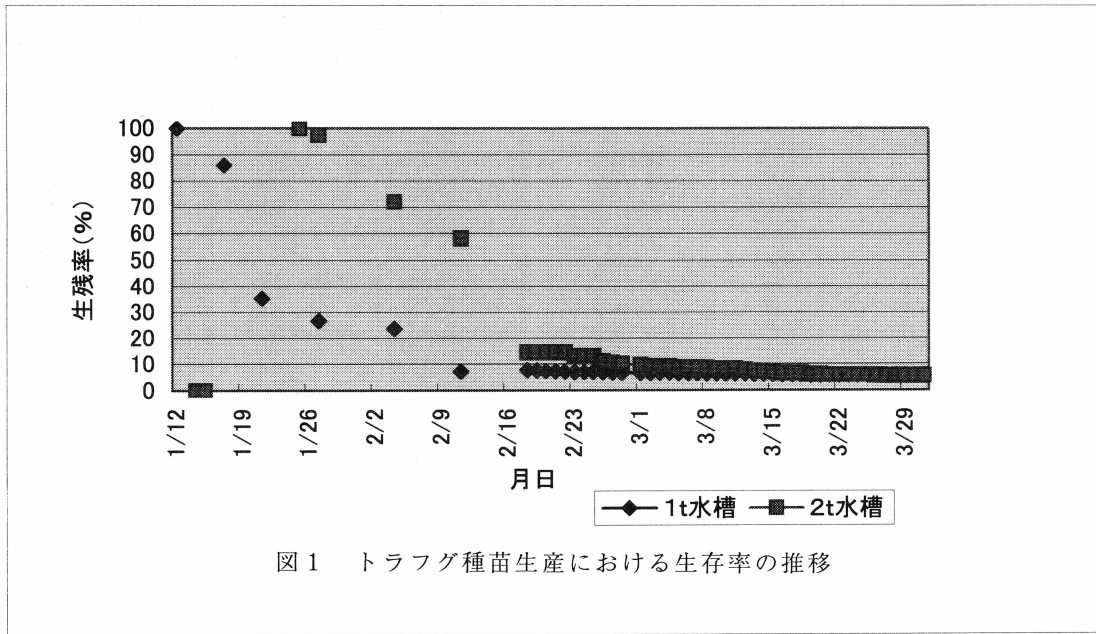


図2 餌料系列

付表1 H12年度トラフグ種苗生産野帳

1t水槽(実水量0.8t)										2t水槽(実水量1.8t)									
月日	日令	生残尾数	へい死尾数	生残率%	水温		ワムシ	配合飼料											
####	産卵日				午前	午後	百万個	A-250	B-400	B-700	おとひとめ1号								
1月1日	-9日																		
1月2日	-8日																		
1月3日	-7日					16.6													
1月4日	-6日					17.1													
1月5日	-5日					16.1													
1月6日	-4日																		
1月7日	-3日					16.7													
1月8日	-2日					16.9	17.2												
1月9日	-1日					16.6													
1月10日	0日					17.1													
1月11日	1日	孵化仔魚収容				17.0													
1月12日	2日	6,000		100.0		17.0				5.2									
1月13日	3日					17.0	18.1			5.5									
1月14日	4日					18.0				0									
1月15日	5日					18.0				0									
1月16日	6日					15.1	18.2			0									
1月17日	7日	5,158		86.0		18.0	18.3			1.0									
1月18日	8日					17.9	18.0			0									
1月19日	9日					18.1	18.1			0									
1月20日	10日					18.0	17.9			0									
1月21日	11日	2,118		35.3		17.9				0	微量								
1月22日	12日					17.9				0	微量								
1月23日	13日					18.1	17.9			5.63	微量								
1月24日	14日					17.9	17.9			5.88	微量								
1月25日	15日					17.9	17.9			5.3	微量								
1月26日	16日					17.9	17.9			5.0	適宜								
1月27日	17日	1,600		26.7		17.8	17.9			5.5	適宜								
1月28日	18日					18.0	18.0			6.4	適宜								
1月29日	19日					18.1	18.2			11.9	適宜								
1月30日	20日					18.0	18.0			11.8	適宜								
1月31日	21日					17.9	18.0			17.3	適宜								
2月1日	22日					17.9	17.9			15.0	適宜								
2月2日	23日					17.9	17.8			15.4	適宜								
2月3日	24日					17.9	17.9			13.7	適宜								
2月4日	25日	1,421		23.7		18.0	18.0			7.8	適宜								
2月5日	26日					18.0	18.1			4.7	適宜								
2月6日	27日					18.0	18.1			0	適宜								
2月7日	28日					18.0	18.0			3.8	適宜								
2月8日	29日					18.0	17.9			1.8	適宜								
2月9日	30日					18.1	18.2			4.3	適宜								
2月10日	31日					18.0	17.9			0	適宜								
2月11日	32日	433		7.2		18.0	18.0				自動給餌								
2月12日	33日					18.1	17.9				自動給餌								
2月13日	34日					17.9	18.1				自動給餌								
2月14日	35日					18.4	11.8				自動給餌								
2月15日	36日					18.2	18.0				自動給餌								
2月16日	37日					18.2	18.1				自動給餌								
2月17日	38日					18.0	18.1				自動給餌								
2月18日	39日	466		7.8		18.2	17.9				自動給餌								
2月19日	40日	453	13	7.8		18.0	17.9				自動給餌								
2月20日	41日	444	9	7.4		18.1	18.0				自動給餌								
2月21日	42日	434	10	7.2		17.9	18.0				自動給餌								
2月22日	43日	428	6	7.1		17.9	17.9				自動給餌								
2月23日	44日	422	6	7.0		18.0	18.1				自動給餌								
2月24日	45日	422		7.0							自動給餌								
2月25日	46日	422		7.0							自動給餌								
2月26日	47日	412	10	6.9		18.1					自動給餌								
2月27日	48日	405	7	6.8		18.0					自動給餌								
2月28日	49日	403	2	6.7		17.9	17.9				自動給餌								
3月1日	50日	400	3	6.7		17.9					自動給餌								
3月2日	51日	397	3	6.8		18.0	17.8				自動給餌								
3月3日	52日	397		6.6							自動給餌								
3月4日	53日	397		6.6							自動給餌								
3月5日	54日	387	10	6.5							自動給餌								
3月6日	55日	386	1	6.4		17.9					自動給餌								
3月7日	56日	379	7	6.3							自動給餌								
3月8日	57日	377	2	6.3							自動給餌								
3月9日	58日	375	2	6.3							自動給餌								
3月10日	59日	375		6.3							自動給餌								
3月11日	60日	375		6.3							自動給餌								
3月12日	61日	373	2	6.2							自動給餌								
3月13日	62日	365	8	6.1							自動給餌								
3月14日	63日	364	1	6.1							自動給餌								
3月15日	64日	357	7	6.0							自動給餌								
3月16日	65日	354	3	5.9							自動給餌								
3月17日	66日	354		5.9							自動給餌								
3月18日	67日	354		5.9							自動給餌								
3月19日	68日	348	6	5.8							自動給餌								
3月20日	69日	348		5.8							自動給餌								
3月21日	70日	345	3	5.8							自動給餌								
3月22日	71日	342	3	5.7							自動給餌								
3月23日	72日	342	0	5.7							自動給餌								
3月24日	73日	342		5.7							自動給餌								
3月25日	74日	342		5.7							自動給餌								
3月26日	75日	340	2	5.7							自動給餌								
3月27日	76日	340	0	5.7							自動給餌								
3月28日	77日	339	1	5.7							自動給餌								
3月29日	78日	339		5.7							自動給餌								
3月30日	79日	337	2	5.6							自動給餌								
3月31日	80日	337		5.6							自動給餌								

(平成14年度)

1. 目的

水温調整と電照により早期に成熟させたトラフグ親魚にホルモン処理をして搾出採卵・採精を行い人工受精により得られた受精卵の卵質評価および種苗生産技術を習得するためにトラフグの種苗生産を実施した。

2. 材料及び方法

受精卵は平成14年11月18日に採卵した約27万粒を用いた。卵管理は200Lアルテミアサミット2面で行った。卵管理槽の水温を16~17℃に保ち、注水量は約18回転/日とし、強い通気を行って卵管理を行った。

ふ化仔魚の池入れ状況は表1に示した。ふ化仔魚の池入れは通気を止めて浮上してきたものを2Lカップですくい取って飼育水ごと池入れした。池入れ尾数は循環濾過飼育の200Lアルテミアサミットがそれぞれ1.7万尾、流水飼育のFRP角1tが3.6万尾と6.0万尾であった。飼育水は循環濾過飼

育が深層水を、流水飼育の角1t1号が表層水と深層水の混合水を、角1t2号が深層水を用いた。各飼育槽には昇温のために投げ込みヒーターを入れた。

餌料はワムシと配合飼料を与えた。ワムシはテトラセルミスとスーパー生クロレラV12で一次培養したワムシをスーパー生クロレラV12で6~15時間2次培養して栄養強化したものを与えた。配合飼料は日清製粉製の「おとひめA」、「おとひめB1」、「おとひめS1」、「おとひめS2」および協和発酵製「C-700」を使用した。

飼育水槽内の水温は午前と午後2回測定し、残ワムシはワムシ投餌前に計数した。循環濾過飼育水槽については、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素およびpHを養鰻ハウス池用水質測定器(丸藤吉田うなぎ漁業協同組合製)で測定した。飼育水槽内にテトラセルミスまたはスーパー生クロレラV12を適宜添加した。底掃除は水槽底面の汚れ具合をみながら適宜行った。底掃除時に回収した死魚は計数した。

表1 ふ化仔魚の池入れ状況

飼育区	飼育形態	飼育水槽		池入れ 尾数(万尾)	備考
		形状	容量(t)		
循環1号	循環濾過飼育	アルテミアサミット	0.2	1.7	
循環3号	循環濾過飼育	アルテミアサミット	0.2	1.7	
角1t1号	流水飼育	FRP角1t	1.0	3.6	
角1t2号	流水飼育	FRP角1t	1.0	6.0	
円形2t	流水飼育	FRP円形2t	2.0	不明	途中から分槽

3. 結果および考察

種苗生産における飼育成績の概要は表2に示した。200Lサミット2面、1t水槽1面および2t水槽1面を使用して、全長39~54mmのトラフグ稚魚を約7,200尾生産することができた。初期の大量減耗があったために、生残率は4~21.2%であった。一般に、トラフグ種苗生産における生残率は20~30%と言われているので、生残率は芳しい数値ではなかった。この理由として、卵質に起因すると考えるよりむしろ、図1に示したように、池入れ直後の水温が16℃台と低く、ワムシの餌付きが悪かったことや、初期の収容密度が33,000~

85,000尾/tで非常に高かったことに起因すると考えられた。

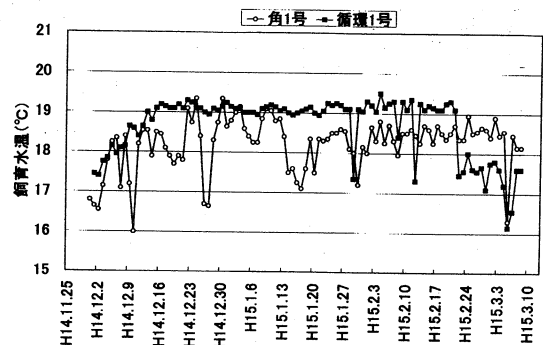


図1 飼育水温の推移

表2 トラフグ種苗生産における飼育成績の概要

		循環1号	循環2号	循環3号	角1t1号	角1t2号	円形2t	
収 容	年月日	H14.11.28	H15.1.2	H14.11.28	H14.11.27	H14.11.28	H14.12.7	
	ふ化日数	3	38	3	2	3	12	
	尾数	17,000	652	17,000	36,600	60,000	不明	
取り上げ	年月日	H15.2.21	H15.2.21	H14.12.30	H15.3.7	H14.12.17	H15.3.7	
	ふ化日数	88	88	35	102	22	102	
	尾数	1295	585	3600	1476	0	3837	
	平均全長(mm)	39	39		54		48	
	生残率(%)	7.6	89.7	21.2	4.0	0.0	不明	
環 境	平均水温(°C)	18.7	19.1	18.7	18.2	18.2	18.2	
	最高水温(°C)	19.5	19.5	19.3	19.4	18.9	20.0	
	最低水温(°C)	16.2	17.5	17.4	16.0	16.4	15.6	
	平均アンモニア態窒素(ppm)	0.005		0.005				
	平均亜硝酸態窒素(ppm)	0.030		0.030				
	平均pH	7.57		7.57				
	注水量(回転/日)	15.0~25.0	25.0	15.0~25.0	0.6~3.5	0.2~0.3	0.6~3.5	
	ワムシ	投餌日数	31		30	58	16	45
		投餌期間(ふ化日数)	6~36		6~35	6~64	6~21	13~57
		総投餌量(億個)	1.0		1.1	9.2	1.2	7.8
日間投餌量(万個/日)		327		352	1589	718	1742	
配合飼料	投餌日数	83	49	16	83	3	83	
	投餌期間(ふ化日数)	19~102	39~88	19~35	19~102	19~21	19~102	
	総投餌量(kg)	2.8	0.768	0.082	4.3	0.017	5.3	
	日間投餌量(g/日)	34.4	17.5	5.1	51.3	5.7	64.0	
備 考	38日令で 循環2号 へ分槽		35日令で 全数円形 2tへ移槽		22日令で 廃棄		12日令より 各池から 分槽	

循環飼育の注水量は循環量を記した

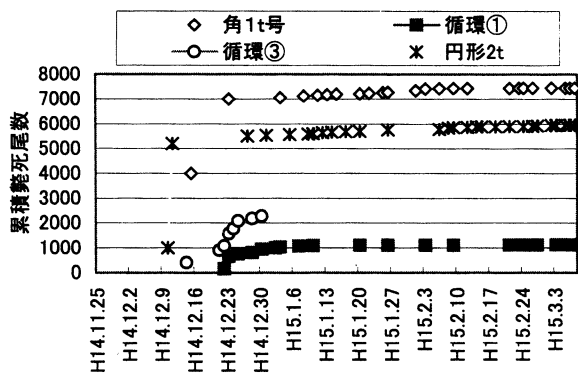


図2 累積斃死尾数の推移

生産中に行った底掃除時に確認した斃死魚の累積斃死尾数の推移は図2に示した。ふ化直後からふ化30日目頃まで減耗が続いたが、それ以後は、大きな減耗はみられなかった。ふ化30日目頃までの斃死個体はほとんどが小型個体であることから、ワムシに餌付かなかったものが斃死したものと思われた。角1t1号および円形2t水槽において、

ふ化70~80日に斃死が増えているのは、ワムシ投餌終了後配合飼料に餌付かなかったものが斃死したと思われた。循環濾過飼育を行った循環1号、循環3号は配合飼料の摂餌がふ化30日目頃から確認できたのでワムシの投餌をふ化35日で終了した。循環1号についてみると、ふ化40日目頃まで、まとまった斃死が続いたが、その後は10尾/日以下の斃死尾数で推移した。

餌料系列は図3に示した。トラフグの種苗生産における餌料系列はワムシ→アルテミア幼生→配合飼料が一般的である。今回の生産ではアルテミア幼生を省略したが、ワムシに餌付いた後は生産中にトラブルもなく、また、取り上げて全長の測定を行った時にトラフグ稚魚には変形等の異常は肉眼的には認められなかったことから、アルテミア幼生の投餌省略は可能と思われた。ワムシ投餌日数についても、ふ化35日までと64日までの2系

統であったが、配合飼料の摂餌が確認できればワムシの投餌日数の短縮は可能と思われた。

海水魚の種苗生産においては、循環濾過飼育はあまり行われていないが、今回の生産で2例を試みた。循環3号はふ化35日令で生残尾数が3600尾となり、高密度になったために飼育継続は難しいと判断して円形2tへ全数移送した。循環1号はふ化38日令で循環2号に分槽したものの、ふ化88日令まで飼育して、平均全長39mmのトラフグ稚魚を1,295尾生産できた。1t当たりの生産密度は約6,500尾/tであった。分槽した循環2号の生産尾数は585尾であった。循環濾過で飼育したときの利点として、図1に示したように流水飼育よりも目標とする飼育水温が容易に得られ、しかも安定していた。飼育水温の安定がワムシおよび配合飼料の餌付きが良好に推移し、ワムシ投餌日数

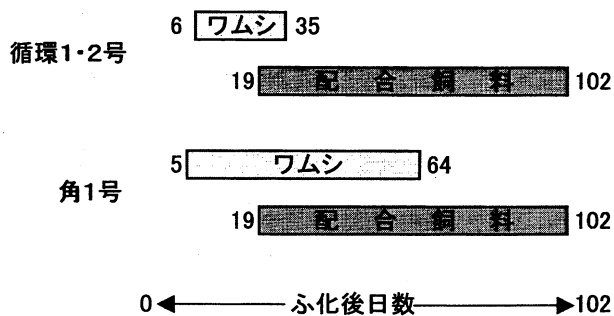


図3 飼料系列

が短縮できたと考えられた。

循環濾過飼育中のアンモニア態窒素、亜硝酸態窒素およびpHの推移は図4に示した。ふ化80日令にpHが5.9まで下がり、アンモニアが0.2ppmに上昇した以外は特に大きな環境変化はみられなかった。ふ化80日令以後は毎日1/5換水を行い、pHの安定に努めた。

種苗生産の目的の一つは11月に早期採卵した受精卵の卵質評価である。生産初期に大量減耗がみられ、低生残率であったが、生産密度が1,500~6,500尾/tであったことを考えれば種苗生産に不適な卵ではないと思われた。なお、トラフグ稚魚はふ化103日令まで中間育成を行い、養殖試験の種苗として県内トラフグ養殖業者に提供した。参考とした角1t1号と循環1号の飼育野帳を付表1、2に示した。

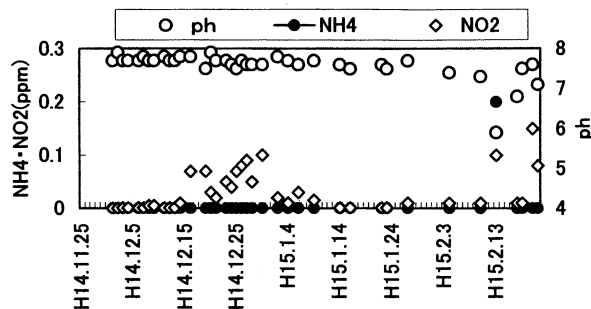


図4 循環濾過飼育におけるNH₄・pHの推移

付表1 H14年トラフグ種苗生産野帳(角1t1号)

年月日	日数	添加物						水温(°C)	テトラ(L)	濃縮(cc)	ワムシ(万個)	配合(個/ml)	残AM(個/ml)	残PM(個/ml)	投餌量(g)	死亡率	備考
		テトラ	濃縮	ワムシ	配合	残AM	残PM										
H14.11.25	0																
H14.11.26	1																
H14.11.27	2														池入れ		
H14.11.28	3																
H14.11.29	4																
H14.11.30	5	16.8															
H14.12.1	6	16.7	12.5	200		2.0											
H14.12.2	7	16.6	5.0	400	8.0	12.5											
H14.12.3	8	17.2	5.0	500	7.0	13.5											
H14.12.4	9	17.8	6.0	800	13.5	15.5											
H14.12.5	10	18.3	10.0	1400	14.0	32.5											
H14.12.6	11	18.4	10.0	500	21.5	18.5									浮上・衰弱個体目立つ		
H14.12.7	12	17.1		400	19.5	22.0									円形2tへ分槽		
H14.12.8	13	18.4	20.0	900	4.0	10.5											
H14.12.9	14	17.2	10.0	800	7.5	8.5											
H14.12.10	15	16.0		900	8.0	3.5											
H14.12.11	16	18.2		900	10.0	4.0									注水量増す		
H14.12.12	17	18.6	10.0	1200	2.0	3.0											
H14.12.13	18	18.6		1300	1.0	1.0											
H14.12.14	19	17.9	10.0	1500	4.5	4.5	6.0										
H14.12.15	20	18.5	7.0	1400	1.5	5.5	9.0								4000 底掃除死魚回収		
H14.12.16	21	18.5	3.0	1200	5.5	4.0	8.0										
H14.12.17	22	18.1	10.0	1700	7.0	7.0	7.0										
H14.12.18	23	17.9		2000	9.0	9.0											
H14.12.19	24	17.7		1700	9.0	7.5	9.0										
H14.12.20	25	17.9		2000	6.0	6.0	9.0										
H14.12.21	26	17.8	7.0	2000	5.5	9.0	9.0										
H14.12.22	27	19.1		2000	4.0	9.5	9.0										
H14.12.23	28	18.8		3000	5.0	16.5	13.0								3000 底掃除死魚回収		
H14.12.24	29	19.4		2000	5.5	5.5	9.0								換水ネット交換		
H14.12.25	30	18.4		2000	0.5	9.5	11.0										
H14.12.26	31	16.7		2000	9.5	10.0	11.5								注水事故のため停止		
H14.12.27	32	16.7		2200	5.5	12.5	12.0										
H14.12.28	33	18.3		2000	9.0	13.0	12.0										
H14.12.29	34	18.8		2000	16.0	11.5	13.0								食害有り		
H14.12.30	35	19.4		2000	3.5	7.0	18.0										
H14.12.31	36	18.7		2000	6.0	11.5	16.5										
H15.1.1	37	18.8		2000	5.5	9.0	20.0										
H15.1.2	38	19.0		2500	3.5	6.0	16.0										
H15.1.3	39	19.2		2000	6.0	11.5	9.0	50									
H15.1.4	40	18.6		2250	7.0	7.0	12.0										
H15.1.5	41	18.4		2000	3.0	6.0	24.0										
H15.1.6	42	18.3		2300	6.0	10.0	19.5										
H15.1.7	43	18.3		1000	4.0	3.0	18.5										
H15.1.8	44	18.9		1600	3.0	8.0	25.0	70									
H15.1.9	45	19.1		1800	4.5	7.0	23.0										
H15.1.10	46	19.1		1800	5.0	11.0	42.0										
H15.1.11	47	18.8		2000	4.5	3.5	31.5	30									
H15.1.12	48	18.9		2000	2.5	8.5	44.5										
H15.1.13	49	18.4		1000	3.5	7.0	43.5	20									
H15.1.14	50	17.5		2000	1.5	5.0	53.0										
H15.1.15	51	17.6		2000	0.5	2.5	36.0	21									
H15.1.16	52	17.3		2000	2.0	1.5	39.0										
H15.1.17	53	17.1		1000	1.0	6.0	41.0										
H15.1.18	54	17.6		1000	1.5		50.0										
H15.1.19	55	18.4					2000	0.0							41.0		
H15.1.20	56	17.5					1000								47.0	20	
H15.1.21	57	18.4					2800								24.0		
H15.1.22	58	18.3					2000								49.0	16	
H15.1.23	59	18.4					1200								55.0		
H15.1.24	60	18.5													52.0		
H15.1.25	61	18.5					2400								30.0	30	
H15.1.26	62	18.6					2500								76.0	16	
H15.1.27	63	18.6					200								51.0		
H15.1.28	64	18.1					900								44.0		
H15.1.29	65	18.0													32.0		
H15.1.30	66	17.2													36.0		
H15.1.31	67	18.2													34.0		
H15.2.1	68	18.0													26.0	65	
H15.2.2	69	18.7													35.0		
H15.2.3	70	18.3													40.0	70	
H15.2.4	71	18.8													47.0		
H15.2.5	72	18.3													59.0		
H15.2.6	73	18.7													48.0	20	
H15.2.7	74	18.3													48.0		
H15.2.8	75	18.0													36.0		
H15.2.9	76	18.5													34.0	2	
H15.2.10	77	18.5													65.0		
H15.2.11	78	18.6													60.0		
H15.2.12	79	18.5													60.0	7	
H15.2.13	80	18.3													70.0		
H15.2.14	81	18.7													49.0		
H15.2.15	82	18.6													70.0		
H15.2.16	83	18.3													70.0		
H15.2.17	84	18.7													85.0		
H15.2.18	85	18.5													100.0		
H15.2.19	86	18.4													102.0		
H15.2.20	87	18.5													100.0		
H15.2.21	88	18.7													120.0	1	
H15.2.22	89	18.4													155.0		
H15.2.23	90	18.4													50.0	4	
H15.2.24	91	19.0													130.0	1	
H15.2.25	92	18.5													130.0		
H15.2.26	93	18.6													130.0	2	
H15.2.27	94	18.7													130.0		
H15.2.28	95	18.6													130.0		
H15.3.1	96	18.4													100.0		
H15.3.2	97	18.9													110.0	2	
H15.3.3	98	18.5													120.0		
H15.3.4	99	18.6													110.0		
H15.3.5	100	16.3													126.0	1	
H15.3.6	101	18.5													120.0	1	
H15.3.7	102	18.2													92.0	1	

付表2 H14年トラフグ種苗生産野帳 (循環1号)

年月日	日数	水温 (°C)	NH ₄ (ppm)	NO ₂ (ppm)	pH	添加物			配合		死亡 尾数	備 考
						テトラ (L)	濃縮 cc	投餌量 (万個)	残AM (個/ml)	残PM (個/ml)		
H14.11.25	0											
H14.11.26	1											
H14.11.27	2											
H14.11.28	3											
H14.11.29	4											
H14.11.30	5											
H14.12.1	6	17.5	0	0	7.7		5.0	50		5.5		
H14.12.2	7	17.4	0	0	7.9	1.0		100	3.5	9.0		
H14.12.3	8	17.8	0	0.001	7.7			130	4.5	9.0		
H14.12.4	9	17.9	0	0.001	7.7			100	7.5	12.5		
H14.12.5	10	18.2				5.0		80	9.0	12.5		
H14.12.6	11	18.0	0	0.001	7.7	5.0		200	12.0	3.5		
H14.12.7	12	18.1	0	0.001	7.8			100	8.5	4.0		
H14.12.8	13	18.2	0	0.005	7.7			200	8.0	10.0		
H14.12.9	14	18.7	0	0.005	7.7	2.5		100	11.5	7.5		
H14.12.10	15	18.6						200	11.5	7.5		
H14.12.11	16	18.4	0	0.001	7.8			200	3.0	4.5		
H14.12.12	17	18.7	0	0.001	7.7			300	12.0	5.0		
H14.12.13	18	19.0	0	0.001	7.7			250	4.5	9.5		
H14.12.14	19	18.8	0	0.01	7.8	2.5		350	4.5	9.0	2.0	
H14.12.15	20	19.1				2.5		350	5.5	9.0	3.0	
H14.12.16	21	19.2	0	0.07	7.8	2.0		300	6.0	4.0	3.0	
H14.12.17	22	19.2					2.5	400	4.0	4.5	4.5	
H14.12.18	23	19.1						650	7.0	6.5		
H14.12.19	24	19.1	0	0.07	7.5			250	13.5	15.5	3.0	500
H14.12.20	25	19.2	0	0.03	7.9			1650	10.5	16.5	3.0	
H14.12.21	26	19.1	0	0.02	7.7	2.5		300	6.0	16.0	3.0	
H14.12.22	27	19.3				2.5		200	10.0	13.5	3.5	150
H14.12.23	28	19.3	0	0.05	7.7			300	7.0	5.5	6.5	500
H14.12.24	29	19.1	0	0.04	7.6			300	8.5	9.0	4.5	
H14.12.25	30	19.1	0	0.07	7.5			400	4.0	8.0	4.5	100
H14.12.26	31	19.0	0	0.08	7.7			400	9.0	4.0	5.0	
H14.12.27	32	19.0	0	0.09	7.6			400	6.5	6.5	6.0	
H14.12.28	33	19.1	0	0.05	7.6			500	5.5	3.0	5.5	50
H14.12.29	34	19.1						600	8.5	8.5	10.5	
H14.12.30	35	19.2	0	0.1	7.6			600	4.5	10.5	28.0	150
H14.12.31	36	19.3						200	5.5	8.5	17.5	
H15.1.1	37	19.2							3.0	5.0	19.0	
H15.1.2	38	19.1	0	0.02	7.8				0.5	0.0	18.0	50
H15.1.3	39	19.1									5.5	循環2号へ分槽
H15.1.4	40	19.0	0	0.01	7.7						7.0	30
H15.1.5	41	19.0									8.5	
H15.1.6	42	19.0	0	0.03	7.6						7.0	
H15.1.7	43	19.0									7.0	40
H15.1.8	44	19.1									7.5	
H15.1.9	45	19.2	0	0.015	7.7						26.5	
H15.1.10	46	19.2									13.0	20
H15.1.11	47	19.2									10.5	
H15.1.12	48	19.1									12.5	
H15.1.13	49	19.1									9.0	
H15.1.14	50	19.0	0	0.001	7.6						12.5	
H15.1.15	51	19.0									9.5	
H15.1.16	52	19.0	0	0.001	7.5						10.5	
H15.1.17	53	19.1									7.5	
H15.1.18	54	19.1									7.5	
H15.1.19	55	19.2									9.0	
H15.1.20	56	19.0									10.0	5
H15.1.21	57	19.0									9.0	
H15.1.22	58	19.1	0	0.001	7.6						9.5	
H15.1.23	59	19.3	0	0.001	7.5						11.5	
H15.1.24	60	19.2									10.0	
H15.1.25	61	19.3									9.0	
H15.1.26	62	19.2									20.0	1
H15.1.27	63	19.1	0	0.01	7.7						11.0	
H15.1.28	64	19.1									10.0	
H15.1.29	65	17.4									10.5	
H15.1.30	66	19.1									26.0	
H15.1.31	67	19.1									14.5	
H15.2.1	68	19.3									10.5	
H15.2.2	69	19.2									21.0	
H15.2.3	70	19.1									26.0	3
H15.2.4	71	19.5	0	0.01	7.4						31.0	
H15.2.5	72	19.2									39.0	
H15.2.6	73	19.3									32.0	
H15.2.7	74	19.3									40.0	
H15.2.8	75	18.4									18.0	
H15.2.9	76	19.3									18.0	1
H15.2.10	77	19.1	0	0.01	7.3						38.0	
H15.2.11	78	19.4									27.0	
H15.2.12	79	17.3									32.0	
H15.2.13	80	19.3	0.2	0.1	5.9						44.0	
H15.2.14	81	19.1									15.0	
H15.2.15	82	19.2									19.0	
H15.2.16	83	19.2									48.0	
H15.2.17	84	19.1	0	0.01	6.8						55.0	
H15.2.18	85	19.1	0	0.01	7.5						38.0	
H15.2.19	86	19.3									39.0	
H15.2.20	87	19.3	0	0.15	7.6						33.0	
H15.2.21	88	19.1	0	0.08	7.1							4
H15.2.22	89	17.5									140.0	
H15.2.23	90	17.6									50.0	3
H15.2.24	91	18.0									130.0	1
H15.2.25	92	17.6									130.0	
H15.2.26	93	17.6									130.0	3
H15.2.27	94	17.7									130.0	2
H15.2.28	95	17.1									130.0	
H15.3.1	96	17.8									100.0	
H15.3.2	97	17.8									110.0	
H15.3.3	98	17.6									120.0	2
H15.3.4	99	17.2									130.0	
H15.3.5	100	16.2									77.0	3
H15.3.6	101	16.6									140.0	3
H15.3.7	102	17.6									205.0	