

# 大型ハタ類2種の人工種苗を用いた野外放流試験 (放流技術開発事業)

山内 岬\*1・木村基文\*2・照屋秀之・紫波俊介\*3

大型で成長の早いヤイトハタ *Ephinephelus malabaricus* とチャイロマルハタ *E. coioides* は、市場価値が高く、本県の重要な沿岸漁業資源であるとともに、温暖な気候特性に適した養殖対象種としても重要な品目である。いずれも天然種苗の安定した採捕が困難なことから、1980年代より人工種苗の生産に向けた親魚養成と技術開発が行われてきた(嘉数・新里, 1988; 金城ほか, 1997, 1998; 木村ほか, 2008)。両種を含むハタ科魚類の多くは、卵径が小さく、全長1.5mm未満の極めて脆弱な状態でふ化するために種苗生産の初期に著しい減耗が生じる。また、浮遊生活期の形態的特徴から変態が完了し、底棲生活に移行し始める生産後期にかけては共食いによる減耗が生じやすいため、効率的な種苗生産を行うためには、高度な飼育管理技術の習得が求められる。加えてその安定生産と種苗配付の事業化においては、適切なコスト管理能力と健苗性を維持するための確実な技術継承が求められるため、本県においても種苗の安定供給体制の確立を目的とした様々な低コスト化技術の開発や生産手法の簡便化に向けた取組が行われてきた(木村ほか, 2015)。特に、近年開発された循環式種苗生産法(木村ほか, 2017)は、従来の掛流による生産手法に比べて海水使用量を大幅に削減するといった生産性の向上を実現しながら、健苗性の改善や飼育管理者の労務時間の軽減にも成功した優れた改良であり、2018年以降沖縄県栽培漁業センター(以下、栽培センター)におけるヤイトハタの種苗生産事業において実用化されている(山内・木村, 2020, 2021; 山内ほか, 2022, 2023)。

天然資源の減少が著しい他のハタ科魚類と同様、両種の人工種苗生産技術の開発に着手した当初より、大量生産した種苗を天然海域に放流することで天然資源の増大を期待する栽培漁業技術の開発が各地の漁業集落から求められてきた。しかし、人工種苗の供給が可能な民間事業者が存在しない本県では、その入手が公的試験研究機関に限られる上、県では量産化に成功した直後から、特色ある水産物ブランドの構築を目的とした養殖用種苗の生産事業が先行して実施されたことにより、大型ハタ類の種苗放流に関する技術開発はこれまで

実施されていない。また、「養殖」が人為的な飼育管理下で出荷サイズまでの育成を行い、短期間で確実に生産量を増大させる一方、「放流」はコストのかかった大量の種苗を不確実性の高い天然海域に供給することで、中長期的な資源の増大を目的とする違いも放流技術開発への着手を遅らせた理由の一つであり、ハタ類種苗生産の高い技術的難易度や放流適性サイズまでの中間育成等にかかる経済的な費用負担の課題が大きな制限要因であった。

一方、前述した循環式種苗生産法のように、これまで実施されてきた養殖用種苗の安定供給を目的とした技術開発において、その生産に要する課題解決が可能となったほか、放流サイズの大型化に必要な中間育成コストの低減に必要な各種の生産技術の開発が進められた結果、近年、漁業者からの放流用種苗の配付要望に応えるための技術的基盤が整いつつある(山内, 2015a, 2015b, 2018a, 2018b; 山内ほか, 2017)。

そこで、本試験では将来的なハタ類放流事業の実施に向けた基礎的知見の収集を目的として、両種の人工種苗を用いた野外放流試験と再捕報告法による調査を行い、その定着性及び成長および漁獲混入の状況から、サンゴ礁性海域における放流対象魚としての適性を検討した。

## 材料及び方法

### (1) 放流種苗と外部標識の装着

放流試験に供した種苗は、2018~2021年に栽培センターで養成親魚から採卵し、種苗生産した人工生産魚である。放流サイズまでの中間育成は、主にコンクリート製50kL水槽に設置したナイロンモジ網(縦2m×横3.5m×丈1.5m:容量10kL・縦4m×横4m×丈1.5m:容量24kL, 目合:3~5mm)を用いて行い、無ろ過の表層海水による掛流飼育(換水率:1.0~1.5回転/日)を行った。育成期間中は、各水槽に銅イオン発生装置(和光技研社製)を設置し、銅イオン濃度50~100 $\mu\text{g}/\text{L}$ の殺菌水環境とした。

給餌は、市販の海産稚魚育成用固形飼料(銘柄:ノヴァ林兼産業社製)を与え、必要に応じて冷凍コペポータを適量

\*1E-mail: ymuchimi@pref.okinawa.lg.jp \*1現所属: 水産課水産企画班 \*2現所属: 水産海洋技術センター石垣支所  
\*3現所属: 水産課漁業管理班

(約 100g/日/網) 与えた。その後、成長に合わせてマダイ用 EP 飼料 (銘柄: マダイ EP メジャー日清丸紅社製) に転換し、全て自動給餌機 (さんし郎 KS-05L・15L, 松坂製作所社製) を用いて与えた。また、平均全長 70mm を超えた育成後期にかけては、県内に水揚げされる生鮮マグロ類の加工残さが主原料の DP 飼料 (銘柄: ヤイトハタ, 沖縄県飼料協業組合製) を EP 飼料の代替として混合給餌した。

外部標識の装着と調査海域への放流は、養殖用種苗の配付が完了する毎年 9 月から 12 月に実施した。ヤイトハタとチャイロマルハタの人工種苗は、いずれも鼻腔隔皮欠損や体色異常など、他の人工種苗で報告される特有の変異部位に乏しいことから、外部標識にはマダイ・クロソイ・シマアジ等の放流調査で「視認性」や「持続性」が確認されている腹鰭抜去標識を採用し、放流種苗全数に装着した。

抜去作業は、先曲がりペンチを用いて全て手作業で行い作業性の向上と魚体への負荷軽減を目的として、海水麻酔を施しながら実施した。抜去する腹鰭は、年級判別ができるよう生産した年毎に左右を入れ替えることとし、片方の腹鰭を腰部部の基鰭骨ごと引き抜いた。作業後は、抜去作業によって生じた外傷を治癒させるため一定の養生期間 (12~42 日間) を設け、表皮の再生や活力の回復が確認された個体を放流試験に供した。

## (2) 調査海域の設定と種苗放流

放流海域として、栽培センターが位置する本部町地先の 3

海域を設定した (図 1)。本部半島のほぼ先端に位置する本海域は、カルスト地形の発達した同半島を後背地として、伊江島との間に広がる水深 50m 以浅の典型的なサンゴ礁性海域であり、陸側には二級河川の満名川を有し、河口域に位置する渡久地港を中心とした湾状の海浜帯を成す。海岸線付近の砕波帯から沖合 1km 付近には、礁斜面に囲まれた砂泥底の静穏域が広がるとともに、海側の外洋的な環境との間には、枝状サンゴの群落を中心とするサンゴ礁の干出帯が形成され大小様々な礁嶺として点在している。

放流試験を実施した調査海域 a は、発達したサンゴ礁に取り囲まれた水深 20m 程度の海域であり、静穏性を活用してクロマグロ養殖や釣り筏が営まれている (図 1a)。調査海域 b は、河川・港湾工事により整備された人工護岸に囲まれた海域であり、一部に河川水の流入域が含まれる (図 1b)。また調査海域 c は、琉球石灰岩の岩盤を人工的に掘り込んで造成された水深 7~8m 程度の中間育成施設であり、施設内に設置された海面生簀を風浪から保護するため、沖側には陸側岸壁と接続のない消波堤が設置されている (図 1c)。

調査海域 a への種苗放流は、栽培センターの中間育成水槽から渡久地港岸壁まで、1kL 活魚タンクを使用した短時間の陸上輸送後に行い、漁船へ積み替えた後、海域への移送直後に直接放流した。一部の供試魚は、一時的に放流海域に設置した生簀網へ収容した後、1 万尾単位で一斉に放流した。調査海域 b および c では、活魚タンクによる陸上輸送の直後に岸壁から直接放流を行った (図 2)。活魚タンクへの収容密度

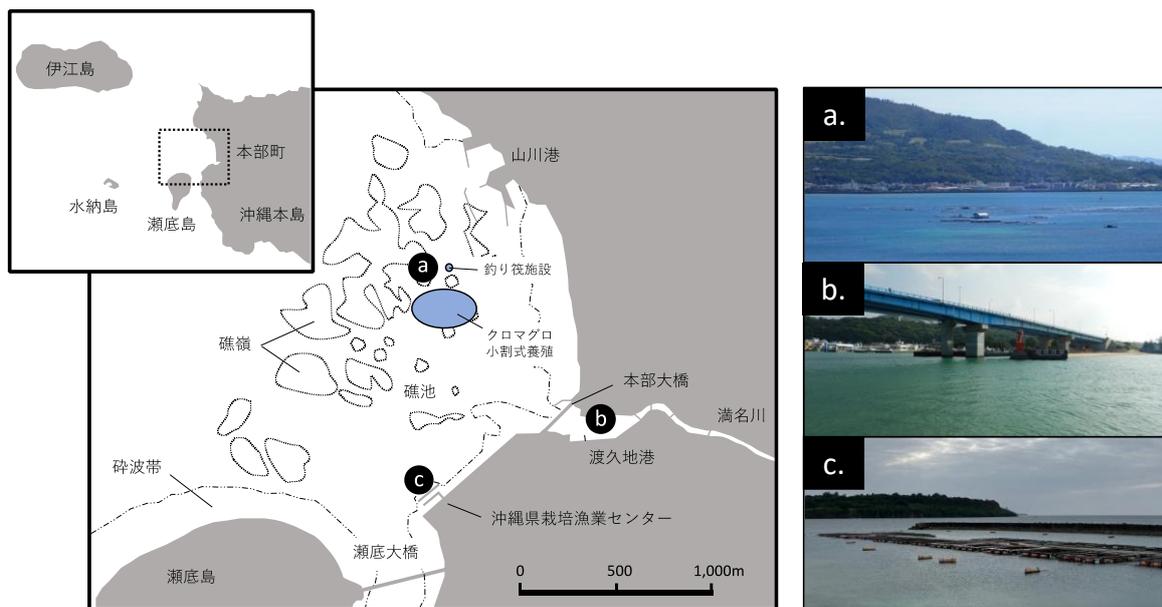


図 1 大型ハタ類 2 種 (ヤイトハタ, チャイロマルハタ) の人工種苗放流調査海域  
調査海域 a : 礁斜面に囲まれた静穏域, 調査海域 b : 河口域を含む人工護岸, 調査海域 c : 消波堤を含む人工造成の中間育成施設。

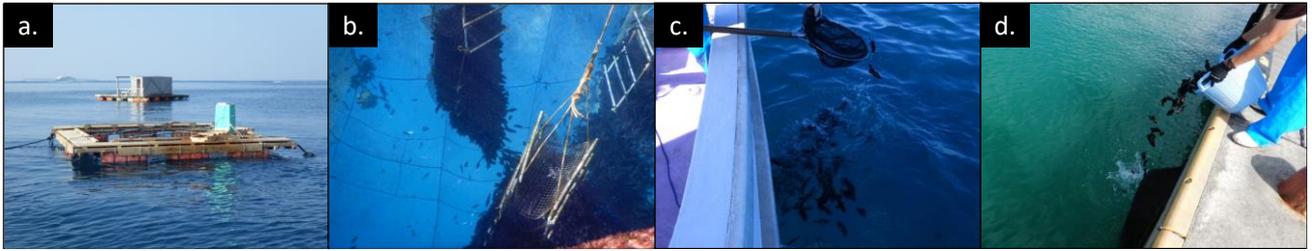


図2 放流実施の状況

a: 環境馴致に用いた小割生簀, b: 馴致網内でシェルターに蟻集する放流種苗, c: 調査海域 a における直接放流の様子  
d: 調査海域 b における直接放流の様子



図3 再捕報告法に用いた周知ポスター

(左: 2019年9団体計14枚・右: 2020年7団体計11枚)

【掲示場所】泊市場(県魚連)・那覇市沿岸漁協・本部漁協・名護漁協・名護市または本部町内釣り具店(3件)・本部町役場農林水産課・琉球大学瀬底研究施設・もとぶかりゆし市場

は、最大150~200kg/kLに設定し、高圧酸素ガスと分散器による強通気管理を行いながら活力の低下を防止した。

### (3) 採捕調査と再捕報告法

調査海域における放流種苗の定着状況を把握するため、調査海域 a で釣り筏を経営する漁業関係者の協力を得ながら利用客が釣り上げた標識魚の有無を調査した。調査は、2018年12月から2019年10月にかけて事前に再捕報告への協力を呼びかけた利用客が釣獲した標識魚について、体サイズと報告日時を可能な限り記録した。利用客らの同意が得られた場合は、速やかに再放流を実施し、放流種苗の保護育成を図った。調査海域 a および b では、釣り・かご網を用いた採捕調査を合わせて実施し、標識魚の定着確認と生態情報の収集を試みた。調査で得られた個体は、全て栽培センターに持ち帰り全長と体重をそれぞれ1mm, 1g単位で測定し、解剖後胃内容物の有無を確認した。

また、漁獲物への混入状況を調べるため標識魚を採捕した漁業者や漁協職員、一般の遊漁者等に向けた周知ポスターを作成し、放流海域を中心として近隣の釣具店や本島各地の漁

協施設等へ掲示した(図3)。周知ポスターは、年1回更新することとし、便宜的に体重500g以上を漁獲加入個体として報告のあった標識魚の全数買取を行い、報告者から採捕の日時や位置等の関連する情報を聞き取った。

買取個体は、前述と同様に体サイズを測定し、腹鰭抜去標識の視認性(回復の有無)や外観上の形態異常の有無を確認した。鮮魚として漁獲報告された個体については、解剖後胃内容物の有無を確認した。活魚で報告が得られた場合は別に実施した移動生態調査の供試魚としてダートタグの装着を試み、陸上水槽で一定期間養生した後、再放流を実施した。

### 結果及び考察

#### (1) 放流種苗の定着性と初期成長および摂餌の状況

2018年11月27日から2021年11月24日にかけて、平均全長65.0~227.9mmのヤイトハタ54.4千尾(2018~2021年群)、平均全長182.5mmのチャイロマルハタ1.5千尾(2018年群)、計55.9千尾(総重量4,681kg)の人工種苗を放流した(表1)。2018および2019年群は、礁池内の調査海域 a 2020および2021年群は、陸側岸壁の調査海域 b・cにそれぞれ46.6千尾と9.3千尾を放流した。

放流直後における種苗の行動を目視観察したところ、比較的水深の深い調査海域 a において1万尾単位のまとまった数を放流した場合は、生簀保留用のアンカーロープに沿って一斉に海底方向へ群がり形成しながら遊泳の様子が確認され(図4a)、水深の浅い調査海域 b・cでは着水地点の近傍にある人工構造物や敷石の隙間に素早く侵入の様子が確認された(図4b)。放流直後から、周囲の環境に合わせて群がり形成し、または身を隠すための行動を素早く発揮するこのような特性は、人工種苗の放流時に生じやすい捕食者からの攻撃を効率的に回避し、初期生残率を高める上で有利に働くものと考えられる。

2018年群を放流した直後から実施した釣り筏における採

表1 本部町地先海域における大型ハタ類2種の放流実績.

生産年度期	魚種	実施日	調査海域	放流尾数	日齢	平均全長 (mm)	体重 (g)	肥満度	総重量 (kg)	標識種類
H30 (2018)	ヤイトハタ	2018/11/27	a	6,000	195-199	166.4	84.5	18.0	507	左腹鰭抜去
H30 (2018)	ヤイトハタ	2018/12/4	a	5,000	202-206	179.7	103.7	17.5	518	左腹鰭抜去
H30 (2018)	ヤイトハタ	2018/12/11	a	5,000	209-213	182.5	108.1	17.3	541	左腹鰭抜去
H30 (2018)	ヤイトハタ	2018/12/29	a	7,084	227-231	181.4	106.5	17.3	754	左腹鰭抜去
H30 (2018)	チャイロマルハタ	2018/12/29	a	1,504	260-261	182.5	101.2	16.1	152	左腹鰭抜去
H31 (2019)	ヤイトハタ	2019/11/22	a	10,526	200-209	159.4	75.2	18.1	792	右腹鰭抜去
H31 (2019)	ヤイトハタ	2019/12/4	a	11,109	212-221	153.8	68.2	18.4	757	右腹鰭抜去
H31 (2019)	ヤイトハタ	2020/11/25	c	379	569-578	227.9	224.2	17.0	85	右腹鰭抜去
R2 (2020)	ヤイトハタ	2020/10/16	b	2,264	168-205	163.3	72.0	16.0	163	左腹鰭抜去
R2 (2020)	ヤイトハタ	2020/11/6	b	2,535	189-226	152.7	66.3	18.4	168	左腹鰭抜去
R2 (2020)	ヤイトハタ	2020/11/25	b	3,952	208-245	144.6	56.1	17.2	222	左腹鰭抜去
R3 (2021)	ヤイトハタ	2021/11/24	b	571	256	65.0	36.1	17.9	21	右腹鰭抜去

表2 釣り・かご網による採捕調査の実績.

採集日	調査海域	方法	全長 (mm)	体重 (g)	肥満度	採捕尾数	放流後の経過月数	年級群
2019/1/24	a	釣り	183	102	16.5	4	0.9	2018年群
2019/1/25	a	釣り	195	116	15.5	12	0.9	2018年群
2020/11/4	b	かご網	166	66	14.2	8	0.7	2020年群
2020/11/11	b	かご網	161	65	15.7	4	0.9	2020年群
2020/11/12	b	かご網	168	67	14.2	19	0.9	2020年群
2020/12/14	b	かご網	165	57	12.5	4	2.0	2020年群
2020/12/15	b	釣り	157	56	14.1	14	1.3	2020年群
2021/1/18	b	釣り	146	42	13.0	5	2.4	2020年群
2021/1/19	b	釣り	161	56	13.0	9	2.5	2020年群
2021/7/17	b	釣り	205	112	13.0	1	8.4	2020年群
2021/8/26	b	釣り	190	113	15.8	2	9.8	2020年群

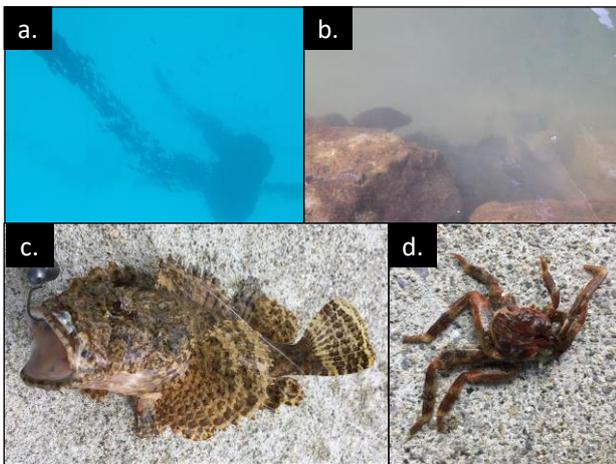


図4 放流後の状況

- a: 係留アンカーロープ沿いに海底へ向かう放流種苗
- b: 岸壁直下の敷石に定着する放流種苗
- c: 調査海域bで確認されたカサゴ類の一種
- d: 調査海域bで釣獲された標識魚より吐き出されたイワガニ類の一種

捕調査では、期間中に4,138名が施設を利用し、計398尾の標識魚が報告され、放流種苗が長期間継続的に海域に留まる様子が確認された(図5)。標識魚の釣獲率は、放流2か月後をピーク(0.86尾/名/月)として平均0.13尾/名/月に及び、時間の経過とともに低下した一方、体サイズは緩やかに増大することが確認された(図6)。本調査では、小型

魚の個体識別を行わなかったため、同一個体が複数回にわたって釣獲された場合も含まれているが、このような釣獲率の増減や成長の様子は、放流地点から釣り筏への蛸集と定着(餌付け効果を含む)、その後の逸散や減耗(移動・被食)の状況を示すものと推測される。

また、調査海域bにおける採捕調査では、放流後、約10か月が経過するまで放流地点直下の構造物周辺に滞留する様子が確認され(表2)、定着した敷石などの基質を棲み場として長期間利用することが確認された。

天然の地形が多く残る海域や人工護岸が整備された港内のいずれにおいても、放流直後から数か月間にわたって種苗の定着が確認されたことから、両種の人工種苗が海域の環境特性に合わせて優れた馴致能力を発揮することが示され、高い初期生残の状況が推察された。

一方、調査海域aに近接する釣り筏では、同所的に生息するスマガツオやアジ科および底棲性の他のハタ科魚類がたびたび釣獲されており、調査海域bでは、敷石等の隙間からカサゴ類の一種が採捕されたことから(図4c)、定着後の被食による放流種苗の減耗と餌生物の競合が懸念される。

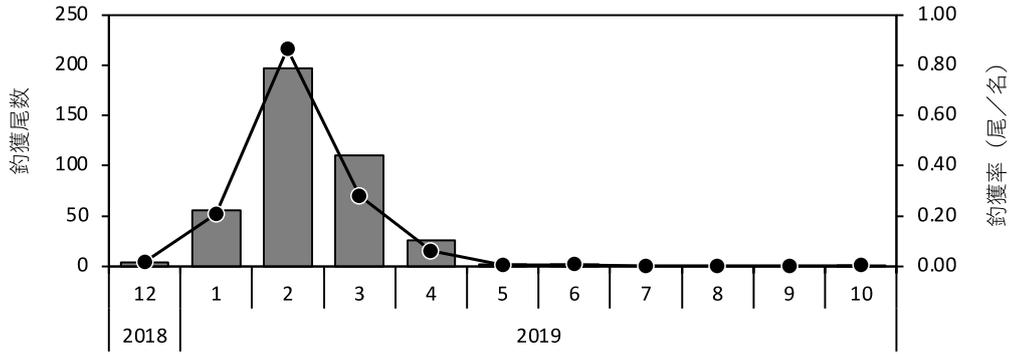


図5 釣り後周辺海域に放流した2018年群標識魚の利用者による採捕実績(棒グラフは各月の釣獲尾数の合計を示し折れ線は釣獲率の変化を示す, n=398)。

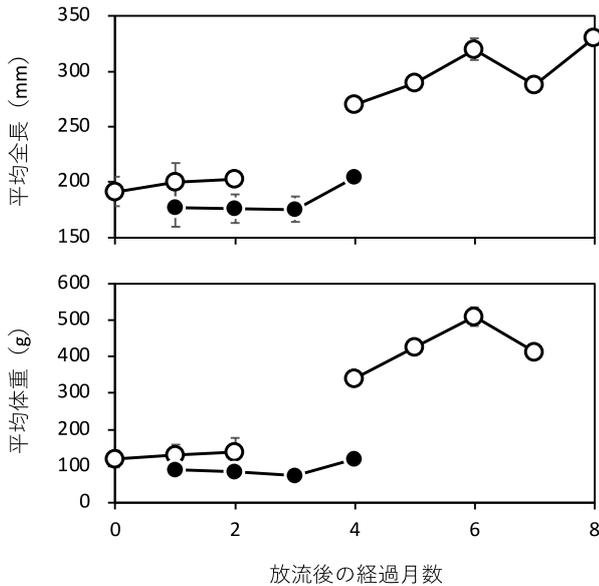


図6 釣り後周辺海域に放流したヤイトハタ人工種苗の成長(白点は2018年群n=141, 黒点は2019年群n=54の平均値を示し, 誤差範囲は標準偏差を示す)。

また、人工護岸の岸壁周辺にまとまった数を放流した2020年群では、その後の釣獲調査時の観察により、敷石の隙間から一斉に餌に群がる様子が観察されており、一般の遊漁者による釣獲も多くみられた。採捕調査において確認した標識魚の胃内からは、植物の種子等の異物が確認されたほか、ほとんどの個体が空胃であったことから、放流後の日数経過にともない多くの種苗で飢餓が進行していたと考えられる。

放流種苗の自発的な索餌行動によるものと考えられる胃内容物(魚類脊椎骨の消化物)は、放流後74日目(2021年1月19日)に採捕した2尾のヤイトハタ(全長149mm・157mm)から初めて出現し、293日目(2021年8月26日)には、釣獲直後に未消化のイワガニ類を吐き出す個体が観察されたことから(図4d)、一部の放流種苗は、天然海域への適応のために自発的な学習によって索餌能力を獲得できることが確認された。

## (2) 再捕報告と漁獲混入

腹鰭抜去標識の識別により、2020年3月22日(放流449日後)に再捕された体重1,400gのチャイロマルハタ(2018年群)を初めとして、2022年3月末までに計27尾の漁獲混入が確認され、最大で体重5,040gのヤイトハタ(2018年群)が報告された(表3)。再捕されたヤイトハタ放流魚の体サイズの経月変化から、放流後、約1年で全長400mm・体重1,500gに達し、2年で全長500mm・体重3,000g、3年で全長600mm・体重5,000g以上に達する可能性が示された(図7)。

再捕個体の腹鰭抜去標識は、いずれも視認性に優れ、容易に放流魚であることが識別でき(図8)、装着部位の左右差と体サイズ差によって2018年群から13尾、2019年群から12尾、2020年群から2尾の年級群が明瞭に分離できた。いずれの個体も標識部位の外傷は完全に治癒しており、再生した表皮に覆われていたことから、標識装着が市場における評価に影響を与える恐れは軽微であるものと考えられた。

また、外部形態の異常が認められた個体は出現せず、肥満度は平均18以上であったことから、成長性・市場価値ともに天然魚や養殖魚と遜色ない品質であることが示された。再捕個体のうち、18尾は再捕者から栽培漁業センターへの直接連絡、9尾は名護漁協市場からの連絡により情報が得られ、他地域の市場関係者から再捕の情報は得られなかった。

再捕報告者への聞き取り調査の結果、全ての個体が放流調査を実施した本部海域で漁獲されたことが確認された。調査海域aに放流した2018・2019年群の個体の再捕位置は、いずれも放流地点に近接する養殖場内または周辺に点在する礁嶺に限定されており、調査海域bで放流した2020年群は一般の遊漁者が港内で釣獲したものであった。

## (3) 大型ハタ類2種の放流適性について

本調査によって、ヤイトハタとチャイロマルハタの人工種苗がと

表3 漁獲サイズ(体重500g以上)への成長が確認された放流魚の報告実績

魚種	再捕年月日	漁獲場所	漁法	年級群	全長(mm)	体重(g)	肥満度	外部標識	報告方法	備考
チャイロマルハタ	2020/3/22	調査海域a周辺	釣り	2018	470	1,400	13.5	左腹鰭抜去	市場調査(名護)	聞き取り
ヤイトハタ	2020/7/14	調査海域a周辺	釣り	2018	530	ND	ND	左腹鰭抜去	釣り筏報告	聞き取り
チャイロマルハタ	2020/9/8	調査海域a周辺	カゴ網	2018	474	1,638	15.4	左腹鰭抜去	直接連絡	活魚買取
ヤイトハタ	2020/10/12	不明(本部海域)	突き	2018	510	2,800	21.1	左腹鰭抜去	市場調査(名護)	聞き取り
ヤイトハタ	2021/1/14	調査海域a周辺	かご網	2019	ND	2,500	ND	左腹鰭抜去	市場調査(名護)	聞き取り
ヤイトハタ	2021/1/14	調査海域a周辺	突き	2019	400	1,180	18.4	右腹鰭抜去	直接連絡	鮮魚買取
ヤイトハタ	2021/2/5	調査海域a周辺	かご網	2018	543	3,000	18.7	左腹鰭抜去	直接連絡	活魚買取
ヤイトハタ	2021/3/12	調査海域a周辺	かご網	2018	590	3,540	17.2	左腹鰭抜去	市場調査(名護)	鮮魚買取
ヤイトハタ	2021/3/24	調査海域a周辺	かご網	2019	425	1,400	18.2	右腹鰭抜去	直接連絡	活魚買取
ヤイトハタ	2021/6/2	調査海域a周辺	かご網	2019	460	1,620	16.6	右腹鰭抜去	市場調査(名護)	鮮魚買取
ヤイトハタ	2021/6/2	調査海域a周辺	かご網	2019	432	1,520	18.9	右腹鰭抜去	市場調査(名護)	鮮魚買取
ヤイトハタ	2021/6/5	調査海域a周辺	突き	2018	535	3,620	23.6	左腹鰭抜去	直接連絡	鮮魚買取
ヤイトハタ*	2021/6/21	調査海域a周辺	釣り	2018	590	4,320	21.0	左腹鰭抜去	直接連絡	活魚買取
ヤイトハタ	2021/6/21	調査海域a周辺	釣り	2019	358	740	16.1	右腹鰭抜去	市場調査(名護)	鮮魚買取
ヤイトハタ	2021/7/14	調査海域a周辺	釣り	2018	514	2,320	17.1	左腹鰭抜去	直接連絡	活魚買取
ヤイトハタ	2021/7/15	調査海域a周辺	釣り	2019	470	1,700	16.4	右腹鰭抜去	直接連絡	活魚買取
ヤイトハタ	2021/7/18	調査海域a周辺	かご網	2018	618	4,200	17.8	左腹鰭抜去	市場調査(名護)	鮮魚買取
ヤイトハタ*	2021/8/24	調査海域a周辺	かご網	2018	610	4,780	21.1	左腹鰭抜去	直接連絡	活魚買取
ヤイトハタ	2021/8/28	調査海域a周辺	釣り	2019	475	1,760	16.4	右腹鰭抜去	直接連絡	活魚買取
チャイロマルハタ	2021/9/16	調査海域a周辺	かご網	2018	628	4,940	19.9	左腹鰭抜去	直接連絡	活魚買取
ヤイトハタ	2021/10/7	調査海域a周辺	かご網	2018	625	5,040	20.6	左腹鰭抜去	直接連絡	活魚買取
ヤイトハタ	2021/10/29	不明(本部海域)	不明	2019	410	1,459	21.2	右腹鰭抜去	市場調査(名護)	鮮魚買取
ヤイトハタ	2021/11/24	調査海域a周辺	釣り	2019	486	1,974	17.2	右腹鰭抜去	直接連絡	活魚買取
ヤイトハタ	2021/12/7	調査海域a周辺	突き	2019	370	681	13.4	右腹鰭抜去	直接連絡	無償提供
ヤイトハタ	2021/12/10	調査海域b周辺	釣り	2020	438	1,598	19.0	左腹鰭抜去	直接連絡	活魚買取
ヤイトハタ	2021/12/10	調査海域b周辺	釣り	2020	340	648	16.5	左腹鰭抜去	直接連絡	活魚買取
ヤイトハタ	2022/3/23	調査海域a周辺	かご網	2019	551	3,040	18.2	右腹鰭抜去	直接連絡	活魚買取

\* : ダートタグ装着による個体識別によって同一個体であることを確認した放流魚

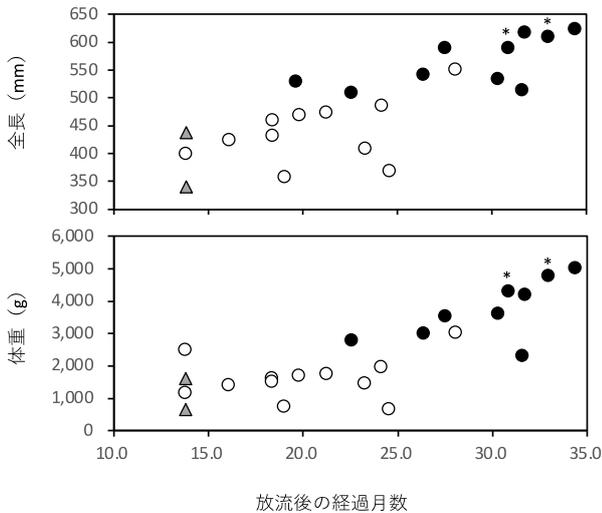


図7 漁獲混入が確認されたヤイトハタ放流魚の体サイズの変化。黒点は2018年群、白点は2019年群、三角点は2020年群を示す。  
\* : 同一個体(ダートタグ識別)

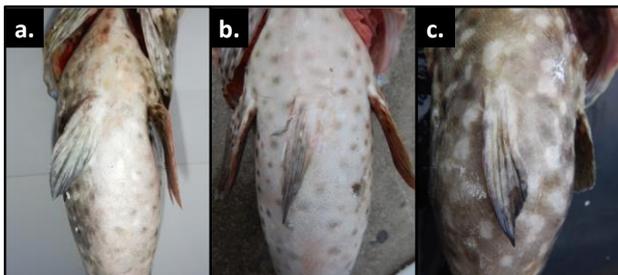


図8 放流後に再捕されたヤイトハタ2018年群の腹鰭抜去標識の状況  
a : 2021年2月5日再捕(全長543mm・体重3,000g)  
b : 2021年3月12日再捕(全長590mm・体重3,540g)  
c : 2021年6月5日再捕(全長535mm・体重3,620g)

もに天然海域で成長可能であることが示され、放流海域に長期間滞留し、一部の個体が漁獲物として市場に混入することが初めて確認された。

ヤイトハタ人工種苗の放流後の観察やその後の調査で把握された特性から、1)放流直後から速やかな逃避行動を示し極めて高い定着性を有すること、2)放流後少なくとも2か月以内には天然餌料を捕食し、一部は養殖魚と同等以上の成長速度で漁獲サイズにまで達すること、3)腹鰭抜去標識が高い視認性と持続性を有することが明らかとなり、4)体重5,000gを超えて成長するまで放流地点から移動せずに定着する個体が確認された。

なお、釣り筏における調査では、放流後25日目には既にサビキ釣りによる再捕が報告されていることから、実際の摂餌行動は放流後、さらに早期に現出する可能性が高い。

チャイロマルハタ人工種苗については、再捕数が少ないことから十分な情報が得られなかったものの、漁獲サイズへ成長した個体が確認されたことから、ヤイトハタと同様の特性を発揮することが示唆される。

これまで本県で実施されたサンゴ礁性海域における魚類の放流技術開発において、放流魚が漁獲物へ混入した事例は少なく、シマアジ(嘉数ほか, 1991)やハマフエフキ(海老沢, 1995)に次いで本調査が3例目であり、市場価値の高いソコ科魚類で

は初めての報告となる。また、遊泳性で放流地点から成長しにくい移動する傾向にある前 2 種と異なり、底棲性で放流地点に長期間定着し、同一海域で漁獲サイズとして十分な成長が確認されたことは大きな相違点である。

なお、直線距離で最大 2km 程度しか離れていない本試験の調査海域において、放流地点と異なる海域へ移動した個体はこれまでに確認されていないことから、ヤイトハタとチャイロマルハタ人工種苗の移動範囲が極めて限られたエリアに留まる可能性が示唆される。このような依存的ともいえる定着性は、放流地先における経済的な回収率を高める上で有利に働くものと考えられ、放流実施者による継続的な放流の動機付けにも大きく寄与するものである。

また、生物多様性の高いサンゴ礁性海域において、ハタ科魚類のような高次捕食者を大量に放流する行為については、生態系の攪乱を懸念する声も多いことから、放流行為の継続化には周辺海域に生息する他の水産重要種の資源生物学的な影響を考慮しながら進めることが求められる。移動性に乏しく、放流効果の波及範囲が放流海域に限定される種を対象種に選定することは、これらの影響評価を適切に行う上でもより望ましい結果をもたらすものであり、本調査で対象としたハタ類 2 種はこれらの条件を満たす適性を有している。

ただし、放流地点に近接する釣り筏や養殖場では、周年を通して生餌給餌が行われており、それらの誘因作用の影響と係留施設や養殖網等の人工構造物の存在が、放流魚の定着を促す方向に作用した可能性もあることから、サンゴ礁海域における放流適性のさらなる検証のためには、これらの人為的な要因が除かれた環境下における放流試験結果との比較が必要であろう。

今後は、再捕報告法による調査を継続しながら両種の移動生態に関する特性を可能な限り多く収集することで、放流効果の波及範囲を詳細に把握し、調査エリアを設定する必要がある。さらに、放流効果の定量化に必要な市場調査法による再捕個体の全数確認を実施することで、放流魚の総漁獲量を推定し、経済性の評価に向けた情報を収集する必要がある。

一方、放流後の生残率を高めるために適した放流手法の開発としては、様々な改善の余地があることが明らかとなった。放流直後から高い定着性を示すことは、すなわち放流種苗の飢餓耐性と放流海域の餌料環境および捕食者の有無が、その後の生残状況に直接的な影響を及ぼすことを意味している。

近年、人工種苗の継続的な放流実施と成長段階に応じた魚礁

の整備によって漁獲量の増大が報告されているキジハタでは放流種苗の食害防除と餌料の供給を同時に実現できる保護育成礁の有効性が認められている(奥村ほか, 2003)。また、スジアラでは、放流海域に囲い網を設置することで放流種苗の環境馴致を行い、ハンドリングストレスの緩和や初期摂餌の改善を図ることで被食を回避する効果を認めている(浜崎ほか, 2004)。

本調査では、放流海域における摂餌や減耗の状況について定量的なデータを取得しておらず、これらと比較することはできないが、渡久地港内の岸壁から直接放流を実施した調査海域 b では、空胃個体が多く出現し、異物の誤飲や異常な遊泳行動(複数の群がり水面近くまで餌を追尾する等)も確認されたことから顕著な飢餓状態が推察された。また、通常、天然環境ではハタ科魚類の稚魚が群れを形成することはないため、本調査で確認された異常な遊泳行動は、結果的に遊漁者による発見確率を高め、減耗を助長した可能性が高い。加えて、放流種苗の成長性と旺盛な共食い行動を示す両種の特性から、前年の放流種苗が生残し、順調に成長した場合は、当年の放流種苗を捕食する可能性が容易に推察されることから、共食対策が必須であると考えられる。

ヒラメ人工種苗を用いた実験では、放流初期の捕食能力が天然種苗に比べて劣ること(古田, 1997)、絶食によって摂餌行動が被食されやすい方向へと変化し、待ち伏せ型の捕食魚による被食の可能性が増大することが示唆されており(古田, 1998)放流効果の発現に向けては、人為的環境で生まれ育った人工種苗の特性を正確に把握し、被食リスクの低減に必要な様々な手法を組み合わせて実施することが肝要とされている。

今後は、放流海域における餌料生物や捕食者の分布状況調査だけでなく、放流種苗の捕食能力の評価と減耗状況の定量化により、餌料環境等に応じた適正な放流密度や放流サイズの検討を行い、それぞれの減耗状況に応じて保護育成礁や囲い網等による馴致の必要性を検証する必要がある。さらに、放流海域の選定においては、放流魚の移動特性を把握した上で異なる生産年度の種苗が同所的に分布しないよう、共食い防除の観点を加えるとともに、保護育成礁の設置が生残率向上に及ぼす影響について評価する必要がある。

## 謝 辞

本試験の実施にあたって様々な便宜を図って頂いた本部漁業協同組合代表理事組合長および職員の皆様ならびに同漁協所属の第三鈴海丸の具志堅 誠氏に厚く御礼申し上げます。また、釣

り筏海生活代表の具志堅 勝文氏と従業員の皆様、大洋エアー  
ンドエフ株式会社沖縄事業所長の清水 康裕氏ならびに有限会  
社日本鮪養殖沖縄事業所員の皆様には、放流実施や標識魚の  
再捕報告に多大なご協力を頂き、調査海域の特性に関する有益  
な情報を多く提供して頂いた。記して謝意を表す。

## 文 献

海老沢明彦, 1995 : 人工種苗の放流と追跡. 平成6年度栽培  
漁業技術開発調査報告書, 4-40.

奥村重信, 萱野泰久, 草加耕司, 津村誠一, 丸山敬悟. 2003 :  
ホタテガイ貝殻を利用した人工魚礁へのキジハタ幼魚の放  
流実験. 日本水産学会誌, 696, 917-925.

嘉数 清, 新里喜信, 1988 : ハタ類2種チャイロマルハタ、ヤ  
イトハタの飼育. 沖縄県水産試験場事業報告書, 昭和61年  
度, 144-146.

嘉数 清, 藤本 裕, 金城清昭, 具志堅勝文, 1991 : シマアジ  
の飼付け型栽培技術開発試験. 沖縄県栽培漁業センター事  
業報告書 平成元年度, 108-114.

金城清昭, 中村博幸, 大嶋洋行, 仲本光男, 1997 : ヤイトハ  
タの親魚養成と採卵海産魚類増養殖試験. 沖縄県水産試験  
場事業報告書 平成7年度, 135-138.

金城清昭, 中村博幸, 仲本光男, 呉屋秀夫, 1998 : ヤイトハ  
タの種苗生産 I. 沖縄県水産試験場事業報告書 平成8年度,  
120-125.

木村基文, 狩俣洋文, 仲本光男, 呉屋秀夫, 2008 : ヤイトハ  
タの種苗生産・二次飼育・出荷. 沖縄県水産海洋研究センタ  
ー事業報告書 平成19年度, 200-205.

木村基文, 狩俣洋文, 山内 岬, 2015 : ヤイトハタの人工種苗  
生産技術開発と養殖技術開発. 海洋と生物, 372, 136-144.

木村基文, 山内 岬, 岸本和雄, 2017 : ナンノクロロプシス培  
養水槽をろ過沈殿槽として利用したヤイトハタの循環式種  
苗生産. 沖縄県水産海洋技術センター事業報告書 76, 126  
-134

浜崎活幸, 竹内宏行, 塩澤 聡, 照屋和久, 2004 : サンゴ礁域  
に放流したスジアラ人工種苗の滞留, 摂餌および被食に及

ぼす困い網による環境馴致効果. 日本水産学会誌, 701, 22  
-30.

古田晋平, 渡部俊明, 山田英明, 宮永貴幸, 1997 : 鳥取県沿  
岸浅海域に放流したヒラメ人工種苗の摂餌状態と餌料条  
件. 日本水産学会誌, 636, 886-891.

古田晋平, 1998 : ヒラメ天然稚魚の摂食行動および被食に及  
ぼす飢餓の影響. 日本水産学会誌, 644, 658-664.

山内 岬, 2015a : 自発給餌式自動給餌によるヤイトハタ0歳  
魚の給餌量削減効果. 沖縄県農林水産部普及に移す技術の  
概要 平成27年度, 101

山内 岬, 2015b : 自発摂餌式自動給餌におけるヤイトハタ0  
歳魚の適正報酬量. 沖縄県農林水産部普及に移す技術の概  
要 平成27年度, 109.

山内 岬, 2018a : ヤイトハタ人工種苗に対する県産魚粉配合  
ドライペレットの給餌効果. 沖縄県農林水産部普及に移す  
技術の概要 平成30年度, 83.

山内 岬, 2018b : モイストペレット給餌による養殖ヤイトハ  
タの成長促進. 沖縄県農林水産部普及に移す技術の概要 平  
成30年度, 85

山内 岬, 木村基文, 2020 : 2018年のヤイトハタ種苗生産と  
二次飼育. 沖縄県栽培漁業センター事業報告書, 29, 23-  
27.

山内 岬, 木村基文, 2021 : 2019年のヤイトハタ種苗生産と  
二次飼育. 沖縄県栽培漁業センター事業報告書, 30, 26-  
29.

山内 岬, 木村基文, 大瀧庸平, 2022 : 2020年のヤイトハタ  
種苗生産と二次飼育. 沖縄県栽培漁業センター事業報告書,  
31, 35-37.

山内 岬, 照屋秀之, 2023 : 2021年のヤイトハタ種苗生産と  
二次飼育. 沖縄県栽培漁業センター事業報告書, 32, 24-  
28.

山内 岬, 木村基文, 岸本和雄, 今道智也, 上田美加代, 2017 :  
地下浸透海水を用いた高密度中間育成によるヤイトハタ養  
殖用種苗の大型化. 沖縄県水産海洋技術センター事業報告  
書, 76, 58-63.