

## 4. ヒラメバイオテクノロジー試験

(ヒラメのバイオテク魚の種苗量産および養殖システム開発に関する研究－Ⅱ\*)

山本栄一・平野ルミ

### 研究目的

1. バイテク魚大量作出技術の開発：ヒラメの雌性化技術等の量産規模での改良を行ない，成長の速い雌性化種苗等の量産化と実用化を推進する。
2. 優良クローンの作出と利用技術の確立：ヒラメの完全同型接合体とクローンの作出，利用，および保存方法について検討し，より有利なヒラメの養殖用種苗の生産手法を確立する。
3. バイテク魚の飼育マニュアルの作成：作出魚を用いた養殖試験によって，バイオテクヒラメの飼育特性についての資料を蓄積する。これをもとに，バイオテク魚の特性を生かした飼育マニュアルを作出し，合理的な養殖システムを確立する。

### 結果の概要

#### 1. バイテク魚大量作出技術の開発

##### 1) 雌性化卵の大量作出方法

性転換雄による自然産卵実験を産卵群Aについて実施し，雌性化卵の大量作出例を蓄積した。

産卵群Aは，E<sub>2</sub>未処理の通常の飼育群に出現した第2極体放出阻止型雌性発生2倍体（G1と略記）雄30個体（1986年生まれ）と，通常雌10個体（1986年生まれ）からなる群で，これを円形コンクリート水槽（径3 m，10t）で飼育した。その結果，1992年1月21日（12.7℃）から6月13日（20.2℃）までの期間に産卵が120日に渡って確認され，得られた卵数は計9,860万（浮上卵数：4,476万，胚形成卵数：2,772万）に達した。

##### 2) 雄への性転換阻止方法

雌性化種苗生産実験（稚魚飼育：1～10t水槽使用）を3例実施し，準量産規模での種苗生産例における性分化の制御手法に知見を蓄積した。

産卵群Aから3月24～26日に得られた卵（胚形成率：40.0～71.8%，胚形成卵数：16.6万）を用いて日齢90ないし100までの種苗生産実験を行った。生産群No.1（実験終了時である日齢90の飼育水槽：10t×1および1.8t×4，生産稚魚の個体数：50,200，全長：48.6mm±4.31，雌の割合：74.2～88.3%）では，一定水温による飼育を目的とした飼育水の加温は行わなかった。飼育水温は性分化時期（変態期以後の稚魚期）に15.3℃から21.0℃の範囲で緩やかに上昇し，急激な変動は生じなかった。飼育魚の成長は緩慢であったが，雄の出現率は比較的強く安定した。一方，No.2（日齢100：1t×1，1,173，73.7mm±6.39，83.3%）およびNo.3（日齢100：1t×1，519，

\*：本年度の詳細を「平成4年度バイオテク利用魚類養殖システム開発事業報告書」に記載した。

76.0mm±5.96, 88.2%)では、日齢47にNo.1から成長の遅れた小型稚魚を分槽して飼育魚としたが、良好な一定水温飼育条件下(19.5~21.5℃)で安定した生育を示し、雄の出現率も低かった。

今年度の結果は、雌の割合の著しく低い生産群がなく、加温による一定水温飼育の雄への性転換阻止の効果が顕著に示されるものとはなっていないが、今後も、雌性化種苗生産における水温管理のハード面の充実と、そのうえでの量産試験の蓄積が必要であろう。

## 2. 優良クローンの作出と利用技術の確立

### 1) 完全同型接合体の作出と特性

1991年作出の第1卵割阻止型雌性発生2倍体(G2と略記)の特性調査を継続するとともに、本年度もG2の作出と特性調査を実施した。

#### [1991年作出群]

昨年度の作出群である♀1G2(親魚のIDH遺伝子型:AB)について、完全同型接合体であることの確認を目的に、それらの肝臓IDH遺伝子型(後還元分離率=1)を調査した。

♀1G2の作出魚について、日齢65のサンプリング個体と日齢480までの斃死個体合わせて83個体、さらに日齢604時点の生残魚59個体(生検針による抽出肝臓組織を検体とした)、合計142個体のIDH遺伝子型を調べた。その結果、すべての個体がホモ接合体であることが確かめられた。一方、姉妹群であるG1の遺伝子型は調査した18個体のいずれもがヘテロ接合体であった。従って、♀1G2の作出魚すべてが完全同型接合体であり、♀1G2にはG1個体が含まれないものと判断された。

従って、ヒラメの場合、G2の作出例において、G1個体の混入の頻度は低いことが推定され、IDH遺伝子型マーカーとして利用できないホモ接合体の親魚によるG2作出の場合でも、作出魚が完全同型接合体である可能性が非常に高いと仮定してよいものと思われる。しかし、マダイUV照射精液によるヒラメの雌性発生半数体群に正常ふ化仔魚が出現する例があり、このことは第2極体の自発的放出阻止の結果と考えられ、G2作出群に低い割合でもG1が混入する可能性が残ることを示唆している。

#### [1992年作出群]

4例のG2の作出(マダイ紫外線照射精液の媒精と、受精から17℃60分の培養後に開始する加圧処理)と飼育を行ない、その特性を調査するとともに、育種素材およびクローン作出用親魚としての完全同型接合体を得た。

2作出例(作出群:♀2G2, ♀4G2, 親魚:G1雄の次世代雌, IDH遺伝子型:AA, AB)では、日齢180で合計209個体の若魚を得ることができた(胚形成率:52.0%, 10.0%, 正常ふ化率:20.6%, 35.0%, 胚形成卵から変態完了までの生残率:4.3%, 3.3%, 変態完了から日齢180までの生残率:15.1%, 17.0%)。G2群は、成長のバラツキが大きく、変態直後で全長に大きな変異幅が認められ、遺伝子のホモ化による影響がうかがわれた。この変異幅は日齢とともに縮小したが、これは小型魚の減耗(大型魚による噛みつきによる斃死)に起因するものであった。なお、親魚

♀4は1990年から1992年にかけて実施した成長比較試験の飼育魚群中の最大個体であり、♀4G2は育種素材として期待される。

他の作出例では、変態期以降の生残魚を得ることができなかった。

## 2) クローンの作出と特性

1991年作出のクローン群の特性調査を行なうとともに、本年度もクローンの作出を試み、作出魚の特性調査を実施した。

### [1991年作出群]

昨年度は、1989年に作出した3群のG2に属する雌7個体および雄2個体由来する7群のホモ型クローンと、4群のヘテロ型クローンを作出した。今年度はこれらの育成と特性調査を継続した。

ホモ型クローンとヘテロ型クローンの生残状況の相違：ホモ型クローン2群とヘテロ型クローン1群をラテックス色素による標識で区別し、生後半年から1年間、同一水槽（径3m円形）で混合飼育した。満1歳頃にトリコジナ症が発生し、ヒラメの斃死が生じた。その斃死率にホモ型クローンとヘテロ型クローンで顕著な相違が認められた。ホモ型クローン2群では飼育終了時の生残率が48%および86%であったが、ヘテロ型クローンでは斃死はなかった。このことから、ヘテロ型クローンの強健性が示唆された。

ヘテロ型クローンの成長過程：上述の飼育実験におけるヘテロ型クローン（雌28個体、雄32個体）の成長過程を調べた。雄はすべての個体が満1歳で成熟する一方、雌は未熟であった。満1歳以後成長の雌雄差が出現し、これがきわめて明瞭に示される結果となった。従って、性による成長差は、遺伝的な要因により直接的に生じるのではなく、表現型としての性の成熟にかかわる生理的な差異に基づいて生じることが確認された。また、雌雄それぞれの変異幅の拡大の度合いは小さく、クローン種苗を養殖に用いた場合の魚体の均一化における有利性が示された。

### [1992年作出群]

作出：昨年度にクローン群の作出に用いたG2♀1と、昨年度は未成熟であったG2♀9およびG2♀10を親魚に、クローンの作出を試みた。前者ではすでに作出したホモ型クローン雄との交配による方法、後2者では次世代のG1の作出による方法を採用した。G2♀1による作出例では、ヘテロ型クローン（G2♀6クローン♂との交配）で成績が良好であったが、ホモ型クローン（同一クローンであるG2♀1クローン♂との交配）では2ヶ月齢以降の稚魚が得られなかった。G2♀9による作出例では、肉眼的に非常に良質である排卵直後の卵を用いたにもかかわらず、浮上卵が得られず、作出に成功することができなかった。G2♀10による作出例でも、作出成績は低く、稚魚が得られなかった。

ホモ型クローンとヘテロ型クローンの特性比較：ホモ型クローンとヘテロ型クローンの仔魚期および稚魚期初期の成長および生残率を比較する目的で、G2♀1の次世代のホモ型クローンとヘテロ型クローンのそれぞれ単独飼育群および混合飼育群を設定し、日齢10から50の期間の飼育実

験を行なった。その結果、両者の単独飼育群および混合飼育群（IDH アイソザイム型をマーカーとして個体毎の帰属を判定した）のいずれでも、ヘテロ型クローンがホモ型クローンを成長、生残率とも大きく上回り、その強健性が示された。ホモ型クローンは、G2による形質の遺伝的固定と、その保存のために有用である一方、ヘテロ型クローンが実際の養殖用種苗としてより優れていることが示唆された。

性分化への飼育水温の関与：クローンは遺伝的に均質であると同時に遺伝的全雌群である。G2♀1の次世代のヘテロ型クローンを材料に、性分化時期の飼育水温と性比との関係を求めた。その結果、性分化時期の飼育水温が20.0、22.5、25.0、および27.5℃の飼育群の雌の割合は、それぞれ86.0、77.1、30.3、および0%となった。これによって、高水温条件下でのXX個体の雄への高率での誘導が示され、水温のXX個体の性分化への関与の存在が確認された。また、適水温飼育群にも若干の雄の出現があり、XX個体の雌への性分化の不安定さが示された。

### 3) クローンの種苗生産方法

前項ですでに記述したように、G2♀1とホモ型クローン雄（G2♀1クローン♂およびG2♀6クローン♂）との交配によって、ホモ型クローンおよびヘテロ型クローンの増殖を試みた。得られたヘテロ型クローンでは、鰓蓋片移植による拒絶反応の有無の確認によって、その遺伝的均質性が確かめられた。

### 4) 完全同型接合体を利用したヒラメの品種改良

昨年度に作出した♀1G2を育種素材とみなし、ピットタグによる個体識別を施し、個体レベルでの成長特性調査を実施した。すなわち、♀1G2の124個体を同一水槽（径3m円形）で月齢6から18まで飼育し、その間2ヶ月毎に測定した。この間の飼育魚の生残率は47.6%であった。その結果、個体毎の成長パターンが記録された。これにはバリエーションが著しく、このことは対象魚が第1卵割阻止型雌性発生2倍体であることによる遺伝分散の拡大を反映しているものと考えられた。

これらから次のクローン世代を作出し、その特性調査を行ない、形質の固定について知見を累積するとともに、高成長等の優良クローンを得ることが今後の課題である。

さらに、本年度に作出した♀4G2についても同様な調査を実施しており、これには同じくピットタグで個体識別したクローン魚も対照として混合飼育を行なっている。

## 3. バイテク魚の飼育マニュアルの作成

### 1) 事業規模での飼育試験によるバイテク魚の飼育特性の把握

1991年作出の雌性化種苗による養殖試験を行なうとともに、本年作出の雌性化種苗による養殖試験を実施中である。

[1991年作出種苗]

昨年度に作出した雌性化種苗2群（No.1：雌の割合82.1%，親魚群＝本年度のA群と同一，No.

2：雌の割合=65.2%，親魚群=MT処理で作出したG1雄×G1雄の次世代雌）を米子市漁協ヒラメ養殖場での養殖に供し，50日毎の魚体測定（日齢100から500まで）および給餌量調査を行ない，成育過程と餌料効率等の育成成績を調査した。

両群とも，飼育開始の個体数は約1500であり，それぞれ径3 m円形キャンバス水槽1基で飼育を開始し，径6 m円形キャンバス水槽3基まで飼育スペースを拡大した。餌料は冷凍イカナゴおよびマアジである。

日齢100（7月）から300（1月）までは飼育魚の成長は良好であった。日齢400（4月）で雌雄の成長差はすでに明らかであった（平均体重，群，雌，雄，No.1：469，491，350 g，No.2：439，476，332 g）。それ以後，雌雄の成長差の拡大によって，飼育群の魚体サイズの範囲が広がった。しかし，ヒラメの雌雄による成長差が養殖効率にもっとも影響を与える5月から8月（日齢500，No.1：580 g，No.2：600 g）にかけての成長が不良であり，雌性化種苗の養殖パターンの有利性を十分に引き出したうえで，その特性を明らかにするという目的には必ずしもそわない養殖事例となった。これは，日齢400以降にトリコジナ症が発生し，その処置が適切になされず，とくにNo.1でヒラメの摂餌が不活発であったことが大きな要因である。

今後，ヒラメの飼育技術を種苗の特性を十分に引き出しうるレベルに向上させ，再度の試験を実施したい。

#### [1992年作出種苗]

本年度に作出した雌性化種苗No.2およびNo.3計約800個体による養殖試験を昨年度と同様に米子市漁協ヒラメ養殖場において実施中である。結果は来年度に報告する。

## 5. 浅海生物増殖試験

### 1) イワガキ資源漁場管理技術

山田英明・金沢忠佳<sup>1)</sup>・宮永貴幸

本県沿岸域のイワガキの増殖手法の検討材料を得るため、イワガキの生物調査中心に調査を行ったので、その概要を記す。

#### ① 天然生態基礎調査

##### 1. 成熟期と産卵期の推定

成熟状況の季節変化について、図1に生殖腺指数の変化、図2に軟体部重量に占める消化盲嚢部重量比の変化を示した。供試サンプルは、昨年(1991年)と同様に水深17メートルの石脇沖十字型魚礁付着イワガキで、スキューバ潜水によって採集した。

イワガキの性成熟は、4月時点で消化盲嚢と表皮との間に広がる間隙組織内に既に生殖細胞が存在して、成熟が進行し生殖腺指数が平均25となっている。6月にはさらに成熟が進行して、平均生殖腺指数GI.35と高まってくる。成熟のピークは7月～8月で、平均生殖腺指数が50程度となって、完熟期を迎える。本年(1992年)の水深17メートルのイワガキは9月中旬になっても生殖腺指数40～50と高く、放卵放精が進行せず、過熟状態になっている状況が観察された。10月には、生殖腺指数が40以下となって、放卵放精が起こったと考えられるが、組織的には、まだ精子、卵を持っており、完全な放卵放精個体はほとんど見あたらない。生殖腺指数が最低となったのは、1月頃であったが、軟体部重量に占める消化盲嚢周辺部の重量比では、2月が最低となった。この時期の生殖腺は、既に吸収期となっている個体が多いものの、本年の場合は、卵及び精子を持つ個体もあったので、卵及び精子を取り出して受精させたところ、受精が起こり、トロコフォア幼生となった。

8月下旬の浅場(水深5メートル)と深場(水深17メートル)のイワガキの成熟状態を見ると、浅場では生殖腺指数が30以下となる個体がありこの時期の他の個体に比べ生殖腺指数が低くなっているのに対し、深場では生殖腺指数が50前後と高くなって両者で差が見られた。これは水深5メートルのイワガキは既に放卵放精が起こり、いわゆる水ガキ状態が認められたのに対し、深場のものは8月下旬でも、依然として放卵放精が起こっていないことを示している。1991年の8月のイワガキについても同様、深場では放卵放精が起こりにくく、浅場では放卵放精が起こって、生殖腺指数が急激に低下している状態が認められ、1992年だけの現象でない。

このように、なぜ8月下旬の浅場では放卵放精が起こり、深場では起こりにくいのか、すなわち、イワガキの放卵放精のメカニズムについて検討を試みた。マガキ等貝類の放卵放精は、外部的刺激で誘発されると考えられていることから、イワガキについても、温度刺激を外部的刺激と

1) 鳥取県栽培漁業協会

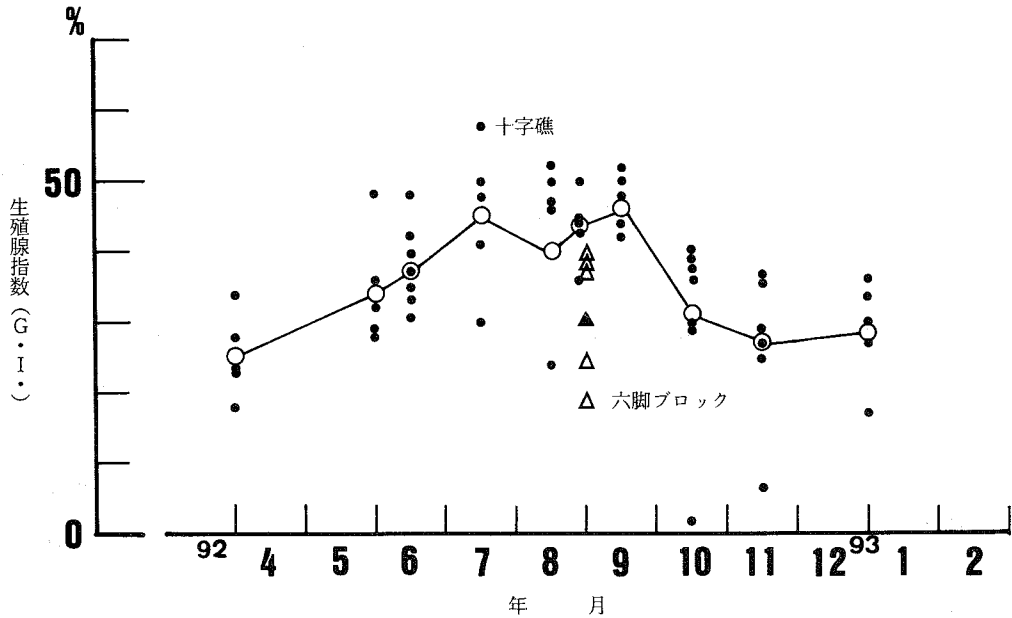


図1 石脇沖水深17メートル十字礁付着イワガキの生殖腺指数と水深3メートル六脚ブロック付着イワガキの生殖腺指数の季節変化 (1992年4月~1993年1月)  
○印は十字礁の平均値, ▲印は六脚ブロックの平均値を示す。

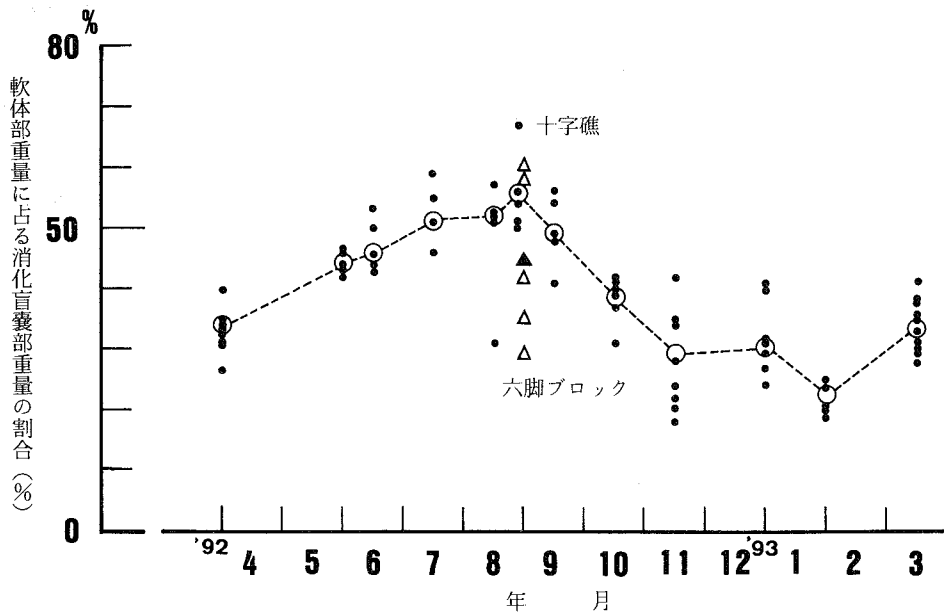


図2 石脇沖水深17メートル十字礁付着イワガキと水深3メートル六脚ブロック付着イワガキの軟体部重量に占める消化盲嚢周辺部重量の割合の季節変化 (1992年4月~1993年1月)  
○印は十字礁の平均値, ▲印は六脚ブロックの平均値を示す。

してまず想定した。はじめに、採集してきたイワガキを、水温20℃と25℃の水槽に収容して、約1日間それぞれの水温に馴致させた。次に、外部刺激としての温度変化が、放卵放精を誘発するかどうか検討するため、30℃区、25℃区、20℃区の水槽にそれぞれ移した。

その結果、温度差のある昇温刺激に対して、つまり20℃→25℃区、20℃→30℃区、25℃→30℃区の個体群で放卵放精が認められ、水温変化のない20℃→20℃区、25℃→25℃区、低温化した25℃→20℃区の個体群では放卵放精は誘発されなかった。これらのことから、昇温刺激は外部刺激の一つと考えられ、放卵放精が誘発されることが確認された。

表1 イワガキの温度刺激に対する放卵放精の有無 (1992年8月22日)

実験区	収容数	1日目午前	1日目午後	2日目
水槽I 25℃→30℃	♂ 2個 ♀ 1個	放卵無し	96万個	ヒータ加熱で死亡
水槽II →25℃	♂ 3個 ♀ 0個	放精無し	放精無し	放精無し
水槽III →20℃	♂ 2個 ♀ 1個	放卵無し	放卵無し	放卵無し
水槽IV 20℃→30℃	♂ 1個 ♀ 2個	52800万個	1400万個	ヒータ加熱で死亡
水槽V →25℃	♂ 2個 ♀ 1個	15200万個	90万個	94万個
水槽VI →20℃	♂ 3個 ♀ 1個	放卵無し	放卵無し	放卵無し



一方、天然海域について浅場と深場とを比較すると、浅場は深場に比べより急激な昇温降温が繰り返されるので、浅場でのイワガキの放卵放精は深場に比べ、誘発され易かったと考えられる。

## 2. イワガキの成長について

石脇沖水深15メートル～20メートルの青谷地区広域型増殖場に投入された十字型礁のうち1988年に投入されたと判定できた十字礁に付着したイワガキを定期的に採集して、生物測定を行い、殻重量等の推移を見ている。昨年度と同様、イワガキの大まかな成長として図3に示した。

1988年秋期に投入された十字型魚礁は、1992年4月時点で3年6ヶ月経過し、投入時点に付着したイワガキは、3才6ヶ月貝と考えられる。4月時点のイワガキは、平均殻長8.9cm（最大11.1cm，最小5.9cm），平均殻高12.4cm（最大14.9cm，最小9.6cm），平均殻重351g（最大544g，最小139g）あった。1年経過し、平成5年3月時点のイワガキは、4才5ヶ月貝となり、平均殻長8.4cm（最大10.9cm，最小5.9cm），平均殻高14.3cm（最大17.1cm，最小10.3cm），平均殻重494g

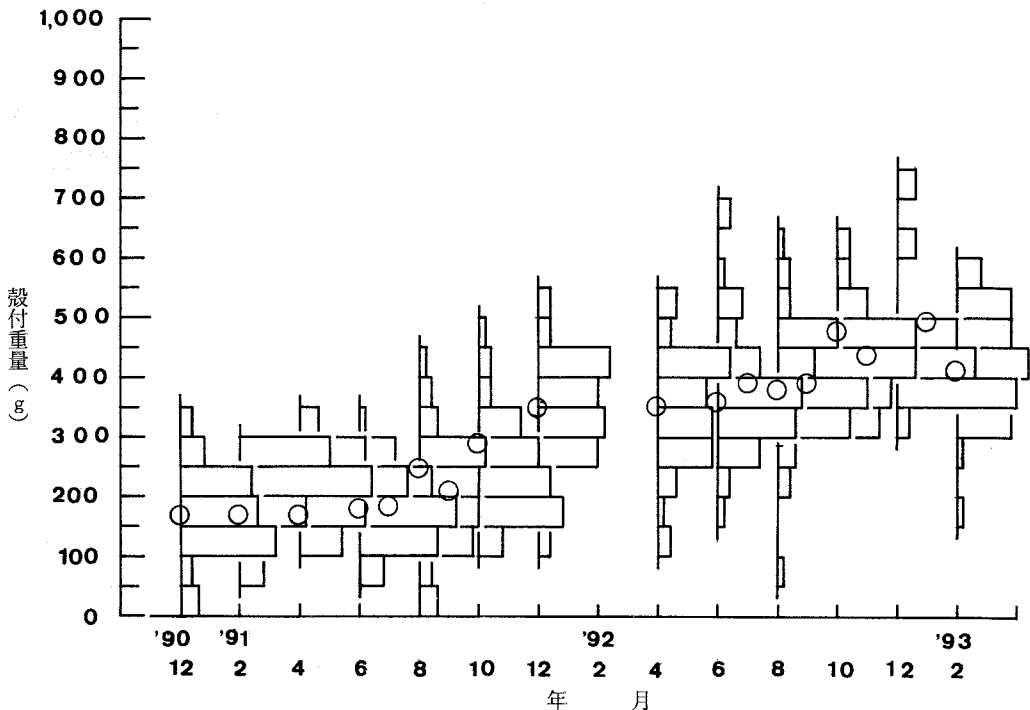


図3 1988年に石脇沖水深17メートル付近に設置された十字型魚礁に付着したイワガキの殻付重量組成の経月変化（1990年12月～1993年2月）  
○印は、平均値を示す。

(最大711 g, 最小305 g) となって, 1年間で, 殻長の成長はなく, 平均殻高で2.6cmの成長, 平均殻重で143 gの増重となった。

## ② 付着機構に関する調査

### 1. 天然採苗試験

天然海域でイワガキ稚貝が付着する時期を把握するため, 採苗器(ホタテガイの殻を2~3 cm間隔で18枚重ねたもの)を, 海中に垂下し一定期間毎に取り替えてカキ類の付着数について調査をおこなった。

1991年は, 石脇沖水深5メートルの地点2ヶ所(石脇沖離岸堤東端と石脇沖栽培漁業センター導水管設置付近)に10日間隔で, 6月中旬から9月中旬にかけて採苗器を設置し回収した。1992年は, 石脇沖水深10mと14mに設置されているカキ試験礁に取り付けて, 7月上旬から9月中旬にかけて2週間間隔を目安に設置回収してイワガキ様稚貝の付着状況を観察した(図2-1, 図2-2, 図2-3, 図2-4)。

カキ類の付着が確認されたのは, 1991年7月10日に海中に浸漬し7月19日に取り上げた採苗器で, 水深5 mの離岸堤及び, 導水管とも採苗器一枚当たり0.4個前後付着した。

次に, 付着が認められたのは, 7月下旬から8月上旬にかけてで, 1枚当たりの採苗個数は0.05~0.26個となっていた。8月下旬から9月はじめにかけては, カキ類の付着は認められず, 9月上旬から中旬にかけて再度カキ類の付着が認められ, 1枚当たりの付着個数は, これまでの最大の1.05~2.11個となっていた。1991年のカキ類の付着は, 7月の中旬, 8月の中旬, 9月の中旬の3回ピークが認められ, 特に9月時点での採苗結果がよかった。

1992年の採苗結果については, 浸漬日数が比較的長かったため, 詳細な付着の時期を特定できないが, 7月8日に浸漬したもからカキ類の付着が認められ, 8月6日から19日まで浸漬した, 水深10mの採苗器について0.94個/枚の密度で付着が最高となった。水深14メートルでは, 8月下旬から10月にかけて浸漬した採苗器にカキ類の付着が認められ, 秋期にカキの付着があることが確認された。1992年のカキ類の採苗結果は, 7月のはじめより採苗されたが, イワガキが成熟産卵する8月中旬頃一時的に採苗できないことがあったが, 9月頃まで採苗できることが観察された。

1991年と1992年の採苗結果から, カキ類は初夏から秋にかけて付着する実態が明かとなったが, 水深別の付着の差, 年変動, 海域による付着の差, 海況によってどのように異なるかは判定できなかった。

一方, 付着したカキの稚貝がイワガキかどうか見るため, 8月に採苗した付着稚貝を, 殻長1 cm程度まで飼育し, 種の同定を行った。付着した稚貝は, イワガキの他, ノコギリガキが同定され, 付着稚貝が必ずしもイワガキでないことが確認された。本県の中部海域では7種類のカキ類が分布することが確認されており, 単純に天然採苗結果からイワガキの出現状況を判断できないことが示唆された。

表 2 - 1 石脇離岸堤先端付近水深 5 m のイワガキの採苗結果 (1991年)

投入日	取上	浸漬日数	浸漬枚数	付着枚数	付着個数	1枚当りの付着数	フジツボ類1枚当りの付着数	
1991.6.20	6.27	7	18	0	0	0.00	0.33	
	6.27	7.3	6	18	0	0.00	62.09	
	7.3	7.10	7	18	0	0.00	4.28	
	7.10	7.19	9	32	8	12	0.37	9.00
	7.19	7.29	10	18	0	0	0.00	1.00
	7.29	8.3	5	18	1	1	0.05	1.20
	8.3	8.8	5	18	1	1	0.05	400.00
	8.20	8.29	9		(流出)			
	8.29	9.4	6	18	0	0	0.00	178.75
	9.4	9.11	7	18	14	38	2.11	121.00

表 2 - 2 石脇沖導水管付近水深 5 m のイワガキの採苗結果 (1991年)

投入日	取上	浸漬日数	浸漬枚数	付着枚数	付着個数	1枚当りの付着数	フジツボ類1枚当りの付着数	
1991.6.20	6.27	7	18	0	0	0.00	1.00	
	6.27	7.3	6	18	0	0.00	1.33	
	7.3	7.10	7	18	0	0.00	1.57	
	7.10	7.19	9	26	9	12	0.46	3.61
	7.19	7.29	10	18	0	0	0.00	0.00
	7.29	8.3	5	18	0	0	0.00	6.20
	8.3	8.8	5	18	3	3	0.16	18.83
	8.8	8.20	13	19	4	5	0.26	45.00
	8.20	8.29	9	18	0	0	0.00	14.75
	8.29	9.4	6	18	0	0	0.00	30.25
	9.4	9.11	7	18	8	19	1.05	98.50

表 2 - 3 石脇沖水深10mの十字型礁に取り付けた採苗器の採苗結果 (1992年)

投入日	取上	浸漬日数	浸漬枚数	付着枚数	付着個数	1枚当りの付着数	フジツボ類1枚当りの付着数	
1992. 7. 8	8. 6	22	18	1	1	0.06	未調査	
	8. 6	8.17	12	18	8	17	0.94	〃
	8.17	8.28	11	18	2	2	0.11	〃
	8.28	9.14	17	18	0	0	0.00	〃
	9.14	10.23	39	18	0	0	0.00	〃

表 2 - 4 石脇沖水深15mの十字型礁に取り付けた採苗器の採苗結果 (1992年)

投入日	取上	浸漬日数	浸漬枚数	付着枚数	付着個数	1枚当りの付着数	フジツボ類1枚当りの付着数	
1992. 7. 8	7.30	22	18	1	1	0.06	未調査	
	7. 8	8. 6	29	18	2	2	0.11	〃
	7.30	8. 6	7	18	3	3	0.17	〃
	8. 6	8.17	12	18	0	0	0.00	〃
	8.17	8.28	11	18	0	0	0.00	〃
	8.28	10.23	56	18	4	7	0.39	〃

## 2. イワガキ試験礁設置付着板の付着面としての季節変化調査

県水産課の沿岸整備開発事業の調査のうちイワガキ増殖場事前調査として、カキ試験礁が1992年1月に石脇沖水深5, 10, 15メートルの地点に設置された。試験場では、投入されたカキ試験礁を定期的に追跡し、カキ類を含めたその他の生物の付着状況を調査した。カキ礁には予め縦25cm横50cm厚さ5cmのコンクリート板（以後、付着板とする）が、海中で着脱が容易にできるようボルトで取り付けられている。

水産試験場では、予め取り付けられた付着板を定期的に回収して、また同時に新しい付着板を設置して、投入した人工礁がイワガキにとって付着し易いものであるか検討を行った。

カキ礁投入後、カキ礁の礁面へのフジツボ類等生物の付着が顕著で、フジツボ類等を含めた付着物の重量変化を表3に示した。

この結果、設置から約3ヶ月で既にアカフジツボの付着が認められ、さらに5～7ヶ月後には付着板のコンクリート面が隠れるほどフジツボ類が成長して、付着物重量が300～700gに達した。さらに月が経過すると、フジツボ類も成長して10月には、全くコンクリート面が見えないほどになり、付着重量も1kgを越えたと考えられる。

このように、カキ試験礁としての人工構造物には、カキ類の付着を妨げる競合生物が存在するので、これら生物の動向を考慮しながら、投入時期を考える必要がある。

表3 カキ試験礁付着板の付着物の付着重量の推移（1992年）

付着板取上月日	浸漬月数	水深10m	水深15m
		(g)	(g)
1992. 4. 28	3 カ月	少量	少量
6. 3	5 カ月	351.4	383.4
6. 16	5 カ月	313.0	731.5
7. 8	6 カ月	446.8	392.3
8. 3	7 カ月	277.4	347.9
8. 3	7 カ月	247.7	540.4
8. 17	7 カ月	355.5	483.1
8. 17	7 カ月	287.8	314.8
8. 28	7 カ月	961.8	1,382.0
10. 23	9 カ月	調査中	調査中

### 3. 人工種苗生産試験

人工種苗を漁場展開した場合の増殖手法を確立するため、イワガキの種苗生産を試みた。

産卵に供した母貝は、石脇沖水深17mの大規模増殖場の十字型魚礁付着イワガキである。採卵直前まで一時的に水槽にストックした後、雌雄を区別して切開法により卵及び精子を小型アクリル水槽に収容して密度を調整して15リットルアクリル水槽で受精させた。受精後約6時間でトロコフォア幼生となり、水槽上面に浮上してきたので、サイフォンで別の容器に収容して、密度を調整して飼育水槽に収容した。

飼育回数は、3回行った。1回次は1992年7月22日、90リットルアクリル水槽に10個/mlの密度で収容した。水槽は25℃加温で保温したが、飼育7日目に幼生がいなくなったので飼育を終了した。

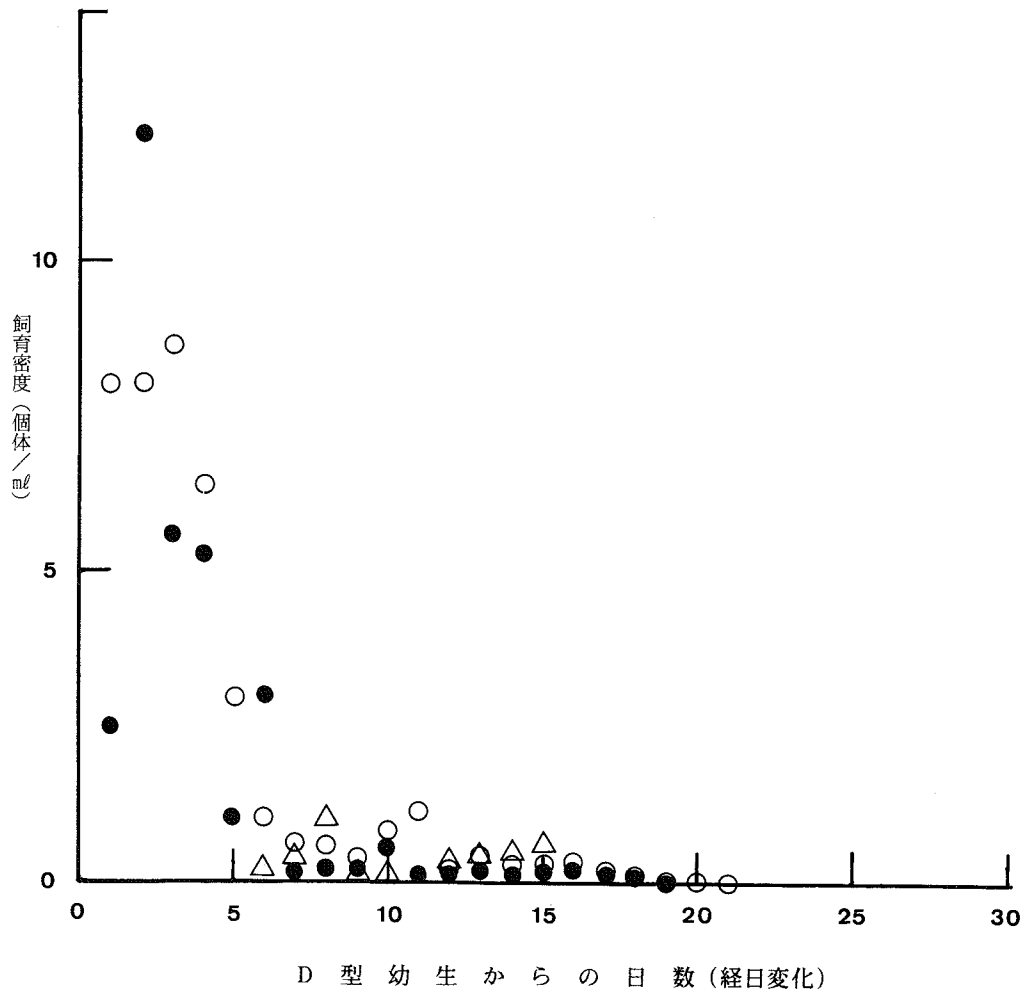


図4 1992年イワガキ種苗生産における浮遊幼生の飼育密度の経日変化(1992年8月3日～)  
○印は水槽 a, ●印は水槽 b, △印は水槽 a と水槽 b の底掃除で回収したイワガキ浮遊幼生を再収容した水槽を示す。

2回次は、8月3日に採卵し、1回次と同様トコロフォア幼生で100リットル円形水槽に2面、10個/mlの密度で収容した。飼育水温はウオータバス方式で25℃に保温して、飼育1日目から給餌を行った。餌料は *Cheatocecos calcitrans* と *Pavlova lutheri* を混合(4:6)して1万 cell/ml、1日1回与えた。底掃除は投餌前に行い、換水は底掃除後目測で水質が悪化したときに20  $\mu$ m のアンドンネットで1/2の割合で行った。飼育密度が、5日目で5個/ml以下になった後、飼育19日目と21日目で観察できなくなるまで低下していった(図4)。

3回次は、8月14日に採卵し、10個/mlの密度で、15リットルのアクリル水槽に収容した。水温は、2回次より1℃高め26℃のウオータバス方式で保温した。

餌料の培養には、栄養塩として Probasoli の ES 改変液を培養海水1リットルに対しA液1 ml、B液2 ml添加して調整した。飼料培養は、恒温室(20℃)で5リットルの三角フラスコを使用して通気培養した。照度は3,000~5,000ルクスで、滅菌は行わず1  $\mu$ m の濾過海水を使用した。動物プランクトンが発生したため、途中から煮沸滅菌して培養した。200ml三角フラスコで2~4週間静置培養したものを、5リットルの三角フラスコの種とした。

採苗結果は、2回次の種苗について水槽底面、壁面に5個体が付着し、3回次についても3個体が付着しただけであったので、いずれもホルマリン固定して、漁場への展開は行わなかった。

## II) バイ人工種苗の放流技術開発

西田輝己

平成4年度はバイの港内放流とその追跡をした。

### 方 法

平成4年度に鳥取県栽培漁業協会が生産したバイ種苗20,582個（平均殻高9mm）を用いて、その殻頂部に赤色素混入瞬間接着剤を施した後、9月24日酒津港西岸壁沿いのバイ種苗放流枠（1m四方10cm高鉄枠）3個内に均等放流をした。

なお、当放流には酒津漁協増殖検討会（8名）が主体となって実施し、枠上の逃避防止網の設置、10月20日頃までの毎日給餌を実施し、その鉄枠撤去後の分散を協同で見たものである。

放流地点及び11月20日の追跡調査の定点は、図-1に示す。

バイの採集は各定点を美保湾で使用した送気方式によるリフト式採泥器<sup>1)</sup>で、1㎡厚さ約10cmの砂泥を採集し、1mmメッシュでふるい分け後、測定した。

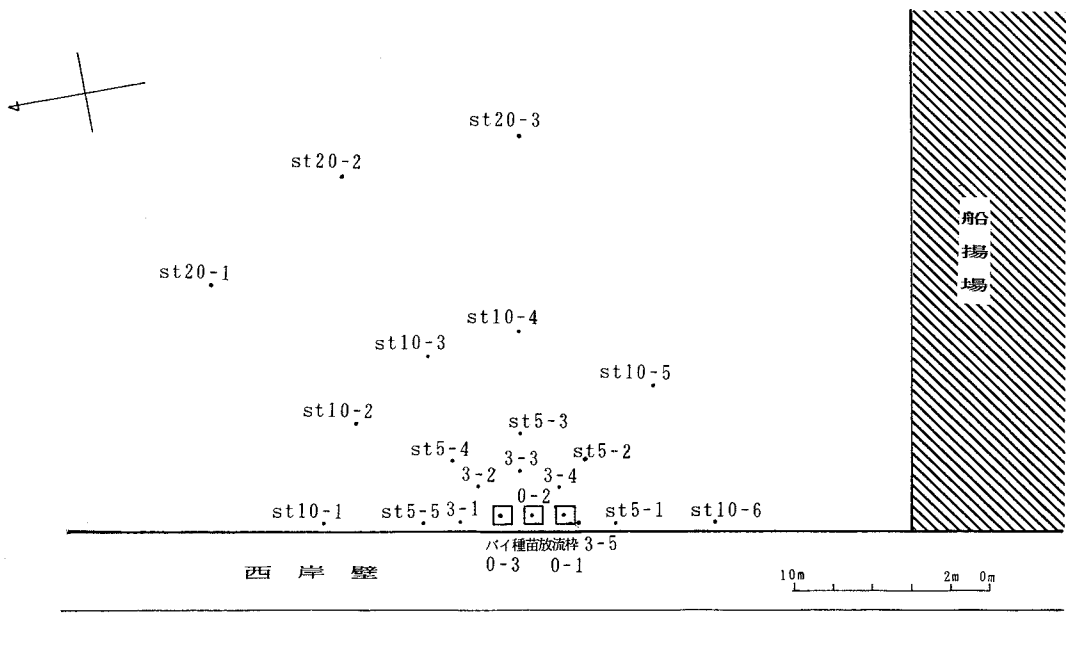


図-1 酒津漁港バイ種苗放流追跡調査定点



## 結 果

各定点での採集生物の一覧を表-1, 2に示す。

バイの採集個体数より、分布傾向を図-2に示すが、放流域より明らかに港口に向かって移動分散している様に思われた。

密度は最大49個/m<sup>2</sup>で高い密度を維持しているが、高密度の方向への調査が欠落しているため、分散しているバイの全体量の把握は困難であった。

今後追跡を広範囲に広げて実施する必要がある。

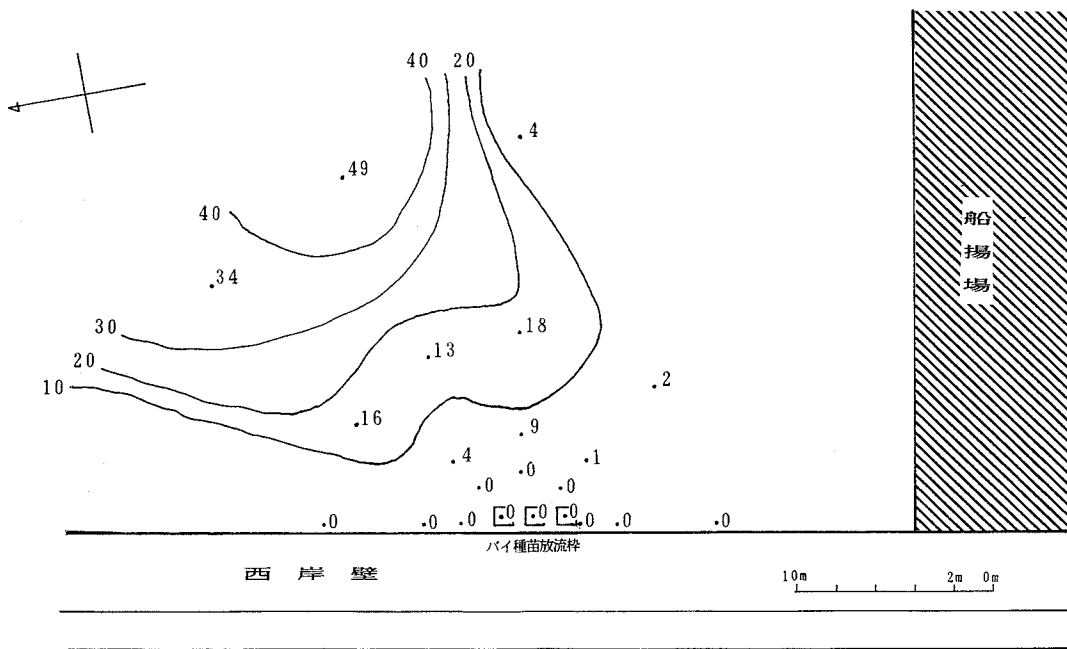


図-2 酒津漁港バイ種苗分散 ('92.11.20)

## 文 献

- 1) 俵 他：バイの複合種苗放流技術，昭和61年度（マリーナランディング計画）プログレスレポート(7)，99-106，日本海区水産研究所。

表-1 酒津港放流バイ分布個体数 (平米当り)

日付	h.4.11.200-1																			平均			
	0-2	0-3	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5	10-1	10-2	10-3	10-4	10-5	10-6	20-1		20-2	20-3	
バイ個体数	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	4	0	0	16	13	19	2	0	34	48	4		
平均殻長							8.7	9.2	10.2				10.7	11.2	10.6	10.8		10.7	10.6	11.1	10.38		
バイ死骸数	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	7	1		
アアキクボカイ	1	1							1				5					1	1	1	0.14		
チグサカイ												1						1			0.05		
ツメタガイ													1					1	2	2	0.27		
ムシロガイ													11					2			1.14		
ムシボタル	7			2		1						1	6		1						0.36		
ムギガイ			1									1									0.05		
ムラサキガイ																					0.05		
アサヒキヌタレカイ	1																			1	0.05		
ミノガイ																					0.05		
エゾマテガイ																	2				0.09		
アサ				1		1				1			1		1	7		2	1	3	1.14		
ヒメカノコアサリ																				1	0.05		
マルヒナガイ																				2	0.18		
マツカゼガイ	1																				0.05		
バカガイ																					0.05		
サキガイ																			1		0.18		
コハクツユガイ																					0.09		
カバザクラ	10	9	2	2		4	13	2		7		7	7	2	4	9	9	7	13	11	4.64		
コメザクラガイ			1	1									2		1	1	1			7	0.64		
ホソアシガイ								1					1	2		3					0.36		
ヒメツキガイ	1		1	1						1		1	1	1	2						0.32		
多毛類	1	20	3	8	12	4	2	5	17	10	10	36	15	33	10	72	56	36	99	25	25.41		
端脚類		6						1				1							1		0.41		
クルマエビ																					0.05		
エビジャコ																					0.18		
ニホンスモグリ																					0.09		
ヒメガザミ																					0.05		
ヒラコブシ																					0.09		
シロナマコメカニ																					0.09		
メナガオサカニ																				2	0.05		
合計	15	43	6	16	15	0	6	7	19	22	20	16	47	52	54	27	108	75	51	154	102	101	43.45
非生物重量	111.87	117.05	28	195.93	28.38	0	42.65	63	68.14	84.23	34.19	71.4	189.04	972.4	28.38	19.57	74.68	93.57	37.67	103.15	82.23	122.1	116.71

表-2 酒津港放流バイ分布重量 (平米当り)

日付	h.4.11.200-1	0-2	0-3	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5	10-1	10-2	10-3	10-4	10-5	10-6	20-1	20-2	20-3	平均	
バ		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1.625	2.375	0.25	0	4.25	6	0.5	0.85	
ア		0	0	0	0	0	0	0	0	0.125	1.125	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.12	0.02	
キ		0.151	0.209							2.021	0.082									0.086		0.211	0.02	
ク																		52.166					2.37	
コ																							0.24	
ク																							0.10	
ケ		0.546						0.089					0.085	1.078		0.058			0.111				0.04	
ケ													0.142	0.61									0.28	
コ																							0.03	
カ															0.385						0.562		0.02	
カ																							0.03	
キ																							0.23	
コ																							0.01	
カ																							0.04	
カ																							0.00	
サ																							0.08	
サ																							39.08	
コ																							0.02	
カ																							0.16	
カ		1.473	1.514	0.3369	0.648								1.568	1.8	0.863	1.152	2.995	2.488	2.669	4.255	1.065	0.424	0.10	
コ													0.175	0.225	0.498	0.313	0.637						0.09	
ホ																							0.11	
ホ													0.62	0.081	0.264	0.593							0.09	
多		0.677	1.291	4.874	0.777	1.738							1.477	15.918	1.868	17.152	11.144	16.525	11.105	7.339	8.955		6.66	
端													0.016							0.019			0.02	
ク																							0.29	
ル																							0.02	
エ																							0.03	
ニ																							0.01	
ヒ																							0.01	
ヒ																							0.01	
シ																							0.01	
シ																							0.01	
メ																							0.01	
ナ																							0.03	
ガ																							0.03	
ニ																							0.03	
合		8.712	3.911	5.387850.628	2.058	0	1.32	1.54	9.983	3.884	11.413	2.729	24.144	8.931	27.467	4.804	31.91	16.22	74.246	18.812	23.025	14.566	52.08	
非生物重量		111.87	117.05	28	195.93	28.38	0	42.65	63	68.14	84.23	34.19	71.4	189.04	972.4	28.38	19.57	74.68	93.57	37.67	103.15	82.23	122.1	116.71

### Ⅲ) サザエ人工種苗の放流技術開発

#### (サザエ人工種苗育成場造成技術に関する試験)

古田晋平・金沢忠佳\*

本県におけるサザエ人工種苗を用いた放流事業の試みは1983年以降、各磯場、漁港施設において行われてきた<sup>1) 2) 3) 4) 5) 6)</sup>。この間、放流サイズと生残との関係、中間育成手法の検討がなされてきた。これより、殻高2 cm以上の稚貝に高い生残率が認められること、採苗後1年を経た小型貝(殻高10mm以下)を放流サイズにまで育成するための漁港施設を利用した粗放的な中間育成技術の確率がなされてきた。しかし、放流稚貝を取り巻く磯場漁場の環境の変動は著しく、安定した効果を得るための放流技術の設定にはなお難しいものがあった。また、漁港施設を利用した中間育成手法も、利用できる施設や規模の無い地域には展開できない短所があった。そこで、これらを克服するために、放流漁場において小型貝の放流、育成に適した環境(育成場)を形成することを目的に、その基盤となるコンクリート製のブロック形状、設置方法、および管理手法を検討するための調査を行い造成事業のための方向性を策定した。

#### 材料と方法

県中西部に位置する東伯郡赤碕町の菊港東外縁の水深約1 mの磯場において調査海域の植生を把握するための調査を1988年9月12日に行った。その後、同海域において1988年2月20日、1990年11月5日および1991年9月14日に図1、図2、図3、図4に示したコンクリート製ブロック(それぞれA礁、B礁、C礁)を設置した。設置位置を図5に示した。設置後、1992年12月までの間、ブロックに着生した海藻の種類と被度、また、ブロック上面に設けた溝に堆積する底質を観察した。さらに、B礁を対象に、サザエ人工稚貝(平均殻高 $7.05 \pm 1.98$ mm)4,992個体をほぼ均一の密度に放流し、その後の残存率と溝の形状、設置位置との関係を検討した。

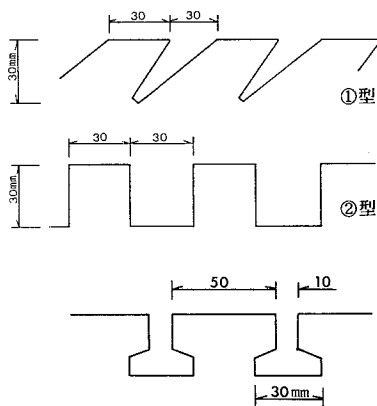


図1 育成ブロック(試験用)の溝断面

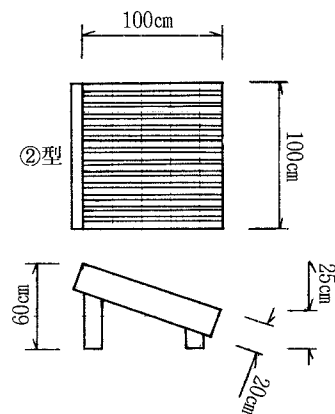


図2 A礁の断面・平面図

\* 鳥取県栽培漁業協会

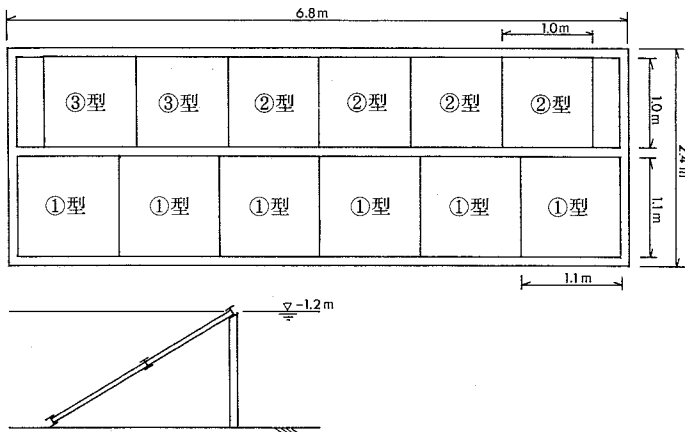


図3 B型礁の断面・平面図

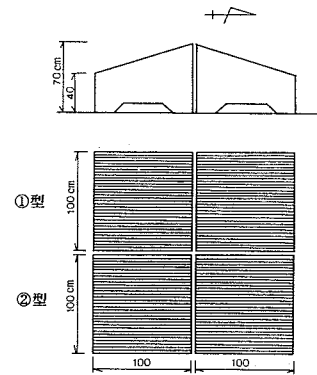


図4 C型礁の断面・平面図

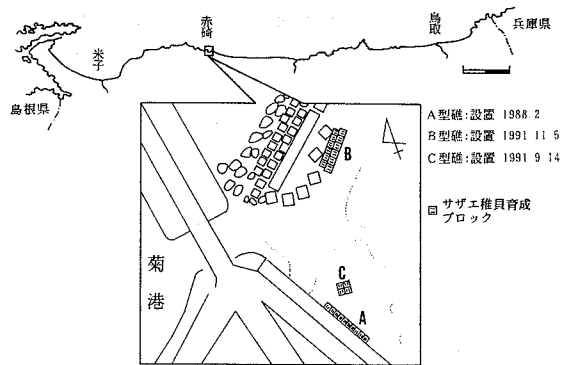


図5 サザエ稚貝育成ブロック設置位置

## 結果の概要

### 1) 調査海域の植生

ブロックの設置位置を含めた水深1.5m以下の海域約500㎡を対象に5mごとに南北のトランセクトラインを設け、これに沿った2mごとの定点に着生する海藻の優占種と被度を観察した。その結果、当海域ではマクサを主体としたテングサ科が優占し、部分的にヤツマタモクを主体としたガラモ場になっていることが判った。また、その被度は10%~80%、平均34.8±17.8%だった。

### 2) ブロック着生海藻の遷移

ブロックに着生した海藻の被度と種類の推移を表1に示した。これにより、ブロックに着生する海藻は設置時期に関わらず、2ヶ月から5ヶ月後にはアナアオサ、ヒラアオノリを主体とする緑藻類がほぼ半面を覆い、10ヶ月から15ヶ月後の冬期にはモク類を主体とする褐藻類に、さらに、設置後18ヶ月から24ヶ月でテングサ科、マツノリを主体とする紅藻類へと遷移したことが判る。また、紅藻類に至った植相は、その後、安定していることも判る。一方、水深帯を比較したB礁では、遷移初期の緑藻類の時期には上段に被度が高く、その後、褐藻類の時期に移ると下段に高くなった。また、南北方向の斜面を比較したC礁では、恒に南側に被度が高かった。

表1 育成ブロック着生海藻の被度と優占種の経過

礁	年月	経過月数	位置	被度(平均)(範囲)		優占種
A	1988. 2	0		0	0	---
	5	3		4.2	3-6	アナアオサ, イワノリ類
	12	10		2.1	1-4	ヤツマタモク, ヨレモク
	1990. 2	24		9.0	8-10	ツノマタ, マクサ, マツノリ
	1992. 1	47		10.0	10	マクサ, オニクサ, マツノリ
B	1991.11	0		0	0	---
	1992. 1	2	上列	5.8	2-8	イワノリ類, ヒラアオノリ
			下列	0.8	0.5-2	褐藻類幼体
	7	8	上列	4.3	1-8	フクアオノリ, アオサ
			下列	2.5	2-3	モク類幼体
	12	12	上列	2.8	2-5	ヤツマタモク, ヨレモク, マクサ
下列			4.2	3-6	ヤツマタモク, ヨレモク	
C	1991. 9	0		0	0	---
	1992. 1	4	北斜面	6.5	6-7	アナアオサ
			南斜面	9.5	9-10	アナアオサ
	12	15	北斜面	2.5	2-3	ヤツマタモク, マクサ
南斜面			5.0	4-6	ヤツマタモク, マクサ	

### 3) ブロックの溝形状と底質の堆積

ブロック上面に設けた溝における底質の堆積状態の推移をその断面形状ごとに追跡した結果を表2に示した。これより、②型と③型については設置後24ヶ月を経て底質の堆積が見られるブロックもあったが、多くは周年を通して底質の堆積はごく少なかった。これに対し、①型では断面の半分以上に底質が堆積している場合が多く、その傾向は夏期により著しかった。

表2 育成ブロック溝に対する底質堆積量断面割合の経過

礁	年 月	経過月数	溝断面形状	堆積量断面割合
A	1988. 2	0	②	0
	5	3	②	0-2
	1990. 2	24	②	1-5
B	1991.11	0	①②③	0
			②	0-1
			③	0-1
	7	8	①	6-9
			②	0-1
			③	0-1
	12	13	①	4-6
		②	0-1	
		③	0-1	
C	1991. 9	0	①②	0
	1992. 1	4	①	7-8
			②	0-3
	12	15	①	4-5
			②	0-2

4) 放流稚貝の追跡

B礁に放流した人工稚貝の14日後の残存率を図6に示した。ブロックに残存した稚貝は1,305個体で、放流個体数に対して26.1%だった。また、ブロック近縁の転石間でも多数の人工稚貝が確認された。この内、ブロックでの残存率は上段に設置した②型に高く、下段に設置した①型に低かった。これには、溝断面の形状とともに、植生、底質の堆積なども影響していると考えられる。一方、この間の成長速度を、放流後に異なる色調で示される貝殻縁辺伸長量<sup>1)</sup>で比較した結果を図7に示した。これより、ブロックに残存した個体に比べて外部に逸散した個体の方が成長速度が速かったことが判る。これは、実験に供したB礁の設置後の期間が8ヶ月と短く、餌料となる海藻の着生が少なかったことが原因と考えられる。

単位：%

	③型 13.7	③型 倒壊	②型 56.7	②型 24.8	②型 59.9	②型 58.4	
放流(1992.7.8) 4,992個体(SH 7.05±1.98mm)							
	①型 13.5	①型 9.1	①型 13.0	①型 22.4	①型 21.9	①型 15.6	
追跡(1992.7.22) 1,305個体(26.1%)							

図6 放流14日後のブロック別残存率

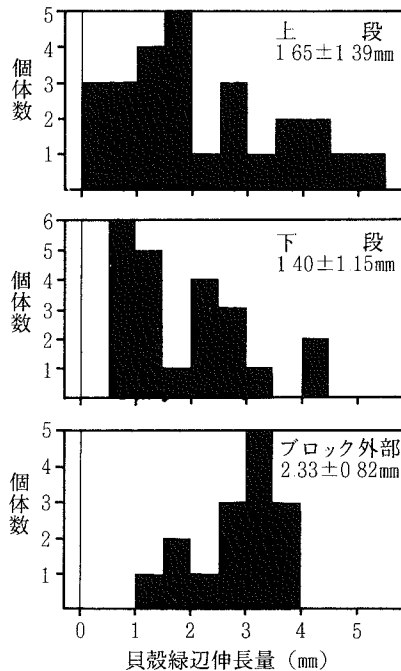


図7 放流14日後の分布位置による成長量の比較



## 人工種苗育成場造成技術の検討

当試験の結果と従来の知見を基に放流稚貝の育成場に求められる環境条件とその環境を形成するためのブロック設定条件を検討した。

### 1) 放流稚貝育成場に求められる環境条件（制御内容）

- ① 豊富な餌料が供給される（着生基盤の光条件，方位）
- ② 稚貝の居付がよい（稚貝付着基盤となる間隙の形状，幅，水深帯）
- ③ 外敵の影響がない（捕食動物付着基盤の形状）
- ④ 波浪の影響が少ない（基盤の位置，方向，耐波形状）
- ⑤ 付着基盤が安定している（基盤の単体重量）
- ⑥ 漂砂，飛砂の影響がない（基盤の位置，間隙の形状，傾角）
- ⑦ 淡水の影響が少ない（基盤の位置）
- ⑧ 海水温が高い（基盤の位置，付着面の方位）
- ⑨ 育成期間を終えた稚貝が残留しない（間隙の幅）

### 2) 稚貝育成ブロックの設定条件（目的）

- ① 稚貝の付着面が水深0 mから1 mまでをカバーする（稚貝の逸散防止）
- ② 海藻着生面，稚貝付着面を南斜面とする（海藻の生産性，稚貝の成長促進）
- ③ 南斜面を消波構造とする（稚貝の脱落防止）
- ④ 稚貝付着面に②型の溝を設ける（稚貝の滞留，底質の堆積防止）
- ⑤ 溝は幅，深さを考慮する（既育成貝の逸散促進，捕食動物の侵入防止）
- ⑥ 溝間隔を考慮する（餌料着生面の形成，モク類の繁茂抑制）
- ⑦ 溝方向を考慮する（稚貝の脱落防止，底質の堆積防止）

## 引用文献

- 1) 古田晋平・山本栄一（1986）：サザエ人工種苗の放流と追跡，昭和60年度栽漁試事報，65－69.
- 2) 古田晋平・山本栄一・山田幸男・桜井則広（1987）：サザエ人工種苗の放流と追跡，昭和61年度栽漁試事報，5，49－60.
- 3) 古田晋平・山田幸男・桜井則広（1988）：磯場増殖試験，サザエ人工種苗の放流と追跡，昭和62年度栽漁試事報，50－61.
- 4) 古田晋平・渡部俊明・山田幸男・桜井則広（1989）：磯場増殖試験，サザエ人工種苗の放流と追跡，昭和63年度栽漁試事報，49－51.
- 5) 古田晋平・渡部俊明・桜井則広・金沢忠佳（1990）：磯場増殖試験，I）サザエ人工種苗放流手法の検討，平成元年度鳥取水試年報，53－54.

## 6. 沿岸漁場造成技術開発試験調査

山田英明・西田輝己・古田晋平

### 目 的

沿岸漁場整備開発事業が実施されている増殖場について事業の進展に伴う生物及び物理環境の変動等を調査する。

### 方 法

人工礁の破損状況、移動状況を把握するため、スキューバ潜水により目視観察、及びビデオカメラの撮影を行った。また対象生物の分布状況を把握するため、蛸集状況をチェックした。

調査した増殖場は、岩美町羽尾地先水深30メートルの海域で、1983年～1987年に投入された並型魚礁である。

### 結 果

調査海域の底質は、並型魚礁の周囲が中砂となっているものの、並型魚礁の内部はイタヤガイ等の貝殻が混じった粗砂となっている。

増殖場の配置は、中心部に直径約30メートルの範囲内に並型魚礁が何基か不規則に重なりあって二から三段積みになった部分があり、その周縁は一層となっている。また、周囲には、単独にいくつかの並型礁が散在している。

礁内部は、洗堀によって、底部まで掘れているものの、周辺部では中砂の砂で並型礁の中程まで埋もれている状況で、洗堀は大きくは観察されなかった。礁全体で破損の確認できたものは、一基のみでそれも中程度の破損であった。

並型魚礁に付着した生物については、フジツボ類を主体に、エボヤ、ヒドロムシ類、イバラノリ等の海草の繁茂が観察された。また、礁の所々には、漁具網、ロープ、曳縄ワイヤー等のひかりも観察された。

蛸集生物については、下記のとおりであった。

表1 並型魚礁に蛸集した蛸集動物

種 類	サイズ (cm)	量 (個体数)	位 置
マ ダ イ	20～30	100以上	礁群周縁下層
ブ リ	30～35	100以上	礁群全体上中層
マ ア ジ	10～15	1,000以上	礁群全体中層
ネンブツダイ科	5～10	1,000以上	礁群内部下層
イ サ キ	20～30	50以上	礁群全体中下層
イ シ ダ イ	25～30	30以上	礁群全体中層
ショウサイフグ	20～25	50以上	礁群全体中下層