

魚 類

第1節 まだい栽培漁業

1974(昭49)年度から6カ年間、国費の助成を得て、鹿児島湾でのマダイの生態・漁場特性や、放流マダイの生態の基礎調査をすすめ、閉鎖性の強い湾奥部の特定水域での放流効果の調査等から、鹿児島湾でのマダイ資源培養に明るい見通しを得た。さらに、1980(昭55)年からは県栽培漁業センターも開設され、種苗の量産体制が確立されるとともに、放流事業の推進母体も組織された。そして放流海域も湾全体から湾外・熊毛海域へと拡大され、さらに漁場造成や漁場管理等を試みた大型内湾の実証事業として実施された。マダイ資源培養を展望する上での先駆的モデルケースとして広く注目され、やがて事業化へと定着した。

種苗生産

1. 沿革

1) 種苗生産技術の発祥

1869(明2)年 「北原多作が岡山県でマダイ稚仔魚の飼育研究に着手した」というのが、最古の記録として残っている¹⁾。

1960(昭35)年 伊藤 隆：シオミズツボワムシの培養について研究。これが以後のかん水種苗生産用生物餌料として利用するきっかけとなった²⁾。

1962(昭37)年 山下金義が初めて種苗までの飼育に成功した³⁾。

1962(昭37)年 瀬戸内海栽培漁業センターが設立。

1963(昭38)年 その運営団体の瀬戸内海栽培漁業協会が発足。山口県に栽培漁業センターが開設。

1966(昭41)年 マダイの人工種苗生産技術の開発は、瀬戸内海栽培漁業センターが、当時、三重県立大水産学部伊藤隆教授が開発した汽水池シオミズツボワムシを飼育餌料としてマダイの種苗生産に成功したのを契機として急速な進展をとげた⁴⁾。

1964～'66(昭39～41)年 指定試験研究「餌料生物大量培養技術(ミジンコ・輪虫・珪藻・アルテミア・コペポータ)天然プランクトン採集研究」が開始された。

1966(昭41)年 瀬戸内海栽培漁業協会伯方島事業場で、全長8～15mmの後期仔魚5.5万尾を育成。これをさらに継続飼育して25～40mmの種苗9,000尾を生産した。当時の採卵は天然親魚からの人工受精によっていたが、1969(昭44)年からは同センターの飼育親魚の水槽内自然産卵で採卵されるようになり、歩留まりが向上した⁴⁾。

1967～'70(昭42～45)年 府県水産試験場の種苗生産技術開発は、広島県および大分県でそれぞれ1967(昭42)年度および1970(昭45)年度から開始されている。

1968(昭43)年 野口利夫が陸上水槽で飼育親魚からの自然産卵に成功した⁵⁾。

1973(昭48)年 栽培漁業センターの全国配置が年次的に計画された。

1974(昭49)年 九州・山口県共同研究グループの生産尾数がほぼ100万尾に達する。

1975(昭50)年 瀬戸内海栽培漁業協会伯方島事業場は、同島の廃止塩田を借用して、6,500㎡のかん水池を造成。マダイ仔魚を放養して粗放的種苗生産試験を始めた⁶⁾。

2) 鹿児島県における種苗生産技術開発の経緯

1975(昭50)年 鹿児島県は垂水市に開設した垂水増殖センターでマダイの種苗生産試験に着手した。これが本県での始まりである。

1976 (昭51)年 藤田征作・野村俊文他がマダイの種苗生産のプロセスを手工業的な既成技術とは全く異なる生産システムに改良する研究を始めた。その結果、魚類飼育槽内の水質環境制御には、円型にして底面の回転式掃除機が有効なことが判明した。また、ふ化仔魚に不可欠なシオミズツボムシの大量連続培養装置を考案し、日産 m^3 当たり570億個体の培養が自動化できた。60 m^3 水槽4槽で第1次飼育(魚肉を摂取できるまで)してから、1,000 m^3 円型水槽で2次飼育を行い、3.0~4.0cmの稚魚24万5千尾が生産できた。

1978 (昭53)年 種苗量産技術改善研究の中で、ふ化稚仔の初期餌料として不可欠なワムシの省力的な安定生産について0.5 m^3 、2 m^3 、60 m^3 水槽を用いて実験を行い、ワムシ培養餌料としてパン酵母よりもクロレラが優れ、しかも濃縮クロレラがより安定することが判明した。

また、生物餌料投与は夜明けから薄暮時にわたり手作業になっているため、設定された時刻に一定量が給餌される自動化プラントを実験的に試作し、60 m^3 水槽で使用したところ、量産システムに利用できるまでになった。なお、水質環境の計測で、 NH_4-N とDOが飼育成績に影響することが判ったほか、ワムシの給餌にあたっては、培養海水と共に与えるのではなく、ろ過海水で洗浄したワムシを給餌すればよいことも判明した。さらに、飼育初期の通気量が変形率と密接に関係していることや、魚肉投与時期には少なくとも10倍量の換水量が必要なことも明らかになった。

1979 (昭54)年 これまでの種苗量産技術研究の中で得られた知見をもとに、1976~'79 (昭51~54)年にわたって新たな種苗生産施設の整備が行われた。

1980~'88 (昭55-63)年 1980年4月から施設・要員が整備拡充され、垂水増殖センターの名称が鹿児島県栽培漁業センターに改称され、より積極的に栽培漁業を推進するために再発足することになった。

開所時のマダイ種苗の生産計画は200万尾で、目標達成のため100 m^3 水槽(ワムシの強化・配合給餌、残餌・排泄物等の回収、注排水の調整等に特段の合理化・機械化をすすめ、優れた多機能を備えた円型水槽。図1)7面を、4~6月中に稼働させることによって、206~270万尾/1槽、合計140万尾の生産を上げることができた。

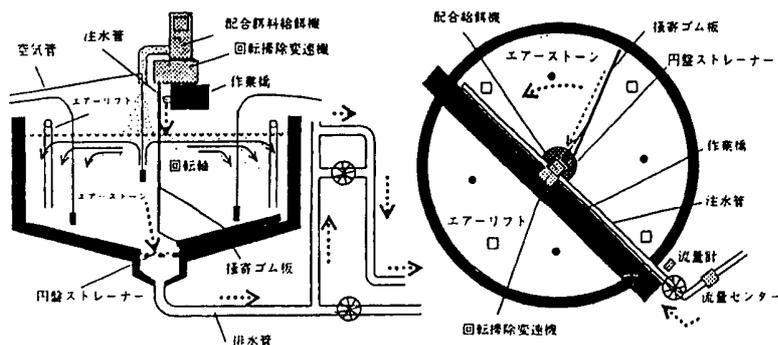


図1. 稚仔魚飼育槽の注排水、配合餌料給餌と底面掃除装置(鹿水試事報)

他県では体長20mm以降の中間育成のために、地先で沖出しを行っているが、本県の地先が遠浅で沖出し出来ないため、最後まで陸上水槽で一貫飼育を余儀なくされた。そのため極力水質保持や、省力化をはかるため、魚肉に代替出来る配合餌料の開発に力が注がれた。その結果、魚肉75%・配合25%による自動給餌テストを行い、陸上水槽で体長25mmまで一貫飼育できた。

1982 (昭57)年 配合給餌を試みる中で配合の組成や、給餌機のトラブル等で成長・歩留り・餌料性の疾病(ペコ病)や給餌不足を出し改善を迫られた。

1985 (昭60)年 配合の組成や、給餌率(魚肉21%・配合79%)、自動給餌機の改善により、省力化

と生残率が一段と向上し、過去最高の503.5万尾/1槽の生産をあげることが可能になった。

なお、1986(昭61)年には、最終回の1槽を除いて、他は全て配合だけの完全飼育が実現できた。
1989～'95(平1～7)年 平成元年度から、この種苗生産・放流の事業は、(財)鹿児島県栽培漁業協会が事業主体となり、関連の生産施設を県から借用。さらに県費・国費の助成を得ながら一部は受託事業として、継続実施することとなった。

1995(平7)年 栽培漁業協会が300万尾の種苗生産計画に採用した方法は次のとおり。

親魚養成と採卵：栽培センターの100m³容の親魚槽で周年育成された親魚(4～8歳、平均体重3.3kg)110尾と、当年地元養殖業者から購入した3歳魚(平均体重1.7kg)42尾を用い、採卵は例年3～5月に親魚槽で自然産卵し、飼育水とともに流出する卵を終夜集卵した。

仔稚魚飼育：飼育槽には屋内の100m³円形水槽(径7.2×深さ2.5m)6面を使用し、各槽への卵収容は、採卵後500lアルテミアふ化槽に収容して、約20～30分静止させた後、沈下卵を除去して弱通気で攪拌・計数し、所定量をサイフォン(径25mm)で飼育水槽へ収容した。卵の収容密度は3月初旬は6.3～4.5千尾/m³、4月初旬で3.3～2.2千尾/m³で、卵収容の翌日から全長5mmまで1日1回、飼育水中のナンノ細胞数が50万細胞/Mになるようにシャワーパイプから添加し、餌料と給餌は仔稚魚の成長に合わせて表1のように給餌した。特に生物餌料の1～2次培養の冷凍ワムシ・冷凍アルテミア等の製法給餌基準等については年次的に改善を加え(詳細関係年次の「水

表1. 餌料種類と量

水槽No.	ワムシ		冷凍ワムシ		アルテミア		冷凍アルテミア		配合飼料	
	期間(日令) 全長:mm)	給餌量(億個)	期間(日令) 全長:mm)	給餌量(億個)	期間(日令) 全長:mm)	給餌量(億個)	期間(日令) 全長:mm)	給餌量(億個)	期間(日令) 全長:mm)	給餌量(億個)
3	5～28 3.7～6.9	207.0	26～28 6.8～6.9	58	26～28 6.8～6.9	1.5			25～28 6.8～6.9	2.0
4	5～44 3.6～13.5	475.0	37～42 9.5～12.0	120	26～36 6.9～9.5	12.4	37～45 9.5～14.0	18	26～61 6.8～30.3	167.0
5	5～39 3.6～13.5	634.7	29～50 8.5～20.2	190	25～35 7.5～11.0	14.3	36～45 11.0～15.5	20	30～31.9 8.5～31.9	310.0
*10	4～5 3.6	11.0								
*9	4～18 3.5～6.3	282.0								
3	4～40 3.5～14.7	1038.0	40～47 14.7～21.0	150	24～33 8.1～11.5	14.2	34～42 11.5～17.0	18	25～56 8.1～31.5	326.0
4			40～49 14.7～23.3	190			40～42 14.7～17.5	6	40～58 14.7～33.0	247.9
5									50～94 24.0～80.0	964.0
10	4～10 3.5～15.0	915.0	40～54 15.0～28.0	230	25～34 8.0～12.1	13.6	35～44 12.1～17.6	20	25～79 8.0～53.7	720.1
8	3～37 3.5～13.5	956.0	34～46 12.5～21.5	190	22～32 7.4～11.0	16.0	33～43 11.8～19.3	22	24～103 7.9～90.0	1,218.5
9			38～46 14.0～21.5	170			36～43 12.9～19.3	10	39～99 14.0～80.0	1,164.5
*9	4～22 3.5～7.5	322.0								
合計		4,840.7		1,297.5		72.0		114.0		5,120.0

*は飼育中止の水槽

(鹿裁協事報)

試事報」参照のこと), また, 配合飼料は3社20種類を適時使用し, 発育段階に応じて種類と給餌量を調整しながら自動給餌機で行っている。

なお, 垂水増殖センター・栽培漁業センター・栽培漁業協会でこれまでに生産・放流された種苗数は表2のとおりである。

表2. マダイの種苗生産・放流実績

単位: 尾, mm

年 度	昭 49	50	51	52	53	54
生産尾数	5,500	53,000	245,000	99,000	610,000	357,000
サイズ		22	30	30	30	30
放流尾数	5,500	17,500	46,600	99,000	214,100	240,900
年 度	昭 55	56	57	58	59	60
生産尾数	1,441,000	1,952,000	1,592,000	2,115,000	1,733,000	3,021,000
サイズ	19.4~25.8	28.0~49.0	26.5~29.2	27.2~41.2	27.5~40.1	30
放流尾数	700,000	1,096,000	850,000	1,068,000	722,000	1,241,000
年 度	昭 61	62	63	平 1	2	3
生産尾数	2,002,000	3,679,000	2,177,000	4,837,000	3,837,000	4,381,000
サイズ	30	30	30	32	33	30
放流尾数	1,071,000	1,297,000	1,130,000	1,568,000	1,470,000	1,710,000
年 度	平 4	5	6	7	8	
生産尾数	3,533,000	3,033,000	3,054,000	3,306,000	4,120,000	
サイズ	30	31	34	27	26	
放流尾数	1,869,000	1,656,000	1,671,000	1,602,000	2,650,000	

(鹿水試・栽協事報)

2. 種苗生産技術の現況と今後の課題

1) 種苗生産技術の現況

多年に亘るマダイ種苗量産のための技術開発研究によって, 徹底したシステム化された施設の整備や工程の省力合理化が実現し, 現在, 数多くの人工種苗生産の中で最も生産が安定し, 生産計画の完全達成と健苗育成や生産原価の低廉化にむけた努力が続けられている。

2) 今後の課題

- (1) 品種改良
- (2) 生物餌料の強化・配合飼料の資質の向上
- (3) 疾病対策
- (4) 計数・出荷作業の省力化

3. 参考文献

- 1) 大島泰雄(1990): 水産増養殖技術資料集 - .
- 2) 伊藤 隆(1960): 輪虫の海水培養と保存について. 三重県立大水産学部研究報告, 3(3).
- 3) 山下金義(1963): マダイ養殖の基礎的研究. 水産増殖 11.
- 4) 大島泰雄(1992): 水産増・養殖技術史料集 - . (社)日本栽培漁業協会.
- 5) 野口利夫(1968): 水槽内でのマダイの自然産卵. 養殖, 5(3).
- 6) 瀬戸内海栽培漁業協会伯方島事業場(1977): マダイ種苗の廃止塩田を用いる粗放的生産の試み. 栽培技研, 6(1).

- 7) 椎原久幸・高野瀬和治他(1975): マダイ種苗生産試験. 昭和50年度 鹿水試事報.
- 8) 椎原久幸・高野瀬和治他(1976): 種苗量産技術開発試験. 昭和51年度 鹿水試事報.
- 9) 藤田征作・野村俊文他(1976~'79): 種苗生産プロセスのシステム化研究 - I ~ , (1) マダイ前期飼育における適正飼育密度・(2) 配合飼料によるマダイ後期飼育・(3) 濾過器を用いたワムシの連続培養. 昭和51~52年度 鹿水試事報.
- 10) 藤田征作・高野瀬和治他(1977~'78): マダイ種苗量産技術開発試験 ~ . 昭和52~54年度 鹿水試事報.
- 11) 藤田征作・高野瀬和治他(1980~'88): マダイ種苗生産供給事業 I ~ . 昭和55~63年度 鹿水試事報.
- 12) 上村研一・黒木 正(1995): マダイの種苗生産. 平成7年度(財)鹿児島県栽培漁業協会事業報告書.

放 流

1. 沿 革

1) 放流技術の発祥

1963~'65(昭38~40)年 瀬戸内海栽培漁業協会の設立当初, 福岡県粕屋郡新宮町漁業協同組合を指導して, 同町地先の藻曳き網で多量に採捕されるマダイ幼稚魚を集荷した。これを放流種苗として会員府県に配布した実績がある¹⁾。

1975(昭50)年 富山 昭・高見東洋・立石 健: 山口県内海域におけるマダイ放流種苗の移動についての報告がある²⁾。

1989(平元)年 虫明敬一・伊藤 久・長谷川泉・佐野隆三: 昭和62年度からアリザリン・コンプレクソン(以下ALC略称する)により全数耳石標識を施したふ化仔魚を放流した。天然魚と放流魚の識別が可能となり, 従来よりは確実にふ化仔魚放流の効果を評価できる可能性が大きくなった⁸⁾。

2) 鹿児島県における放流技術開発の経緯

1974~'79(昭49~54)年 国費(1/2)助成による「マダイ放流技術開発調査事業」で鹿児島湾を対象海域とした, 6カ年にわたる天然マダイの生態・漁場特性調査, さらに放流マダイの生態や, 閉鎖性の強い湾奥部の特定水域をモデル漁場とした放流効果調査が行われ, 本湾におけるマダイ資源培養に明るい見通しが得られた。

この調査で得られた知見の要旨は次のとおり^{3,4,5)}。

(1) 対象海域とマダイ資源の生態

鹿児島湾の概要

鹿児島湾は錦江湾とも呼ばれ, 昔からタイ釣りの名所として親しまれてきた。本湾は東西20km・南北80kmに及ぶ細長い形状をしており, 桜島水道を境に北側の湾奥部で周囲243km, 南側の湾中央部と湾口部で周囲886kmという大型の閉鎖的な内湾である。湾口部は平均水深80mで外海に接し, 湾中央部までは外洋水の影響が大きい。湾中央部の東西両岸には20m以浅の浅海部が発達し, 水深20~100m間の緩やかな斜面と, 100~200m間の急斜面があつて, 最深部は237mに及ぶ。一方, 湾奥部では20m以浅の浅海部は少なく, ほぼ全域が急傾斜の斜面で100m以深に及ぶすり鉢状の独特な形状をしている。年間水温は表層で15~28℃, 50m層で16~22℃の範囲で変化する。

漁業生産の実態

主要な漁業は, 釣り, 刺網, 小型底曳網, 旋網, 延縄, 小型定置網などであり, 農林統計による総漁獲量は年間およそ7,200ト(昭58~59)である。このうち, マダイは釣り41%, 刺網37%, 延縄17%などで漁獲され, 定置網や曳網などの漁獲は少ない。漁獲量の年変動は1970(昭45)年の260トをピークに1976(昭51)年の72トまで減少, 1977(昭52)年以降1983(昭58)年の131トまで増加傾向となっている。これは県全体の変動パターンとほぼ類似するが, ここ10年間の年平均漁獲量は県全体が431ト, 湾内が107トである。湾内の漁獲物組成は300~400gの2歳魚をモードに, 100gから10kgにいた

るまで幅広いが、幼魚の漁獲が極めて少なく、高齢魚が多いのが特徴である。

資源生態

産卵期と産卵場

鹿児島県近海における天然マダイの産卵は2月上旬に始まり、3月が中心といわれ、湾内についてもタイ型卵の出現分布時期や生殖腺指数の季節変化、さらに湾口部の瀬礁に集群する“入りたい”の時期などから、3～4月が産卵の盛期になると推察される。

天然幼魚の分布と補充経路

湾内における主な幼魚生息域は、湾中央部の東西両岸の浅海域と湾奥部の局所に限定され、ここが湾内マダイの補給源の一つと考えられている。一方湾内には年間を通じて成魚が生息するので、湾内での産卵もあって、特に湾奥部に分布する幼魚は湾口の産卵場から補給される群とは別の、地付き群に由来するとみられ、湾内マダイ資源の補給には2つの群が考えられる。近年はこのほかに放流による人工添加群が加わることによって、マダイ資源が構成されることになる。

年齢査定・年齢組成

鹿児島湾産のマダイの年齢査定結果から、年齢と尾叉長・体重の関係式を求め、これによって計算される本湾産マダイの年齢と尾叉長・体重の関係を表3のとおりとした。

表3. 鹿児島湾マダイの年齢・尾叉長・体重

年齢	尾叉長 cm	体重 kg
2	25.1	0.34
3	33.8	0.77
4	41.4	1.34
5	48.0	2.01
6	53.8	2.75
7	58.8	3.51
8	63.2	4.28

(鹿水試事報)

(2) 放流種苗の中間育成・放流

飼育の概要

初年度の1974(昭49)年は(社)瀬戸内海栽培漁業協会上浦事業場から31千尾(26mm)

の種苗を受け入れ、垂水市牛根麓地先で中間育成した5.5千尾(全長110mm)を全数標識放流したのが始まりである。また、1974～'76(昭49～51)年には湾奥、湾口、中央部と放流地先を変えて、5千～17千尾単位の標識放流を行い、放流後の移動生態の特性を把握し、1977～'79(昭52～54)年には、22千～12万尾の規模で湾奥部の新島周辺水域に集中放流し、放流効果のモデル調査を実施した。

県栽培漁業センターから供給される種苗は全長25～30mm、毎年150～170万尾であって、これらは湾内3カ所の中間育成場の海上小割網生貰(7m角1面当たり15万尾を基準に収容)に移され、約50日間で平均全長70mmまで育成する。中間育成における平均歩留まりは59.2%(1980J83年)で、育った7～100万尾が18カ所の放流地点に分散放流された。

(3) 放流と追跡

放流の概要

放流サイズは平均全長60mmを基準とし、これまでに64～115mmの大型種苗が放流されてきた。一般に浅海域が発達した天然幼魚の生息場で放流する場合は小型サイズが用いられているが、本湾のように急深で幼魚生息場の狭い漁場では、小型サイズの種苗では適応性が低いものとみられた。

また、長期的な識別標識はアンカータグが最良と判断され、アンカータグの標識装着の可能サイズが60mm以上であることから、放流サイズの下限を60mmとしている。

なお、標識放流尾数は毎年25～26万尾(装着率23～37%)であったが、アンカータグ標識による大量放流は全国的にも例をみなかった。これら大量標識放流は長期的な標識魚の回収精度を高めると、漁業者や遊魚者に放流事業に対する意識を高めてもらうことにあった。

放流後の調査結果

調査方法と再捕状況

調査方法：魚市場調査による標識魚（或いは標識痕跡魚）の混獲割合から放流効果量を推定する本県独自の方法を採択した。はじめは本調査手法には数理学専門家の間で批判的な意見もあったが、後には全国的にこの調査方法に追随した形となった。批判の多くは、2、3歳から高齢魚までが漁獲の対象になる鹿児島湾の漁業特性から、大量の標識放流（放流の3～5割）を行う手法に集中した。

再捕状況：魚市場の水揚げ伝票から集計した湾内漁獲量の年変動を湾域別にみると、湾中部で横這い、湾奥部および湾外の漁獲を含む湾口部で増加の傾向を示す。湾全体では1979（昭54）年の76トから1983（昭58）年の113トに毎年増加してきた。また標本船の漁業種類別C P U E（kg/日/隻）の年変化でみても、若干のバラツキはあるものの全体的に増加傾向にあるといえよう。このうち、湾口部での増加は自然変動の可能性もあるが、湾奥部については標本船の実態や放流魚の回収海域の偏りなどからみて、放流効果そのものの反映とみられる。本湾におけるマダイ資源の状態には確実に上向きの傾向がうかがえた。

移動と滞留

放流後の移動は放流密度によって異なる。湾全域に放流した1980（昭55）年群についてみると、200日後の3月ごろから移動がうかがえるが、一般的には狭い範囲に留まるものが多い。放流450日後でも全体の77%が放流地点から10kmの範囲で再捕されている。また、標識魚の再捕水深は放流初期の5～20mから夏期には20～30m、冬期には50～60mへ移り、時期的な浅深移動の周期性がみられた。

成長

4月ごろを産卵盛期とした場合の成長は、満1歳で12～20cm（50～180g）、満2歳で21～31cm（210～500g）、満3歳で32～39cm（0.6～1.1kg）、満4歳で40～45cm（1.2～1.7kg）、満5歳で46～50cm（1.8～2.2kg）となり、天然マダイの成長と近似している。なお、放流後の翌春（3～4月ごろ）に漁獲規制の15cm以上に成長するので、規制により当歳魚が保護されることになる。

（4）放流効果

市場調査と標本船調査の結果をもとに、放流マダイの年間漁獲回収量を次の3つの方法で試算した。

鹿児島市の魚市場における標識魚の再捕量と調査率から、放流魚の年間漁獲尾数と重量を推定する。

魚市場調査における重量標識率と湾内の漁獲量から、放流魚の年間漁獲量を推定する。

標本船における重量標識率と湾内の漁獲量から、放流魚の年間漁獲量を推定する。

の方法で推定した結果は、1980（昭55）年の7,000尾・5.4トから、1984（昭59）年の19,300尾・13.7トに増加している。このうち、1980～'84年の放流群の割合は年々高くなり、5年目の84年には尾数で全体の94%、重量で71%を占めている。

の地区別・湾域別に漁獲量中の標識放流魚の年間回収漁獲量を推定すると、湾奥部で5.0ト、湾中部で1.2ト、湾全域で6.2トとなる。これをさらに標識放流魚重量の年群組成と標識装着率からマダイの年間回収漁獲量を推定すると、湾奥部で15.5ト、湾中部で3.8ト、湾全域で19.3トとなる。

の標本船調査の重量標識率をもとに、漁獲量中の標識放流魚の再捕漁獲量を推定すると、湾奥部で3.9ト、湾中部で0.2ト、湾全体で4.1トとなり、さらに装着率から放流魚の回収漁獲量を推定すると、湾奥部で14.0ト、湾中部で0.9ト、湾全体で14.9トとなった。

1979（昭54）年 放流に保育魚礁設置を試み、保育魚礁の効果調査が行われた。

1980～'85（昭55～60）年 放流マダイに対する保育効果の調査結果に基づき、1980（昭55）年以降の放流には保育魚礁設置を組み入れ、放流場所周辺の環境整備も図られた。

魚礁は図2に示した湾内18カ所の放流地点の全てに、3.25m角と1.5m角のコンクリートブロックを中心に、一部には円筒魚礁（直径50cm・長さ80cm）も組み合わせて設置した。

1980～'84（昭55～59）年県栽培漁業センター開設によって種苗の量産体制が確立されたことから、この放流事業の推進母体として鹿児島湾栽培漁業協会（関係市町15・漁協17・漁連1）が組織され、対象海域を湾全体に広げた実証化の段階に発展的に引き継がれた。

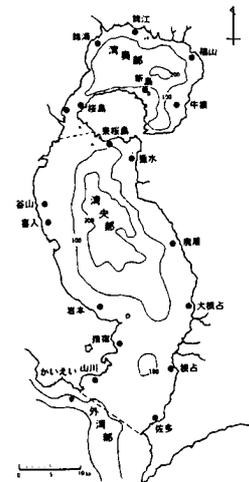


図7. 鹿児島湾の放流地点及び保育魚礁の設置位置

表4. 鹿児島湾における保育魚礁の設置事例

湾域	地区	地点No.	投入年	魚礁の形状と規模			水深	海底形状	蛸集状況	給餌管理
				F P型	1.5型	円筒型				
湾奥	錦海	1	56年	6コ	16コ	コ	35 m	砂地 河口近接	?	
	錦江	2	"	6	16	360	5～30	" 転石、急斜面	◎	
	福山	3	57		69		8	" 岩礁	?	
	牛根	4	55	6	15		6	" 岩礁、平坦地～急斜	○	
	新島	5	54	6, 9			5～20	" 平坦地～急斜	◎	
	西桜島	6	57		69		15	" 岩礁	○	
	鹿児島	7	56	6	16		10	" 緩斜面	△	
湾中央	谷山	8	55	6	15		20	" 緩斜面	?	
	喜入	9	56	6	16		20	" 緩斜面	?	
	東桜島	10	57		69		10	" 緩斜面	△	
	垂水	11	56	6	16		30～40	" 緩斜面	△	
	鹿屋	12	55	6	15		30	" 岩礁、緩斜面	○	△
	大根占	13	"	6	16	435	15～30	" 浮泥多し、急斜面	×	
	岩本	14	57		69	350	8	" 他魚礁、緩斜面	◎	○
	指宿	15	55・59	6	15	350	14	" 水深10mの平坦の凹地	○	○
	根占	16	57・60		69	350	14	" 岩礁	△	
	佐多	17	55・58	6	15	350	15	" 岩石	△	
	山川	18	56	6	16		12	" 外海に面す	○	○

（蛸集状況）：2～3か月の長期，：1か月程度，：1週間～10日程度，×：直ちに分散，?：調査なし，不明（鹿水試事報）
 （給餌管理）：現在給餌管理，：過去に給餌，現在中止

1980～'87（昭55～62）年 新たに国費助成による「回遊性魚類共同放流実験調査事業」の指定を受け、県事業名「鹿児島湾大規模放流事業」として、その放流効果について毎年194～267.8千尾のアンカータグ標識放流（全放流数の20～37%）の追跡調査や、市場調査、標本船調査等が継続実施された。そして上積み効果が、事業開始当初1980年の6.6トから、'86年にはおよそ4倍の25～28ト（33千尾～38千尾）となり、年次的に上昇した事象もみられた。

1987（昭62）年 「回遊性魚類共同放流実験調査事業」で放流サイズを小型化するねらいから、湾奥部のサイズ（鰭カット）を従来の70mmから60mmに下げた。市場調査（鹿児島・鹿屋・指宿・山川等）、標本船調査、漁獲量調査、標識放流等が継続実施された。

1987～'90（昭62～平2）年 国費助成による「栽培技術習得事業」が実施された。

1988（昭63）年 国庫補助事業が前年度で切れたのに伴い、放流は県単独で行われたものの、効果調査は中断した。

1989～'95（平元～7）年 鹿児島湾から始められたマダイの栽培漁業は、新たに「広域栽培パイロット事業」として、対象地域を佐多町～坊津町海域まで拡大して継続実施されることになった。1989年からマダイの種苗生産～放流は県栽培漁業協会が実施し、調査は引き続き水産試験場で行われた。初年度の放流尾数は従来の湾内18地先に108万尾、新しく湾外8地先に42.8万尾（合計150.8万尾）、このうちアンカータグ法による標識放流を湾央6地先で6万尾（白色7mm）、湾外の秋目～枕崎6万尾（青色）、かいいい～佐多岬6万尾（赤色）、合計18万尾を実施した。

また、このころから鼻孔が変形する魚体の出現が目立つようになり、新たな標識の指標の可能性が出てきた。鼻孔異常魚は天然魚には皆無または極めて少なく、人工種苗でかなり高い率で出現しており、本県の平成元年度のマダイ放流種苗には47～65%の鼻孔異常魚をみた。標識としての有効性が認められることから、鼻孔異常魚と標識痕跡魚を指標魚として調査がすすめられた。その結果、調査したマダイのなかに放流魚が混入する割合は、湾奥で64.4%、湾央で25.9%、湾外域で3.3%を占めるようになった。

また、九州西ブロック（福岡、佐賀、長崎、熊本、鹿児島5県）におけるマダイ人工種苗の放流効果や各種漁業によるマダイ資源の利用実態を把握し、資源の培養管理手法の確立と合理的な利用を図るための基礎資料を得る目的で、「栽培資源調査（マダイ）広域資源培養管理推進事業」が第1期（1989～93年）・第2期（1994～98年）と継続実施されることとなった。

さらに奄美大島においてもマダイ稚魚の放流事業が開始された（表5）。1988（昭63）年の名瀬市の自主放流に始まり、1989～'91（平元～3）年は「亜熱帯域栽培漁業促進事業」、1992～'95（平4～7）年は県栽培漁業協会が事業主体となって「特定地域栽培漁業推進事業」が推進された。

表5. 奄美大島における放流実績（鹿児島協資料）

単位：尾

事業名	尾数	年度	放流場所
名瀬市の自主放流事業	10,000	昭63	名瀬市
亜熱帯域栽培漁業促進事業	50,000	平元	宇検村
〃	55,000	2	宇検村
〃	50,000	3	宇検村
飼付け型栽培漁場管理技術開発事業調査	16,500	3	瀬戸内町
特定地域栽培漁業促進事業	173,000	4	大島海峡・焼内湾・笠利湾
〃	166,000	5	〃
〃	190,000	6	〃
〃	164,000	7	〃

その後は、標識の傷跡や、鼻孔の変形に注目しながら、放流効果の確認に努めている。

農林統計によると1993（平5）年の水揚げ量8トﾝが、1994（平6）年に24トﾝに増加している。

1990（平2）年 阿久根、黒之浜、出水市、東町を対象海域とした「広域資源培養管理推進事業」が開始され、この事業のなかで関係漁協市場で標識・標識痕跡および鼻孔異常を指標として放流魚の混獲率や、漁業の実態調査、標識放流（人工0歳魚8万尾・養殖1歳魚510尾・天然魚343尾）等が行われた。

1991（平3）年 1989年から始められた「広域栽培パイロット事業」調査は、対象海域を熊毛海域まで拡大して実施するようになった。その概要は次のとおり。

(1) 平成3年度事業実施概要

表6. 放流・標識放流(県栽培協会実施)

放流実績			標識放流(7mmアンカータグ・色分け)			
鹿児島湾内	18漁協	1,062千尾	湾央域	6漁協	6万尾	白
鹿児島湾外	6漁協	370千尾	湾外域	3漁協	6万尾	青 秋目～枕崎
〃			〃	2漁協	4万尾	赤 かいえい～佐多
熊本海域	5漁協	278千尾	熊本域	3漁協	6万尾	黄 種子島
			〃	2漁協	4万尾	黒 屋久島
合計	29漁協	1,710千尾	合計	16漁協	26万尾	

(鹿児島協資料)

(2) 調査結果

標識魚・痕跡魚・鼻孔異常魚出現状況：1991(平3)年4月から1年間に各市場に漁獲されたマダイのうち 標識および痕跡魚が調査尾数に占める割合は湾奥域で0.74%、湾央域で0.79%、熊本域で0.79%、熊本海域を含めた湾外域では0.24%と少なかった。

一方、人工種苗特有の鼻孔異常の出現率は85.3%であり、回収魚として取り扱った。

回収経過：各市場で調査したマダイは28,903尾、重量は48,353.9kgであった。そのうち回収魚は12,766尾(44%)、12,672.6kg(26%)であった。

海域別では湾奥域で14,834尾中11,176尾(75.3%、重量比68.0%)を回収魚が占めた。湾央域では3,216尾中822尾(25.6%、重量比13.5%)、熊本域を含めた湾外域では10,853尾中768尾(7.1%、重量比3.3%)を回収魚が占めた。

回収魚の体重組成：回収魚のうち1kg未満は65%、1kg級23%、2kg以上12%であった。湾奥域では同様な割合をみせた。また、湾央域と湾外域では1kg未満60%、1kg級30%、2kg以上10%の割合であった。

漁獲量：1991(平3)年の関係13地区の漁獲量を地域的にみると、増加したところもあるが、総量では前年とほぼ同量であった。

1992(平4)年 前年度と同地域に1,869千尾(うち標識放流14万尾)の放流を実施するとともに、追跡調査が行われた。特に熊本域を含めた湾外域の回収率が4.0%と低く、体重別混獲割合でも、熊本域では1kg以下で19%(3尾)の混獲があったのみであった。

また、奄美海域においても、新規事業として、県費助成による「特定地域栽培漁業推進事業(マダイ)」が県栽培漁業協会により継続実施されることとなった。県栽培漁業協会で生産された30mm種苗22.5万尾を、トラックの1.5m³水槽6面に収容して船舶輸送(要16時間)し、龍郷・笠利町、宇検村、瀬戸内町の3地先で約50日間中間育成後、育てられた172.5千尾の種苗をそれぞれの地先に放流した。

1995(平7)年 マダイの「広域栽培パイロット事業」はこれまで同様、県栽培協会によって1,602千尾の放流が行われ、併行して水試の追跡調査も継続実施された。各市場での標識魚・痕跡魚の出現状況調査では、調査尾数22,301尾に占める標識魚(痕跡魚を含む)は3尾と少なかった。一方、同年度放流群における人工種苗特有の鼻孔連結魚の出現率は89.9%で、放流魚の指標として取り扱った。これによって尾数の全地域混獲率をみると43.0%で、地域別では湾奥域58.0%・湾央域17.2%・湾外域7.2%・熊本域0.8%であった。

また、熊本海域では5歳魚、6歳魚(各1尾)、8歳魚(各2尾)の計4尾の放流魚が再捕され

た。これまで放流直後から半年以内の再捕報告しかなかったが、ごくわずかとはいえ放流魚の漁獲が始まった。

1989（平成）年度から、この種苗生産・放流事業は、財）鹿児島県栽培漁業協会が事業主体となり、県費・国費の助成等を得ながら一部は受託事業として、継続実施することとなってきたが、垂水増殖センター・栽培漁業センター・栽培漁業協会ですべてに放流した事業別・地域別の種苗数は表7、これまでのマダイ漁獲量の推移は表8・図3のとおり。

表7. 事業別・地域別放流尾数

単位：尾

年	事業名	湾内	南薩～佐多	熊毛	北西薩	志布志湾
1974	放流技術開発調査事業	5,500				
1975	放流技術開発調査事業	17,500				
1976	放流技術開発調査事業	46,600				
1977	放流技術開発調査事業	99,000				
1978	放流技術開発調査事業	214,100				
1979	放流技術開発調査事業	240,900				
1980	鹿児島湾マダイ大規模育成事業	700,000				
1981	鹿児島湾マダイ大規模育成事業	1,096,000				
1982	鹿児島湾マダイ大規模育成事業	850,000				
1983	鹿児島湾マダイ大規模育成事業	1,068,000				
1984	鹿児島湾マダイ大規模育成事業	722,000				
1985	鹿児島湾マダイ栽培漁業推進事業	1,241,000				
1986	鹿児島湾マダイ栽培漁業推進事業	1,071,000				
1987	鹿児島湾マダイ栽培漁業推進事業	1,297,000				
1988	鹿児島湾マダイ栽培漁業推進事業	1,130,000				
1989	広域栽培パイロット事業	1,080,000	488,000			
1990	広域栽培パイロット事業	1,060,000	410,000			
1991	広域栽培パイロット事業	1,062,000	370,000	278,000		
1992	広域栽培パイロット事業	1,044,000	523,000	302,000		
1994	広域栽培パイロット事業	942,000	431,000	283,000		
1995	広域栽培パイロット事業	906,000	494,000	271,000		
1996	広域栽培パイロット事業	900,000	452,000	250,000		
1997	回遊性資源増大パイロット事業	900,000	400,000	250,000	850,000	250,000
1998	回遊性資源増大パイロット事業	900,000	400,000	250,000	850,000	250,000

（鹿水試・鹿裁協資料）

表 8 . 鹿児島湾のマダイ漁獲量の推移

西 暦	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
元 号	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
湾 奥	94	74	46	147	187	112	107	79	38	54	46	57	64	84	119	94
湾 央	96	79	97	75	59	46	42	15	36	40	25	40	34	26	37	28
湾内計	190	153	143	222	246	158	149	94	74	94	71	97	98	110	156	122
県 計	487	436	426	791	816	549	575	433	501	365	362	310	404	517	491	437
西 暦	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	
元 号	57	58	59	60	61	62	63	1	2	3	4	5	6	7	8	
湾 奥	84	99	94	121	150	133	99	86	108	109	118	103	109	97	90	
湾 央	34	32	34	46	40	43	36	60	40	104	68	43	43	54	50	
湾内計	118	131	128	167	190	176	135	146	148	213	186	146	152	151	140	
県 計	417	510	502	386	450	456	374	388	401	485	444	477	499	473	668	

(鹿水試・鹿裁協資料)

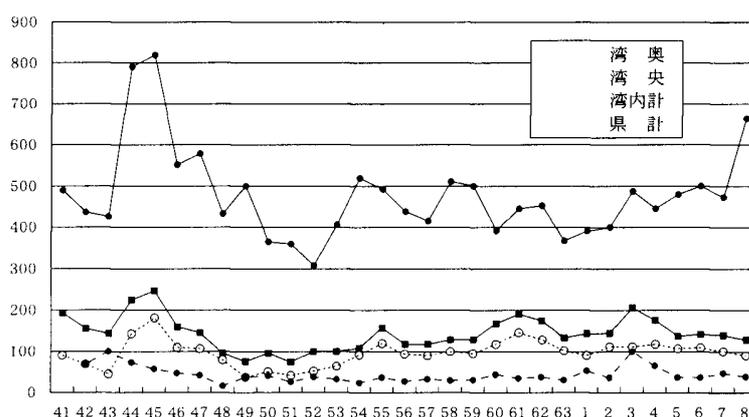


図 3 . マダイ漁獲量の推移

(農林統計)

本県でのマダイ放流の試みは、1974(昭49)年、日裁協上浦事業場から31千尾の種苗を受け入れ、垂水市牛根麓で中間育成した5.5千尾に全数標識放流したのに始まる。以来1997(平9)年度まで14年間に、鹿児島湾を中心とした100万尾放流から次第に湾外へ、さらには種子島・屋久島周辺まで広域化し、放流尾数も200万尾台に拡大されてきた。この効果となる鹿児島湾のマダイ漁獲量の推移をみると、1980(昭55)年に100万尾放流が実施されてからは、放流前の漁獲より伸びがみられた。1995(平7)年から翌年にかけてやや下降傾向が伺えるが、これらの要因については定かでない。今後の動向を注意深く見守り、対処すべきであろう。

2. 放流技術の現況と今後の課題

1) 放流技術の現況

鹿児島湾を対象に大規模なマダイ放流事業を進める場合、放流群が有効に添加され、漁獲量の上積みを実にするには、放流群の資源管理が不可欠で、まず、資源状態が適正水準になるように必要な漁業規制をとることが基本となる。同時に放流事業の場合には、放流群の生物学的特性と放流～生産

漁場の条件，放流手法を無視することができない。

1984（昭49）年度から始められた鹿児島湾のマダイ試験放流とその追跡調査によって，放流魚は放流直後は浅い水域での滞留性が強い。

放流直後に一時的にも体重減量の時期がある。

湾内の沿岸で放流すると沖への拡がりではなく，沿岸に沿った分散移動をする。

そのため，磯釣りや，各所に散在する小型定置網によって，初期に，無駄に捕獲されているなどの知見を得た。そのため，たとえ6～8cmサイズで放流したとしても，放流群をある一定期間，保護育成することが，その後の成長・生残を左右するものと重要視する必要がある。育成方法として，放流場所の再検討・保育魚礁の設置・パイプ給餌やこれに代わる給餌ロボットと保育魚礁の組み合わせ，さらにはある区域を全面禁漁区に設定して補給の場，集積の場，憩いの場としての機能をもたせる等が必要である。

2) 今後の課題

(1) 放流魚の保護育成の改善と充実

(2) 環境収容力と適正放流規模の検討

(3) 関係漁業者・遊漁者のマダイ放流事業に対する意識の向上と，経費負担を含めた協力体制，資源管理のための自主規制と共同管理体制の整備と厳守

3. 参考文献

1) 大島泰雄(1992): 水産増・養殖技術史料集-

2) 富山 昭・高見東洋・立石 健(1975): 山口県内海域におけるマダイ放流種苗の移動について，栽培技研4，

3) 椎原久幸・野村俊文他(1980): 鹿児島湾におけるマダイの種苗放流，栽培技研，9(1)。

4) 椎原久幸・徳留陽一郎・和田和彦他(1980～'87): 回遊性魚類共同放流実験調査。昭和60～62年度 鹿水試事報，

5) 椎原久幸(1986): マダイの資源培養技術。水産学シリーズ。

6) 川上市正・徳留陽一郎・山口厚人・中野正明(1989～'95): 広域栽培パイロット事業調査。平成元～7年度 鹿水試事報，

7) 藤田正夫・中野正明・神野公広(1989～'95): 資源管理型漁業推進総合対策事業。平成元～7年度鹿水試事報。

8) 虫明敬一・伊藤 久・長谷川泉・佐野隆三(1989): 愛媛県御荘湾におけるマダイのふ化仔魚放流試験の結果について，栽培技研，18(2)。

(山口 昭宣)