

奄美等水産資源利用開発推進事業 (沿岸域資源利用開発調査：スジアラ種苗生産技術開発)

今吉雄二，野元聡，池田祐介，松元則男

【目的】

スジアラは、美味・高価な魚として知られ、特に奄美海域において重要な水産資源である。水揚げ量は長らく減少傾向にあり、平成25年には奄美群島全域で約4.8トンにまで落ち込んだが、平成26年からは増加に転じ、平成27年には約7.6トンとなっている。しかし、近年の水揚げ量のピークである平成10年の値は約12トンであり、資源が回復しているとは言い難い。そのため放流要望が非常に強く、放流用種苗の最重要種として位置づけられている。

種苗生産技術開発については、平成14年度に初めて生産に成功しており、平成19年度には約4万尾の生産を記録し、初めての量産を実現した。平成23年度からは、実用化のための大型コンクリート水槽を用いた量産試験を開始し、その年に平均全長33.6mmの種苗を8万4千尾生産した。

しかし、平成24年度以降は1～2万尾台の生産に止まっており、安定した量産技術の確立には至っていない。ふ化直後の初期生残率の安定が主たる課題とされてきたが、他にも生物餌料から配合飼料への切り替えの成否、照度変化や水槽内の環境変化などの物理的減耗要因の解明など、解決すべき課題は少なくない。

本事業ではこれまでの成果を基に更なる技術開発を行い、安定した量産技術を確立することを目的とする。

【方法】

1 親魚養成および採卵試験

当センター親魚棟のコンクリート製円形200k1水槽（φ：11m，d：2m）1面を使用して採卵用親魚の養成を行った。

継続養成している親魚は、28年度初めの時点で25尾（体重：2.0～10.4kg，平均4.9kg）であった。

飼育海水はUV殺菌ろ過海水を使用し、水温は、通年22℃を下回らないように6月～11月の期間を除きヒートポンプにより調温した。注水量は約14k1/時（換水率：約1.7回/日）とした。

餌料は、約5cm角にカットした冷凍サバ（2.0kg/回）に栄養剤を添加したものを週3回給餌した。

採卵については、5月10日から飼育水槽の排水部（採卵槽）にネットを設置して、以後11月2日までの期間、毎朝、自然産卵による受精卵の回収と計数を行った。

2 種苗生産試験

1) 1回次

魚類棟コンクリート製円形20k1水槽（φ：4m，d：1.45m）2面を使用し、2面（20k1-①，20k1-②）ともに底層注水の条件下で受精卵を収容し、種苗生産試験を開始した。受精卵は7月5日に採取したもので、アルテミアふ化槽で沈下卵を取り除いた後、1面あたり300千粒ずつ収容した。ふ化率は、20k1-①が90%（269千尾）、20k1-②が71%（213千尾）であった。

底層注水については、主に仔魚の沈降死対策として、底面の半径上に配した塩ビ管（25mm）の側面と上面にそれぞれ10cm間隔で直径2mmの穴を開け、飼育海水を時計回り方向と上方向へ吐出し、底面と平行、垂直方向の流れを作る注水方法である。（図1）

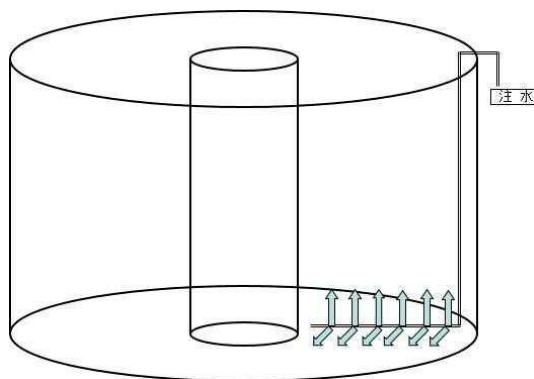


図1 底層注水方式

なお、底層注水の配管については、日齢42で撤去し、以後は水槽辺縁の水面付近1カ所からの注水とした。

飼育海水はUV殺菌ろ過海水を使用し、水温は飼育開始から1日1℃の割合でチタンコイルを用いて28℃まで段階的に昇温させ、28℃に達してからは、取り上げまで維持されるよう調温した。換水率は卵収容時からふ化後の日齢1まで1回転/日、日齢1からは水質や餌料の状況を見ながら0.3回転/日から4.5回転/日まで段階的に上げていった。通気は、従来、卵収容から日齢1までは5L/分を6カ所設置していたが、28年度は気泡がふ化仔魚に与える影響を考慮して、卵収容時から日齢5まで0.5L/分を8カ所、日齢6から日齢29までは0.5L/分を水槽中央に2カ所設置し、日齢30から日齢34までは0.5L/分を4カ所、日齢35から取り上げまでは4カ所のまま、通気量を0.8L/分から2L/分まで段階的に強めていった。

また、DOを概ね6mg/L前後に維持するため、日齢3から水槽中央に酸素通気を施した。

照明は、水面上20cm付近に40w×2本の蛍光灯4基を設置し、蛍光灯直下の水面照度を5000lx程度となるようにした。点灯時間は日齢2から日齢30まで24時間とし、日齢31からは8:00から16:00までとした。

飼育海水中には、日齢2から日齢20までナンノクロロプシスを100万細胞/ml、日齢21からは午前にナンノクロロプシスを50万細胞/mlになるように、また、午後には淡水産栄養強化クロレラ（商品名：スーパー生クロレラV12）を、飼育水中のワムシ1億個体あたり100mlになるようそれぞれ添加した。なお、水質改善のため化石サンゴ粉（商品名：なぐらし）を日齢3から日齢50まで、毎日200g(10g/k1)散布した。

餌料については、従来、生物餌料の給餌は日齢30までとしていたが、28年度は成長の遅い仔魚の摂餌機会を増やす目的で、給餌期間の延長を試みた。S型ワムシ八重山株は日齢2から日齢35の期間、20個体/mlとなるよう給餌し、アルテミアは日齢15から日齢40まで、20k1-①は200万個体/日、20k1-②は600万個体/日を与え、配合飼料については日齢21からサイズ、量を段階的に増やしながらか給餌した。

表1には1回次における飼育条件概要をまとめた。

表1 スジアラ種苗生産試験における飼育条件（1回次）

項目	内容	
飼育水槽	大きさ	20k1（コンクリート製）
	形	円形、中央に排水口
収容	方法	胚胎形成期の浮上卵
	密度	15,000粒/k1（1槽あたり300千粒）
飼育海水		UV殺菌ろ過海水
水温	加温	チタンコイル

水 温	飼育水温	28℃（初期は飼育水温に達するまで1℃/日ずつ昇温）
注 水	方 法	底層注水方式：注水管を水槽底面まで延長し、底面の半径上に配した注水管から水平方向（時計回り）及び鉛直上方に注水 底面注水管には10cm間隔で直径2mmの吐出口を開口 日齢42で配管を取り除き、以後は水槽辺縁の水面付近1カ所から注水
	換水率	卵収容～日齢1：1.0回転、 日齢2以降：0.3回転から水質の状態を見ながら段階的に増量
通 気	方 法	エアストーン
	通気量	卵収容～日齢5：8カ所、日齢6～29：中央2カ所、日齢30～：4カ所 卵収容～日齢34：0.5L/min、 日齢35以降：0.8L/minから2L/minまで段階的に増量
酸 素	方 法	日齢3からエアストーンを用い通気（液化酸素ガスを使用）
	通気量	溶存酸素量をみながら調整（DOを6mg/L前後に維持）
照 明	方 法	蛍光灯（40W×2本）による。20k1水槽では4基設置
微細藻類	種 類	日齢2～20まで：ナンノクロロプシス 添加基準=100万細胞/ml（午前・午後に分けて添加） 日齢21～35：ナンノクロロプシスと淡水産栄養強化クロレラを併用 （午前：ナンノクロロプシス、午後：淡水産栄養強化クロレラ） 添加基準=ナンノクロロプシス：50万細胞/ml（飼育水） 淡水産栄養強化クロレラ：100ml/億個体（ワムシ）
	添加方法	50Lアルテミアふ化槽を用い、海水で希釈して少量ずつ添加
水質、底質改良剤	種 類	化石サンゴ粉（なぐらし1号：10g/k1・日）
	散布方法	日齢3～50：ジョロで海水に溶かして散布
餌 料	餌料系列	S型ワムシ八重山株→S型ワムシ八重山株、アルテミア→配合飼料
	給餌基準	S型ワムシ八重山株：20個体/ml（日齢2～35） アルテミア：20k1-①200万個体/日（日齢15～40） 20k1-②600万個体/日（日齢15～40） 配合飼料< A社初期餌料（粒径200μm）、B社初期餌料（粒径200～800μm）>：3g/k1・日から量、サイズを増やしながらか給餌（日齢21～）
	強化剤	ワムシ：淡水産栄養強化クロレラ、アルテミア：マリングロス

2) 2回次

魚類棟コンクリート製円形60k1水槽（φ：7m，d：1.45m）2面を使用し、1回次と同様、2面（60k1-①，60k1-②）ともに底層注水の条件下に受精卵を収容し、種苗生産試験を実施した。

受精卵については、60k1-①，②ともに7月14日に採取した浮上卵600千粒ずつを収容した。ふ化率は60k1-①が110%（660千尾），60k1-②が94%（564千尾）であった。

飼育海水はUV殺菌ろ過海水を用いた。水温は、飼育開始時は25.6℃であり、1日1℃の割合で28℃まで昇温させ、試験終了まで28℃を維持した。換水率は卵収容時から日齢1までを1回転/日とし、日齢1からは0.3回転/日から日齢47以降の4.5回転/日まで段階的に増加させた。

通気は、1回次と同様、気泡がふ化仔魚に与える影響を考慮して、卵収容時は従来の1/10の量である0.5L/分を6カ所とし、日齢25からは0.8L/分、日齢35からは1.5L/分と強め、日齢42以降

微細藻類	種類	添加基準=ナンノクロプシス：50万細胞/ml(飼育水) 淡水産栄養強化クロレラ：100ml/億個体(ワムシ) 日齢27～40：淡水産栄養強化クロレラ 添加基準=100ml/億個体(ワムシ)
	添加方法	50Lアルテミアふ化槽を用い，海水で希釈して少量ずつ添加
水質，底質改良剤	種類	化石サンゴ粉（なぐらし1号：6g/k1・日）
	散布方法	日齢4～52：ジョロで海水に溶かして散布
餌料	餌料系列	S型ワムシ八重山株→S型ワムシ八重山株，アルテミア→配合飼料
	給餌基準	S型ワムシ八重山株：20個体/ml（日齢2～40） アルテミア：1,500万個体/日（日齢15～41） 配合飼料<B社初期餌料（粒径200～800μm）>：3g/k1・日から量，サイズを増やしながらか給餌（日齢20～）
	強化剤	ワムシ：淡水産栄養強化クロレラ，アルテミア：マリングロス

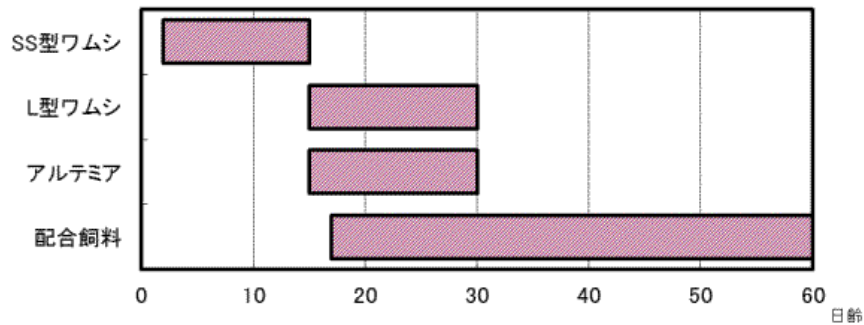


図2 従来（26年度）の餌料系列

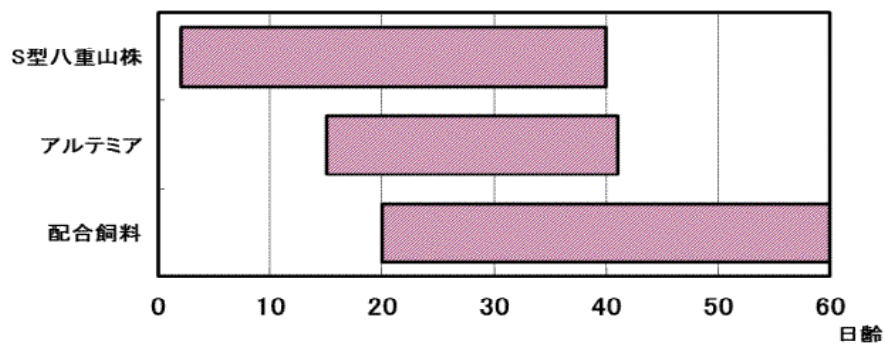


図3 28年度の餌料系列（日齢基準）

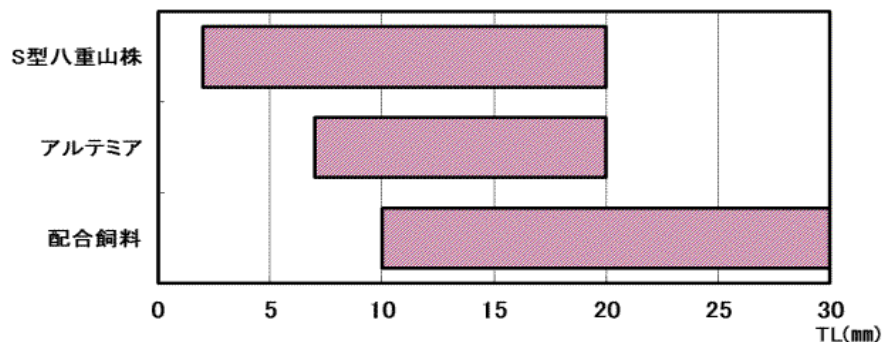


図4 28年度の餌料系列（全長基準）

なお、1～2回次で使用した添加微細藻類であるナンノクロロプシスは当センターで保管・培養したものを使用した。生物餌料であるS型ワムシ八重山株は、独立行政法人水産総合研究センターが遺伝資源として管理している株の配布を受け、当センターで培養したものを使用し、アルテミアは市販の乾燥卵を脱殻処理し、凍結保存したものをふ化させて使用した。

【結果及び考察】

1 親魚養成および採卵試験

28年度の産卵前の親魚数は25尾であった。このうち1尾が6月に斃死し、状態不良の2尾を7月に殺処分したため、28年度末には22尾となった。

採卵試験の結果については表3に示す。

表3 平成28年度採卵結果

飼育水槽 (kl)	自	産卵期間 至 (日数)	産卵日数	総採卵数 (千粒)	浮上卵数 (千粒)	浮上卵率 (%)
200	5/30	～ 10/29 (152)	136	179,741	135,425	75.3

産卵期間は5月30日～10月29日（152日間）で、そのうち産卵を確認した日は136日であった。総採卵数は約179,741千粒で、そのうち浮上卵は約135,425千粒、浮上卵率は75.3%であった。

初採卵日は5月31日で、水温の上昇とともに産卵数も増え、初回産卵から約2週間後には1,000千粒/日以上での採卵数を記録し、7月29日には産卵期間中最多の5,520千粒を確認した。総採卵数は前年比約140.4%で、過去2番目に多かった（図5、6）。

採卵数が大きく増加した原因として、25年度と27年度に追加した親魚が成長・成熟し、産卵に参加するようになったことや、過去2年と異なり、産卵期に入ってから水温が順調に上昇したことが挙げられる。採卵数の減少は、種苗生産開始時に必要である一定量以上の浮上卵が確保できる日数の減少につながり、また、優良な卵の絶対数も減少するため、今後も同程度以上の採卵数を確保するために、親魚候補の追加、加齢等により状態の悪化した個体の処分を行う必要がある。

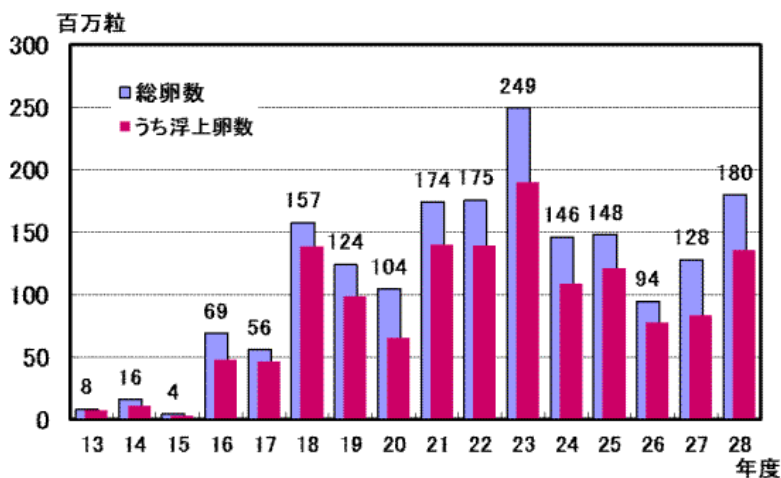


図5 これまでの採卵実績

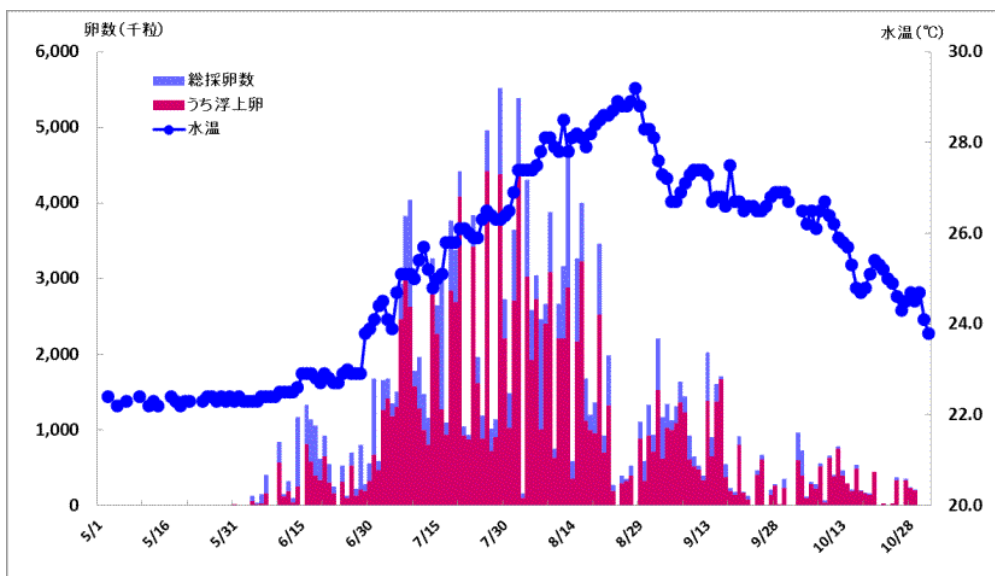


図6 28年度の採卵数と飼育水温の推移

2 種苗生産試験

生産尾数は1～2回次の合計で51,628尾（平均全長40mm）と、27年度の20,730尾を大きく上回り、平成23年度以来、5年ぶりに5万尾を超える種苗を生産することができた（表4）。

表4 平成28年度種苗生産実績

	水槽	収容卵数(粒)	ふ化尾数	取上尾数	生残率(%)	取上時 平均全長(mm)	飼育期間	飼育日数	kl当たり 生産尾数
1R	20kl-①	300,000	269,000	202	0.08	41.8	7/5～9/1	59	10.1
	20kl-②	300,000	213,000	1,934	0.91	39.9	7/5～9/1	59	96.7
2R	60kl-①	600,000	660,000	37,304	5.65	34.5	7/14～9/7	56	621.7
	60kl-②	600,000	564,000	12,188	2.16	43.5	7/14～9/14	63	203.1

試験水槽別の生産尾数は、20kl水槽については2面ともに良い結果は得られなかったが、60kl水槽については、60kl-①で37,304尾、60kl-②で12,188尾であり、60kl-①の結果は、1試験水槽あたりの生産尾数としては過去最多であった。

初期生残は良好であり、日齢10での生残率が、1、2回次全ての試験水槽で10%を超えた（表5）。

日齢10までの生残率は、これまで24時間照明の実施による摂餌条件の改善、底層水流による沈降死の防除等により、試験回次により30～40%を記録する場合もある一方、数%の場合もあり、生残率を安定させるには至っていなかった。検証の必要はあるが、28年度に、前述の手法に加えて卵収容時の通気量を1/10にしたことにより、ふ化仔魚の受ける物理的ダメージが軽減され、生残率の安定につながった可能性がある。

表5 試験水槽毎の日齢10における生残率

	試験水槽	収容卵数 (千粒)	ふ化仔魚数 (千尾)	日齢10での 生残数(千尾)	日齢10での 生残率(%)	飼育開始日 水温(℃)
1R	20kl-①	300	269	78	29.0	25.4℃
	20kl-②	300	213	47	22.1	25.3℃
2R	60kl-①	600	660	81	12.3	25.6℃
	60kl-②	600	564	108	19.1	25.6℃

また、生物餌料（ワムシ、アルテミア）の給餌期間を、従来の日齢30までから10日程度延長した点については、日齢30以降に発生していた数千尾/日単位の急激な減耗が確認されなかったことや、日齢36で40%の稚魚が主に生物餌料を摂餌していたことから、この時点での減耗を緩和することにつながったと考えられる（図7）。

アルテミアの給餌量については、過去の比較試験結果によると、給餌量が多い試験区が生残、成長ともに良い事例が多かったことから、2回次については、27年度に60kl水槽を使用した試験区の3倍量を給餌した。このことも減耗の緩和の一因に含まれると考えられる。

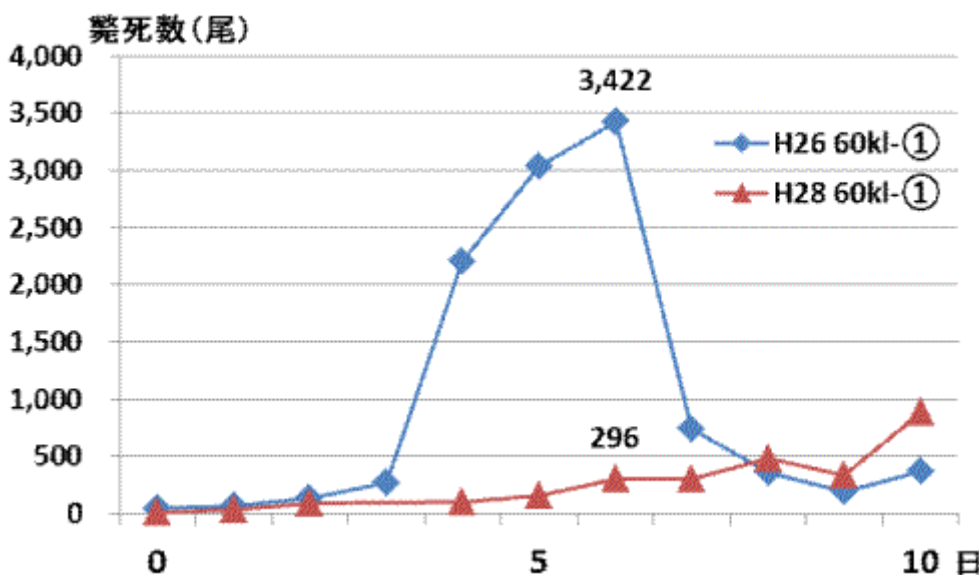


図7 生物餌料給餌終了後の斃死数の推移

配合飼料の給餌に関しては、1回次において、給餌開始後の日齢29から摂餌率の急激な低下と減耗が見られ、魚病診断で原因が特定できないという状況が発生した。平成27年度の試験でも同様の現象が見られていたため、他機関からの情報等を参考に、原因を配合飼料由来と仮定し、2回次では銘柄を変えてみたところ、目立った減耗は発生せず、順調に生育した。

飼育環境や餌料関連においては改善が図られた一方、疾病等については、2回次の60kl-②において、日齢45前後から滑走細菌の菌体が付着した個体が確認されるようになり、注水増や斃死魚の速やかな除去を行ったが、日齢50までに約4,500尾が斃死した。

また、配合飼料の給餌に関しての記述で述べたとおり、1回次は日齢25～30の期間に活力が低下した空胃の個体が確認されるようになった。相当数が斃死したため、当所魚病センターにてVNNをはじめ主な疾病の検査を実施した。原因は特定されず、2回次は配合飼料の銘柄変更で状況は改

善されたが、何らかの疾病の関与も疑われる状況であった。

今後は、28年度2回次の再現試験を行うとともに、これまで以上の徹底した疾病対策と、照度変化、底掃除等による水槽内の環境変化等の減耗要因の解明に取り組み、より効率的な生産を目指していきたいと考えている。

種苗生産試験（1，2回次）にて生産した種苗のうち、約49,000尾（平均全長40mm）を、9月13日、16日の2回に分け、かごしま豊かな海づくり協会に出荷した。