

# 栽 培 漁 業 部

# 1. 種苗量生産技術開発試験

## 1) ヒラメ種苗量生産技術開発試験

(給餌休止日が成長および性比に与える影響)

岸本好博・山本栄一

### 研究目的

ヒラメ種苗生産途上の稚魚期飼育において、現在は全日に渡る給餌がおこなわれ、種苗生産期に飼育職員の休暇を組入れることが難しい。そこで、稚魚飼育期に給餌給仕日を設けることで、より合理的な飼育チーム作業ローテーションの実現が可能であると推察される。

そこで、遺伝的に均質なクローンヒラメを材料に、給餌休止日がヒラメ種苗の成長および性比に与える影響を調査し、通常の種苗量産過程に給餌休止日を組入れることの是非を検討した。

### 結果の概要

ヘテロ型クローンを材料に給餌休止日が成長および性比に与える影響を調査した。ヘテロ型クローンを日齢45から日齢85までの間に給餌休止日を0日、8日に1日、4日に1日、2日に1日、とする飼育群を各2群ずつ設定した。これらを常温で飼育し、日齢86からは各飼育群とも毎日給餌を行なった。定期的な全長測定と、日齢240以降に解剖による性比判定をおこなった。

日齢55ですでに給餌休止日0日飼育群と他の飼育群とに有意な成長差が現れ始め、以後その差は広がった。しかし、8日に1日の飼育群では成長の遅れは比較的小さかった(日齢85で1~7mm)。

性比は、給餌休止日0日群の雌の割合が96.6%および99.0%と高率である一方、2日に1日給餌休止飼育群では80.6%および84.6%と低く、両者の間に有意な差が認められた。このことにより、飢餓によるストレスがヒラメの性分化に影響を与える可能性が示唆された。しかし、4日に1日の給餌休止飼育群では、雌の割合は92.6%および96.3%で高率であった。

このことから、1週間に1日程度の給餌休止日を設けることは、種苗生産成績にそれほど大きな影響を及ぼさないことが示された。しかし、上記結果は、あくまでも小規模飼育によって得られたものであり、これを事業規模の大量種苗生産に適用するには、生残率等の再検討をおこなう必要があるものと考えられる。

なお、この試験の詳細については、別途報告予定である。

## II) メイタガレイ種苗量産技術開発試験

水産総合研究センター

水産総合研究センター

岸本好博

### 目 的

メイタガレイの種苗生産の基礎となる親魚養成及び種苗生産について検討する。

### 材料と方法

(1) 親魚及び採卵 本年度は、夏期高水温により昨年度まで飼育していた親魚及び平成6年4月に購入した親魚が大量斃死し、生残した16尾（雄9尾（平均全長21.5cm・平均体重132.5g）・雌7尾（平均全長22.9cm・平均体重172.1g））を採卵用親魚とした。

産卵水槽は、底に3～4cm程度砂を敷いた屋外7kキャンパス水槽を使用し、餌料として冷凍オキアミ・多毛類を与えた。

採卵は、排水口からオーバーフローする卵をゴース布製集卵ネットに受けて行い、浮上卵と沈下卵に分離し重量法により産卵数を算出した。

### 結 果

本年度は雌親魚の成熟が遅く、例年では10月上旬には観察される腹部の膨らんだ個体が11月中旬まで現れなかった。また、成熟する個体も少なかった。

産卵は12月12・22・27・28日の4回だけで、その後翌年の1月末まで採卵ネットを設置したが産卵は見られなかった。総産卵数は29,200個で、その内12月28日に300個の受精卵があったのみで種苗生産試験は行わなかった。

これは、夏期に死亡した親魚の多くは大型のもので、生残した雌親魚で全長25cm以上は1尾だけしかなく、サイズの的に成熟する雌親魚の不足が原因と考えられる。

### Ⅲ) ズワイガニ種苗量産技術開発

#### (ズワイガニのゾエア及びメガロパ幼生の飼育方法の検討)

松本 勉

#### 目 的

本県ではズワイガニの種苗生産試験を継続実施しているが、一期ゾエアの飼育に良好な結果が得られていない。このため一期のゾエアの飼育技術を開発することを目的に、飼育水へのワムシ、アルテミアの投与量、飼育水の加温方法等について検討する。また一期のゾエアの飼育で得られた二期のゾエア、及び二期のゾエアの飼育で得られたメガロパについても同様に検討する。

#### 材料と方法

賀露漁協から1994年11月14日に購入した親ガニから、1994年から1995年にかけてふ出した一期のゾエアを、合成樹脂容器(2L容、10L容、250L容、100L容、500L容)に収容して飼育実験を行った。各飼育容器には、ゾエア等の餌としてワムシ、アルテミア幼生、配合飼料等を投与した。飼育水は止水、エアリフトによる流動、または流水とした。飼育水を直接加温したり、ウォーターバス方式で加温して、ゾエア等を飼育した。飼育水を直接加温するには、投げ込み式ヒーターを使ったり、飼育容器の上方に電球を点灯したりした。アルテミアは比較的大型のカリフォルニア産(ふ化幼生平均体長531ミクロン)と比較的小型のベルギー産(ふ化幼生平均体長486ミクロン)をつかった。一部の実験では飼育水中にフェオダクチラムを添加した。

#### 結 果

一期のゾエアの飼育初期にワムシを投与する区と、ワムシを投与しない区の比較では、明確な差は見られず、ワムシの投与効果は明確にならなかった。

一期のゾエアの飼育に関して、カリフォルニア産アルテミアとベルギー産アルテミアの餌料としての効果を比較したが、明確な差は見られなかった。

一期のゾエアを配合飼料または冷凍アルテミアで飼育した結果、二期のゾエアへの脱皮は見られなかった。また二期のゾエアを配合飼料で飼育した結果、メガロパへの脱皮は見られなかった。

飼育水中に添加したフェオダクチラムは、一期のゾエアの飼育に特別の影響は与えなかった。

飼育水を流水にしたり、エアリフトで流動させることは、一期のゾエア及び二期のゾエアの飼育にとって、良好な結果をもたらさなかった。

メガロパへの脱皮直前の二期のゾエアを8/10海水、9/10海水、10/10海水に収容した結果、メガロパへの脱皮率に大きな差は見られなかった。

メガロパの餌としては小さすぎると懸念される、比較的小型のアルテミア(ベルギー産)でメガロパを飼育したが、一齡稚ガニへの脱皮が見られた。

#### IV) バイ種苗量産技術開発試験

米村進司

##### 目 的

バイ種苗生産において、天然親貝資源の減少、有機スズなどの海洋汚染による雌の形態的な異常などにより、天然親貝による採卵が難しくなっている。そこで、当県海域に比べこれらの海洋汚染の影響が少ないとされる他県海域で採取されたバイを親貝として利用するに当たり、海域別の親貝の産卵状況について比較検討する。

##### 材料と方法

親貝は、有機スズなどの海洋汚染の影響が少ないとされる島根県隠岐及び新潟県寺泊から産卵直前の6月初旬に購入した。ここから海域別にそれぞれ雌雄10個体ずつランダムに取り出し実験に使用した。飼育方法は、海域別に飼育し500ℓ黑色ポリエチレン円型水槽1基中に雌雄一個体ずつ入れた黑色プラスチック円筒型容器(径25cm, 高さ60cm)を10個入れ、流水式とした。また、円筒型容器の上蓋及び底面はポリカーボネイトメッシュを使用し、それぞれ個別に上蓋から注水した。給餌は、親貝1個体に付きヒレグロを3日間に1枚ずつ投与した。また、親貝は、個体識別ができるようカタカナ五十音順に隠岐産は雌ア～コ、雄サ～ト、寺泊産は雌ナ～ホ、雄マ～ヨと小型電気ドリルで削り記し、雌雄のペアの組み合わせは、ア×サ、イ×シ、ウ×ス…ホ×ヨとした。またこのとき、殻長、雌の形態異常(ペニスの有無)について観察した。採卵については、毎日午前9時に観察し、産卵確認後は、個体別に採卵、卵嚢数及び卵粒数の計数を行った。

##### 結果の概要

海域別個体別の産卵状況について、表1に示した。雌の形態異常(ペニスの有無)については、隠岐産が10個体中10個体と100%ペニスを確認されたのに対し、寺泊産は10個体中3個体、30%と差が認められ、また概観ではあるが寺泊産の形態異常個体のペニス長は隠岐産に比べ短かった。

卵嚢1個当たりの卵粒数は、2海域とも大差はないが、産卵日数、卵粒数及び卵嚢数については、隠岐産は寺泊産のほぼ2分の1程度であり、海洋汚染による影響は、バイの生殖機能に少なからず影響を与えているものと考えられた。

表1 バイ親貝の海域別個体別の産卵状況結果

	産卵親貝 ♂*♀	購入時 雌の殻長	産卵日数	卵粒数	卵嚢数	卵嚢1個当たり の卵粒数	ペニスの有無
隠岐産	イ*シ	738 mm	3	7,928 粒	207 個	38.3	有
	ウ*ス	750	4	5,908	164	36.0	〃
	オ*ソ	711	1	23	4	5.8	〃
	キ*チ	690	1	885	18	49.2	〃
	ク*ツ	713	4	2,065	104	19.9	〃
	ケ*テ	779	2	3,557	125	28.5	〃
	コ*ト	718	9	5,982	258	23.2	〃
平均値		728.4	3.4	3,764	125.7	28.68	
寺泊産	ナ*マ	703	9	10,657	265	40.2	無
	ニ*ミ	702	12	58,084	272	29.7	有
	ヌ*ム	656	12	7,704	226	34.1	〃
	ネ*メ	670	15	13,873	406	34.2	〃
	ハ*ヤ	686	5	2,644	116	22.2	無
	ヒ*キ	634	2	1,495	51	29.3	〃
	フ*ユ	643	6	8,159	223	36.6	〃
	ヘ*エ	628	9	5,653	251	22.5	〃
ホ*ヨ	632	6	3,996	173	23.1	〃	
平均値		661.6	8.4	6,918	220.7	30.2	

## 2. 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-IV\*)

山本栄一・岸本好博

### 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実施し、雌性化卵の大量作出例を蓄積した。産卵群は、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27個体と、通常雌7個体(いずれも1986年生まれ魚)からなるA群で、3月10日(12.0℃)から5月20日(17.4℃)までの期間に産卵が計58日に渡って確認され、得られた卵数は計3,015万粒(浮上卵数:504万, 胚形成卵数:338万)であった。

産卵群Aについては1989年から継続して同様な自然産卵実験を行ってきた。1991年までは雌親魚1個体あたりの産卵数は成長にともなって増加していた。しかし、その後、産卵数が減少し、特に昨年度そして本年度と、得られる胚形成卵が著しく減少した。この要因として、雌親魚が高齢(満8歳)となり、生理的な産卵数の減少および卵質の低下が生じた可能性が示された。

そこで、雌親魚を満3~4歳の若齢通常魚に変更し、雄はそのまま高齢魚を利用する産卵群(B)を設けた。この産卵群には、1994年12月1日よりの結果、1995年1月10日に産卵が開始され、1月中に雌親魚1個体あたり総産卵数78.1万粒、胚形成卵数26.5万粒(浮上率:48.7%, 胚形成率:69.5%)の好成績が得られた。このことから、G1雄は、性転換雄として、産卵群にかなり高齢に至るまで使用可能であることが明らかとなった。

##### 2) 雄への性転換阻止方法

雌性化種苗生産実験(1.8t水槽使用, 日齢90まで)を1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。上述の産卵群Aから4月15日(卵数:15,000,

\*: 詳細を「平成6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。

胚形成率：74.2%）に得られた卵を用いた。性分化時期（日齢41～80）に、雄への性分化の転換阻止を目的とした20℃程度の一定水温飼育を行なった。その結果、日齢90で、雌性化種苗を2,020個体（ $66.1 \pm 5.89$ mm）生産することができた。生産種苗の雌の割合は、99.1%であり、著しく高率であった。対照の自然流水水温飼育群では、雌の割合は83.1%で、比較的高率であるものの、一定水温飼育群の雌の割合には及ばなかった。

このことから、20℃程度の一定水温飼育が遺伝的雌の生理的雄への性転換阻止に有効であることが再確認された。

なお、生産された種苗は、米子市漁協ヒラメ養殖場での飼育（養殖）試験に供されている。

### 3) 親魚の成熟制御の応用

産卵群Bによる量産規模での長日処理による早期採卵実験をおこなっている。結果は来年にまとめて報告する。

## 2. 優良クローンの作出と利用技術の確立

### 1) クローンの作出と特性

[平成3年作出の第1卵割阻止型雌性発生2倍体を親魚とするクローンの作出]

新たなホモ型クローンの作出を主な目的に、平成3年に作出し、成長特性調査を実施した第1卵割阻止型雌性発生2倍体（G2と略記）の成長優良個体を親魚として育成し、次世代のG1の誘導によるホモ型クローンの作出を試みるとともにヘテロ型クローンの作出も試みた。

採卵目的で養成したG2雌親魚のうち、本年度は2個体から採卵することができたにとどまった。満2歳時では、約半数の雌親魚で成熟（卵巣の発達）がみられなかったが、満3歳時に初回成熟する個体が見られた。

G1の誘導（マダイUV照射精液媒精，受精2分後に開始する加圧処理）によるホモ型クローンの作出と、平成3年に作出したホモ型クローンの雄個体との交配によるヘテロ型クローンの作出をおこなった。ホモ型クローンおよびヘテロ型クローンとも2例ずつ作出することができた。

### 2) クローンの種苗生産方法

作出したヘテロ型クローンを用いて、準量産規模による1例の雌性化クローン種苗生産実験（1.8t水槽使用，日齢90まで，初期卵数：7,700，4月24日ふ化）を行なった。性分化時期（日齢41～70）に雄への性転換阻止を目的とした20℃程度の一定水温飼育を行なった。自然水温による飼育群を対照群とした。

雌性化クローン種苗生産群では、日齢90の生産数は1,312個体で、全長は $78.4 \pm 4.17$ mmであり、その変動係数は0.053と小さく、魚体のバラツキが小さかった。日齢240時点で性比を調査した結果、雌の割合は100%であった。自然水温による対照群では、日齢90の全長は $61.9 \pm 11.63$ mmであり、雌の割合は88.7%で比較的高率であったが、一定水温飼育群のように全雌にはならなかった。

なお、作出した種苗は試験場内での成長（養殖）試験に供されている。

## 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



平成5年に作出した雌性化種苗（雌の割合：87.6%，親魚群＝本年度のA群と同一）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600まで）および給餌量調査を行ない，生育過程を調査した。

養殖魚は飼育期間を通じて比較的安定した成長を示した。日齢350（3月）の測定時に，搾精による雌雄の判定を合せて行なったところ，すでに雌雄の成長差は明らかであり，体重で雌（平均387.4g）は雄（293.2g）の1.3倍に達していた。日齢300から400の低水温期と，日齢500から550の高水温期に，ヒラメの成長は停滞した。しかし，日齢400から500までの水温上昇期および日齢550以降の水温下降期の成長は速く，とくに後者で著しかった。飼育を終了した日齢600（11月）で平均体重は1009.4gに達し，雌は体重803gから1,518gの範囲にあった。

本年度は，夏期に西南日本では高温水となり，400g以上のヒラメの大量斃死が報告されている。しかし，本試験場では，夏期の最高水温が26℃ないし27℃代にとどまり，8月中旬で平均699g（日齢500）のヒラメを無理なく越夏させることが可能であった。このことは，西部日本海沿岸では，大型ヒラメの越夏が可能で，出荷サイズを1kgないし2kg，またはそれ以上に設定した養殖パターンが実現される可能性が示された。

本年度に作出した雌性化種苗計約1,000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。

### 3. 栽培漁業定着推進調査

#### I) ヒラメ栽培技術推進調査

(健苗育成技術開発委託研究V-2 対捕食者行動の解発)\*

古田晋平

##### 目的と背景

ヒラメ人工稚魚には放流後初期に被食による急激な減耗があることが知られている。これに対し、同海域に同様に分布する天然稚魚には被食事例が極めて少ない実態がある。この差の要因として、稚魚の対捕食者行動の内、高い捕食リスクが想定される摂食行動において、人工稚魚には明らかに補食されやすい特性があることが推定された。ただ、ヒラメ稚魚の摂食行動には、飢餓による影響が強く現れることから、本年度はその過程を把握し、さらに、飢餓耐性を強化するための給餌方法の検討を行った。一方、これまで健苗性の指標にされることの多かった天然魚についても、餌料条件によっては飢餓状態に差が考えられることから、時期的な性質の違いと被食減耗との関わりについて検討した。

ところで、ヒラメ稚魚の量的な被食減耗は夜間にも生じる可能性が示されている。その理由として夜間の行動特性と魚体からの排泄物を想定した検討が進められているが、その定量的な実態は明かでない。そこで、本年度は放流域に多産するカニ類を対象に、その実態の把握に務めた。

##### 研究成果の概要

本研究の詳細は「平成6年度健苗育成技術開発委託研究の概要」に投稿したため、ここではその要約を掲載する。

1. ヒラメ天然稚魚を対象に飢餓が摂食行動に及ぼす影響を実験的に検討した結果、ごく短期間(3-10日間)の絶食によって摂食行動が著しく鈍化することが判った。また、その影響は稚魚のサイズにかかわらず現れることが考えられた。また、このような飢餓の影響がヒラメ1才魚による被食に結びつく可能性が強いことが水槽実験によって考えられた。

2. 砂浜浅海域に加入着底したヒラメ天然魚の成長、分布、肥満度、および摂餌率と、同海域におけるアミ類分布量、さらに同海域に分布するヒラメ未成魚による稚魚の被食率の季節的な追跡を行った。その結果、アミ類が急減する6月中旬以降、ヒラメ稚魚の分布量が急激に減少し、残存した個体の摂餌率と肥満度が低下し始めた。また、ほぼ同時に被食率も急増した。これより、天然域においても、餌料条件の悪化に起因する稚魚の飢餓が同種の被食による減耗に関わっている可能性が強いことが考えられた。

3. 短期間(10日間)の給餌量と給餌頻度が、その後の飢餓による摂食行動の変化に及ぼす影響を実験的に検討した。その結果、魚体重の3%を給餌した実験区に比べて、1%を給餌した実験区に飢餓耐性が低く、短期間の絶食で摂食行動が鈍化する傾向が示された。また、3%を給餌

\*水産庁研究部研究課委託研究

した実験区では1日の給餌回数が多いほど飢餓耐性が強く、1%を給餌した実験区では反対に給餌回数が多いほど摂食行動が鈍いことが考えられた。これより、放流前の人工種苗への給餌量と給餌頻度によっては、その後の摂食行動の飢餓耐性に強い影響が示されることが考えられた。

4. ヒラメ人工種苗放流域において採集したヒラツメガニの胃内容を調査した結果、同種による量的な被食が生じている可能性が考えられた。

## II) バイ人工種苗の放流技術開発

西田輝巳

昨年度年報に報告した酒津漁港において、追跡調査を実施したので、その内容について報告する。

### 方 法

平成4年9月24日に港内放流した標識付バイ約2万個（平均殻高9mm）と平成5年10月26日に無標識バイ1.7万個（平均殻高7mm）の追跡調査を平成4年9月10日と10月21日にカゴ網で実施したが、採集個体がなかった。

このため、昨年度平成5年9月10日と10月15日に実施したカゴ網採集結果をここに報告する。カゴ網は港内に28個2m間隔で餌付けしたものを前夜設置し、翌朝引き上げて採集物をカウントした。

### 結 果

平成5年9月10日に実施したカゴにはバイは採集されなかったが、平成5年10月15日のカゴには表1のバイが入網していた。

平成4年の種苗生産であるので、満1才貝であるが、平均殻高24.0mmに成長している。また、殻頂部に赤色ボンドの標識脱落率は20%である。

4月14日の平均殻高11.7mm、標識脱落率は10.1%であった。その後約5ヶ月後、夏場を経過したことにより、殻高は倍以上となったが、標識脱落率も2倍近くとなった。

今後、2ヶ年にわたって約3.7万個の種苗が放流されている酒津港内を内湾としてとらえて種苗の歩留まりと成長を追っていくものとする。

表1 酒津港内カゴ網入網バイ（'93.10.15）

No	殻高	重量	殻頂標識
1	18.0	1	有
2	21.0	2	無
3	21.3	2	有
4	22.5	2	無
5	23.3	2	有
6	23.8	3	有
7	23.9	3	有
8	27.8	2	有
9	28.5	4	有
10	29.9	3	有
平均	24.0	2.4	標識脱落率20%

籠数28個で港内捕獲。

### Ⅲ) イワガキの人工種苗生産試験

山田英明

#### 目 的

近年、イワガキは知名度の上昇とともに、需要が増大しつつある。しかし、鳥取県では、開放型の砂浜海岸線に点在する天然の岩場に付着するイワガキを利用しているので、漁獲量の上限は100トンを超えるくらいで、需要に答えるほどの漁獲量の大幅な増加は期待できない。本県沿岸域でイワガキの増殖を推進するには、天然海域で採苗が可能であるかの検討が必要である。しかし、1991年～1994年のイワガキ浮遊幼生調査と天然採苗試験を実施したところ、日本海に出現するイワガキ様浮遊幼生の出現量は、プランクトンネット垂直曳などからみて、 $90\mu\text{m}$ ～ $120\mu\text{m}$ の小型幼生が1曳網当たりイワガキで200個と、マガキで10,000個以上となることと比べると、幼生密度でイワガキはマガキの100分の1程度低い状況にあり、採苗結果からもマガキが採苗器1日1枚当たり最大1,000個付着するのに対し、イワガキは採苗器1日1枚当たり最大で16個と2桁のオーダーで少ない状況となっていて、イワガキの稚貝を大量に確保することができなかった。イワガキの“養殖”は本県の冬の海況を考えると、施設的に馴染まないであろうと考えられるが、需要に答えるためには、避けて通れない課題である。本県では、安定的にイワガキの稚貝が確保できる方法として、イワガキの人工種苗生産を検討し、小規模での種苗生産試験を実施した。

ただ、イワガキは、商品となるまでに長い年月を要し、天然域では加入資源（幼生及び稚貝）が少なく、付着基盤となる天然漁場が比較的狭いことから、高い漁獲圧が加われば、容易に資源状態が悪化する現状にあり、養殖種苗としてのイワガキの種苗生産ではなくても、天然海域の加入資源の安定的添加のため“増殖”という観点からイワガキの種苗生産は必要であると考えられる。

#### 材料及び方法

- ① 人工採苗した場所：鳥取県栽培漁業センター
- ② 時 期：平成6年7月～10月
- ③ 産卵母貝：鳥取県沿岸域のイワガキは、春から間隙組織内に生殖細胞が発達して成熟が進みはじめ、7月下旬には既に完熟して7月下旬～8月下旬頃には産卵が始まる。このため、産卵母貝は、鳥取県石脇沖青谷地区広域型増殖場内の十字礁に付着した推定年令6才のイワガキを採卵直前に採集して、産卵に供した。
- ④ 採卵受精：むき身後、生殖巣から一部組織を採集して検鏡後、雌雄を判別した。特に、熟度については判定していない。使用したイワガキは雌4個、雄4個で、使用前、 $1\mu\text{m}$ 濾過海水で洗浄した。

採卵は、切開法によって行い、特に表面のみを剃刀刃によって切開し、ゴースネットで濾して、採集した。採集した卵は、10分程度放置して、円形になったことを確認して、受精に供した。密

度は、容量法によって計数した。

一方、精子も雌の個体と同様に切開法によって行い、雌と同様にゴースネットで濾して採集した。精子密度は、血球計数板で計数した。

受精水温は、25℃前後で室温に合わせて、特に加温等の調整は行わなかった。媒精は、卵200個/ml、精子2～3万尾/ml（卵1個に100匹程度）の密度を調整して行った。

⑤ 回収：受精後約6時間程度でトロコフォア幼生となって浮上してきたので、サイフォンによって回収し、容量法によって密度（1個/ml）を計数して、500リットルポリカーボネイト水槽に收容した。

⑥ 幼生飼育：トロコフォア幼生收容後、1μm濾過海水を毎日1/2の割合で換水する止水飼育で行った。また、水温は、特に調整せず、エアーストーンによって微弱通気を行い飼育した。

餌料は珪藻類の *Cheatoceros calcitrans* と *Pavlova lutheri* を使用した。給餌密度：3,000cell/ml～10,000cell/ml 一日一回一定量与えた。換水にあたっては、幼生の大きさに合わせてネット目合を20μm→76μm→152μmと調整した。

⑦ 人工採苗：採苗には、イタヤガイ、ホタテガイを3cm角に切断して5百円玉サイズに調整したものの中央部に穴をあけ、紐を通したものをを用いた。一連の殻数は30枚で、殻の間隔は5mm程度とした。採苗水槽は、幼生飼育水槽でそのまま継続して、採苗器を投入した。採苗器は、成熟幼生の出現時期を見計らって受精後、20日目に投入した。

⑧ 中間育成：採苗器に付着したイワガキ稚貝を、沖出するまでの間、500リットルのポリカーボネイト水槽で、飼育した。飼育海水は1日1回全換水し、水温調整はしなかった。餌料は、引き続き、*Cheatoceros* と *Pavlova* を1日1回1万cell/ml給餌した。

⑨ 沖出：本県沿岸域は、単調な海岸線に加え海底は砂浜域となって広島のような牡蠣養殖に適した環境条件とはいえない。また、冬の波浪条件はイワガキの養殖に適しているとは言い難く筏式の養殖施設は物理的に無理であると考えられる。このような環境条件で人工種苗を沖出する方法として、径40cmのフロートに径20mmのロープを取り付け、ロープの片方は、水深の深いところの人工礁に固定して、ロープが人工礁から立ち上がるような形態にした。ロープには予め人工稚貝が付着した5百円サイズの採苗器（ホタテガイの殻を3cm角に切断して中央に径3mmの穴が開いている）をボルトで取り付けて固定し、衝撃があっても簡単に脱落しないようにしてある。設置海域は鳥取県栽培漁業センターのある石脇沖の青谷地区広域型増殖場内で、人工礁（水深17メートル）を利用して設置した。深い場所は、表層に比べ波浪の影響が少ないと考えられる。沖出し時期は1994年11月25日で、1995年3月8日に、潜水して施設の状況イワガキ稚貝の状況を観察した。

### 結果および考察

イワガキの受精直後1日目の大きさは、D型幼生で殻長70～80μmで、その後殻長期、変態期（眼点出現）を経て、殻長350μm前後の大きさで基物に付着する（表1、図1）。幼生の浮遊期間は、水温、給餌量等で異なるが、飼育水温25～30℃、給餌量1日1万細胞/mlでは、受精後17日目に352μmの眼点出現個体が観察され、33日目でイワガキの浮遊幼生が見られなくなったこ

とから、イワガキ幼生の浮遊期間は3週間～1ヶ月であるものの、平均殻長の成長(図1)をみると、20日～25日程度でおおかたの個体は付着にいたると考えられる。マガキ、その他のカキ類に比べてイワガキの浮遊期間は若干長い傾向がみられる。今回のイワガキの種苗生産では、採苗器を投入した時期、幼生量に対する採苗器の数が適切でなかったこともあって、水槽の底部、壁面に稚貝が多く付着していた。1994年11月の沖出直前の付着稚貝は採苗器1,062枚に13,443個平均殻長4.45mm(殻長0.4mm～21.7mm)で、沖出し用の稚貝を得ることができた。なお、水槽底面と壁面に付着したイワガキを1995年3月まで屋外の水槽で止水式で継続飼育して、丁寧に剥がして計数したところ、約4,000個の稚貝が確認できた。これら稚貝は、沖出し用種苗として水深17mの海底付近に設置したロープにとりつけて、増養殖の試験に供した。1995年3月8日の潜水観察では、施設的に破損は認められず、また殻長で約4cm程度に成長した稚貝がみられ、成長も著しく良い傾向がみられた。

イワガキの種苗生産試験は、今回大量へい死というような特に大きな障害となるような問題は見当たらなかったが、生残率が日毎に低下していっているのので、給餌方法給餌量当に問題があったと考えられる。大量の種苗を安定的に確保するためには、さらに餌料についての検討が必要である。鳥取県においておおきな問題は、種苗量産したイワガキ稚貝が、天然海域に沖出してどのように増養殖を行うことができるかである。効率的な天然採苗が现阶段ではできないため、今回行った種苗生産では、本県のような外洋域に解放された海岸線を持ち養殖に不向きな場所では、瀬戸内等で実施されている筏式の養殖施設を利用してイワガキの養殖を図ることができないので、沖出技術の開発を早急に図る必要がある。現在のところ、沖出し技術を検討しなければならない段階であるが、生産した若干のイワガキ稚貝を1個1個丁寧に、養殖用ロープに巻き付けて、日本海の冬の時化の影響の少ない水深17m程度の深場に浸漬して、その物理的強度の試験に供しているが、冬の時化の合間をぬって、潜水観察してみると、施設の流出、破損といったこともなく、付着した稚貝は順調に成長しているのが観察できた。このことは、イワガキの本県における養殖の可能性を示したもので、人工種苗生産と沖出し手法の開発によってイワガキの漁獲量の増大が期待される。

## 要 約

- ① イワガキの産卵時期に合わせて、平成6年7月1日にイワガキの種苗生産試験を開始した。
- ② 産卵は切開法、幼生飼育は止水式、餌料は *Cheatocecos* と *Pavlova* (6 : 4) とを1日1回3,000万～10,000万 cell/ml の密度で給餌した。
- ③ 付着直前の成熟幼生は、早いもので孵化後17日目、遅いものは33日目に観察された。また、付着稚貝はその直後の20日目くらいから観察され、採苗器、水槽底部、壁面に多く付着した。
- ④ 約4ヶ月の中間飼育の後、平均殻長4.45mm(0.40mm～21.7mm)で沖出を行った。沖出しした採苗器付着稚貝は、1,062枚で13,443個であった。
- ⑤ 沖出は、水深17メートルの深場にロープに取り付けて行い、現在のところ施設の破損も見られず、イワガキの成長も他と比べて良い傾向が窺われる。

## 4. 漁場環境調査

### 1) 生物環境調査

西田輝巳

一昨年度から昨年度に引き続き、バイの産卵異常現象について、雌個体の雄化及びバイ個体の有機錫含有量で調査した。また、バイ生息域の環境の要因として、過去2ヶ年度と全く同時期、同定点、同採集法で採集した泥中の有機錫の量を測定した。

本年度は昨年度と同様に外海域の酒津産バイと、本年度には栽培センター種苗生産用の親バイとして新潟産（寺泊）のバイが入手できたので、美保湾域の個体との比較ができた。

これらの試料を用いて、本年度は3ヶ年目の経過を調査し、試料の経年推移をもって今後の傾向を検討するものである。

なお、昨年度年報でも述べていた減少したままの漁獲量は、農林水産統計年報で5年の3トンに引き続き6年も2トンと低位な水準であった。

#### 方 法

本年度は外海産として酒津漁協より8月2日に63個体入手でき、県内産より産卵に対する影響の少ない親貝として入手している新潟県産のバイを6月14日40個体調査を実施した。

また、一昨年度からの継続として、美保湾産のバイを、淀江漁協より6月10日、15日及び17日に計158個体を購入し、昨年度と同様な測定と分析委託を実施した。

環境要因の調査として、昨年度と同様に4月20日、底質を採集し、その泥の有機錫を測定した。それぞれの泥温は橋津、淀江、境港各13.7、13.6、13.2℃であった。

#### 結 果

表1に淀江産バイの有機錫含有量とPRS Index及び肥満度を3ヶ年段分けして表示している。この中でバイを殻高で年齢と性別で区分し、区分内のバイの有機錫含有量と、平均ペニス長よりPRS及び、個別貝の肥満度の平均を示した。測定バイ年齢は、殻高40mm未満は1才貝未満、40～55mmは2才貝、55～65mmは3才貝、65～75mmは4才貝、75～80mmは5才貝、80～85mmは6才貝、85～90mmは7才貝、90mm以上は8才貝以上として年令分けをした。また、雄雌の区分けは膾口の有無で分け、識別不能個体は不明貝と表示している。これらの類別は他の産地も同様に用いて識別した。

過去2ヶ年と比べて、TBT、TPT共年々減少している。しかし、雌個体のペニスの伸張の度合いを示すPRSはばらつきはあるが余り減少はしていない。

6年度の結果と合わせて有機錫の含有傾向を考察すると、3ヶ年では有機錫の含有は年々減少、しかし、バイのインボセックスの形態は有機錫含有量に較べて、改善されていないという結果であった。

表2は表1と同処理した酒津漁協購入バイの測定結果を表示した。



外海域のバイについての有機錫の含有は美保湾産よりも幾分少ない傾向を示し、RPSも低い傾向であった。

しかし、淀江、酒津のバイ共、高齢貝（殻長の大きな貝）に有機錫の高い含有と高いRPS値を示しており、有機錫の蓄積または深潜砂層等の生息域の問題なのか疑問が残った。

表3は栽培センターが種苗生産に用いている親バイ、言い替えると入手できる範囲で最も自然に近い環境下で採集されたバイの有機錫とPRSについて表示した。

新潟県寺泊産バイは殆どの個体で有機錫は検出されず、検出された量も極僅かであった。しかし、3才貝のPRSは酒津産バイに較べても高い値を示し、有機錫の影響は僅かでも確実に加わっている事を示していると思われた。

表4は本年度と過去2ヶ年の全く同様な定点で採集した底質の有機錫の含有を示しているが、外海域の橋津沖の底質は平成4年度から検出されず、また、内湾、準内湾域では、明らかに境港の定点と淀江沖の定点とも減少しており、底質環境は改善に向かっていることを示していた。

有機錫の質的含有傾向をバイと泥のTBT、TPT検出量の過去3ヶ年で見ると、泥ではTBTがTPTに較べて多く検出され、バイ軟体部ではTPTが多く検出されている。このことは、自然環境下ではTBTが多く存在しているが、バイの体内の蓄積はTPTが残留しやすいことを示している。また、バイの雌の雄化にTBTよりもTPTが強く働いている可能性を示していた。

以上が6年度の結果と過去2ヶ年の結果と傾向であるが、有機錫の影響は底質でみた環境の残留とバイの体内残留は3ヶ年で低下しているが、生殖器異常を示すPRS Indexは明確な低減傾向を示していない。

今後の環境とバイ貝への影響は、有機錫含有塗料の国内使用の禁止が実施されている事から、泥とか海水中の残留は減少し続けるが、バイの生殖機能の回復は既分布の貝の世代では困難であると思われ、随時、生殖加入群の影響調査を実施していく必要があると思われる。

表1 淀江産バイの有機錫含有量と PRS Index

’92年淀江有機錫含有量

仮年令貝	TBT	TPT	PRS	肥満度	測定個体数	備考
0才人工貝	<0.01	0.07		211.1	100	種苗生産貝
1才以下不明				164.4	1	
2才貝雌	0.07	0.03	7.90	144.5	8	
2才貝雄	0.05	0.02		143.2	7	
3才貝雌	0.04	0.04	34.09	137.0	11	
3才貝雄	0.05	0.03		136.4	12	
4才貝雌	0.04	0.06	40.75	134.6	15	
4才貝雄	0.05	0.07		136.3	8	
5才貝雌	0.06	0.07	32.17	133.6	13	
5才貝雄	0.06	0.08		131.1	18	
6才貝雌	0.04	0.08	41.39	124.7	3	
6才貝雄	0.07	0.08		121.0	3	

’93年淀江有機錫含有量

仮年令貝	TBT	TPT	PRS	肥満度	測定個体数	備考
1才以下不	<0.01	0.02		416.9	1	
2才貝雌	0.03	0.02		159.7	1	
2才貝雄						
3才貝雌	0.02	0.02	10.71	143.6	11	
3才貝雄	0.02	0.02		143.5	10	
4才貝雌	0.03	0.03	40.07	134.4	25	
4才貝雄	0.02	0.03		135.1	30	
5才貝雌	0.02	0.03	56.43	132.8	7	
5才貝雄	0.03	0.03		122.0	6	
6才貝雌	0.04	0.06	4.80	118.6	1	
6才貝雄	0.03	0.02		127.2	1	

’93年淀江有機錫含有量

仮年令貝	TBT	TPT	PRS	肥満度	測定個体数	備考
1才以下不	0.01	0.01		152.7	5	
2才貝雌	0.01	0.01	43.34	139.1	7	
2才貝雄	0.02	0.01		142.4	20	
2才不明	0.02	0.01		141.2	2	
3才貝雌	0.01	0.02	12.32	140.4	18	
3才貝雄	0.02	0.02		138.8	18	
4才貝雌	0.01	0.01	25.75	136.3	22	
4才貝雄	0.01	0.02		137.5	39	
5才貝雌	0.01	0.03	56.27	130.9	11	
5才貝雄	0.02	0.04		129.8	8	
6才貝雌	0.01	0.02	94.94	125.4	7	
6才貝雄	0.01	0.05		119.8	1	

表2 酒津産バイの有機錫含有量と PRS Index

’92年酒津有機錫含有量

仮年令貝	TBT	TPT	PRS	肥満度	測定個体数	備考
5才貝雌						
5才貝雄	0.03	0.08		134.0	3	泊産2個体

’93年酒津有機錫含有量

仮年令貝	TBT	TPT	PRS	肥満度	測定個体数	備考
3才貝雌	<0.01	<0.01		122.9	1	泊産
3才貝雄					0	
4才貝雌	<0.01	0.03	66.16	141.1	1	
4才貝雄	<0.01	0.02		134.8	1	
5才貝雌	<0.01	0.02	11.21	133.4	2	
5才貝雄	0.02	0.02		137.7	7	
6才貝雌	<0.01	0.03	38.87	136.2	4	
6才貝雄	0.02	0.02		132.9	6	
7才貝雌				112.5	1	
7才貝雄					0	
8才貝雌	0.04	0.05		119.2	1	

’93年淀江有機錫含有量

仮年令貝	TBT	TPT	PRS	肥満度	測定個体数	備考
4才貝雌	<0.01	0.02	40.02	143.7	1	
4才貝雄	<0.01	<0.01		147.8	2	
5才貝雌	0.01	0.02	20.78	133.5	10	
5才貝雄	0.02	0.04		130.5	14	
6才貝雌	<0.01	0.01	29.96	129.9	17	
6才貝雄	<0.01	<0.01		124.0	15	
7才貝雌	<0.01	0.02	32.72	121.8	3	
7才貝雄	0.02	0.01		128.9	1	

表3 新潟県産バイの有機錫含有量と PRS Index

’94年新潟有機錫含有量

仮年令貝	TBT	TPT	PRS	肥満度	測定個体数	備考
2才貝雌					0	
2才貝雄				144.4	1	
3才貝雌	<0.01	<0.01	34.79	142.7	10	
3才貝雄	<0.01	<0.01		131.6	5	
4才貝雌	<0.01	<0.01	5.16	131.5	10	
4才貝雄	0.01	0.02		129.5	14	

表4 過去3年間の海底泥中の有機錫含有量

’92年海底泥の有機錫含有量

No.	採集地点	TBT 化合物 mg/kg	TPT 化合物 mg/kg	備考
1	境港内港内 (上層)	0.0320	0.0021	上層は底面より5cmまでの泥を下層までの泥を下層は5~10cmまでの泥を 検体とした。
2	境港内港内 (下層)	0.0720	0.0020	
3	淀江沖 (上層)	0.0013	<0.0005	
4	淀江沖 (下層)	0.0010	<0.0005	
5	橋津沖 (上層)	<0.0005	<0.0005	
6	橋津沖 (下層)	<0.0005	<0.0005	

’93年海底泥の有機錫含有量

No.	採集地点	TBT 化合物 mg/kg	TPT 化合物 mg/kg	備考
1	境港内港内 (上層)	0.0081	0.0007	上層は底面より5cmまでの泥を下層までの泥を下層は5~10cmまでの泥を 検体とした。
2	境港内港内 (下層)	0.0070	0.0006	
3	淀江沖 (上層)	<0.0005	<0.0005	
4	淀江沖 (下層)	<0.0005	<0.0005	
5	橋津沖 (上層)	<0.0005	<0.0005	
6	橋津沖 (下層)	<0.0005	<0.0005	

’94年海底泥の有機錫含有量

No.	採集地点	TBT 化合物 mg/kg	TPT 化合物 mg/kg	備考
1	境港内港内 (上層)	0.0009	0.0005	上層は底面より5cmまでの泥を下層までの泥を下層は5~10cmまでの泥を 検体とした。
2	境港内港内 (下層)	0.0012	0.0010	
3	淀江沖 (上層)	<0.0005	<0.0005	
4	淀江沖 (下層)	<0.0005	<0.0005	
5	橋津沖 (上層)	<0.0005	<0.0005	
6	橋津沖 (下層)	<0.0005	<0.0005	

注) 数値は乾燥資料に対する値である。

## II) 造成漁場開発調査

山田英明・西田輝己・宮永貴幸

### 目 的

沿岸漁場整備開発事業が実施している漁場造成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。本年度は、カキ類の増殖場を造成する場合、フジツボ類等の付着生物は、稚貝の付着の阻害要因となると考えられているので、自然の力を利用したフジツボ類等の付着生物の排除手法を検討し、最適な増殖環境整備に資する。

### 調査内容及び方法

チェーンを利用したフジツボ類等の付着生物阻害の物理的検討

付着基質として想定しているコンクリートブロックの付着面にフジツボ類等の付着を阻害する試験機材を取付け、その後追跡観察によって、コンクリートブロック表面の基質が清掃されているかどうか検討した。

清掃の原理は、海の波動など繰り返して起こる波の力を利用して、コンクリートブロック表面のチェーンを掃回させ、フジツボ類等が付着出来にくくし、また、付着したものについては、摩擦を利用して付着物を除去するという手法を用いる。これは、石脇沖の同水深帯の予備実験で、清掃の効果が確かめられている。波等の力を利用した場合、チェーンの取り付け方向によって清掃効果が違うのか、チェーンの方向パターンを変化させてタートル礁に取り付けた。利用した試験礁は、タートルb型礁で、平成6年10月4日に石脇沖水深10m地点、水深14m地点に1基ずつ沈設した。なお、タートルb型礁については、付着面積が大きく、しかも漁獲しやすい形状であること、また、日本海北部海域の山形県、秋田県でイワガキに関して実績があることから、選定した。

表1 付着阻害手法（チェーンのバリエーション）

タイプ	水深	チェーン方向	ブイ	チェーンの弛み(L'/L)	備 考	
A-1	10m	縦方向2本	有	1.4, 1.8		
A-2			無	1.4, 1.8		
A-3		横方向	有	1.4, 1.6, 1.8		
A-4			無	1.4, 1.6, 1.8		
A-5			斜めジグザグ	有	1.4, 1.6, 1.8	
A-6				無	1.4, 1.6, 1.8	
B-1	14m	縦方向2本	有	1.4, 1.8		
B-2			無	1.4, 1.8		
B-3		横方向3本	有	1.4, 1.6, 1.8		
B-4			無	1.4, 1.6, 1.8		
B-5			斜めジグザグ	有	1.4, 1.6, 1.8	
B-6				無	1.4, 1.6, 1.8	

※チェーンの太さ、8mm（ステンレス製）

## 結果及び考察

### ア) 水中でのチェーンの張り具合について

水中で波の力を利用して、さらにチェーンの掃回面積を稼ぐため、浮子によってチェーンに浮力を与え、容易に波で動くよう径200mmの浮子を取り付けた。

潜水観察時水中でチェーンは、タートル礁の壁面に接地する形で安定して垂下している状況が観察されたが、浮子を取り付けたチェーンはチェーンそのものがタートル礁の壁面を離れて、チェーンを支えているシャックル部分だけ接地している状況が観察された。このことは、チェーンが波によって移動しても、コンクリートブロックとチェーンによる清掃が行われないことを意味しているため、浮子の浮力を調整する必要があった。

### イ) チェーンの付着物除去状況

設置1ヶ月目、2ヶ月目のそれぞれの清掃状況を見ると、タートル礁の表面に漂砂、又は付着珪藻等の付着物が薄く付着しているのが認められた。そのため、チェーンが掃回した痕が、目視観察によって確認できた。

浮子を取り付けたものよりは浮子無しのものの方が、掃回効果がみられ、浮子を取り付けないでも、チェーンのみで掃回できることが確認できた。

チェーンの取り付け方向では、横方向よりは、斜め及び縦方向の方が掃回面積が多い傾向がみられた。

よく清掃された縦方向においても、支点の垂直方向に対して左右両側が対照的にチェーンによって掃回されておらず、一方向特に向かって左側がよく清掃されている状況が認められた。これは、波等の物理的衝撃がチェーンに対して一方向に偏って加わったことを物語っており、平均的に均一に掃回しないことが分かった。

また、弛みについては、弛みの余り大きくない方が掃回面積が多い傾向が認められた。特に、斜めジグザグのA-6（浮子無し）の場合、及び横方向A-2（浮子無し）の弛み1.4がチェーンの支点2カ所を結ぶ水平面より上側も掃回が認められるのに対して、同パターンの弛み1.8は、支点2カ所を結ぶ水平面より上側は掃回されていないのが認められた。

水深10mと14mに沈設されたタートル礁の水深による掃回効果は、大きくは認められなかった。しかし、水深10mの方が波の影響が強く、掃回痕の面積と強さ（チェーンによる付着物の除去）が顕著で、ブロック面の白さが目視観察によって特に強く認められた。

### ウ) タートル礁の設置状況

設置したタートル礁が、波や潮流の影響によって、どの程度洗掘されたか今後調査することになっている。

### エ) まとめ

設置後、約1ヶ月間の海況を見ると、大きな時化は無かったため、掃回面積も少なく、また一方方向の掃回しかできなかったのではないかと考えられた。一方、浮子を取り付けたものは、浮力が強すぎたため、チェーンがタートル礁の壁面に設置していなかったため、掃回ができなかったと考えられ、浮力を調整して再度掃回効果を見る必要がある。当初、チェーンだけでは掃回面積が少ないだろうと予測していたが、浮子が着いていなくても、清掃面が確保されたことから、

チェーン単体でも清掃効果があるだろうと予測される。

海中に投入される人工魚礁は、時間の経過と共に礁表面に付着物が付着して、イワガキの成熟幼生が出現する時期に付着物があれば、稚貝は付着できないことが確認されている。そのため、イワガキの付着を阻害する付着物を除去する方法として、波の力を利用したチェーンによる付着物除去方法は物理的には、可能であることが証明された。ただし、掃回面積を広く取り、人為的な労力をかけないような手法の検討がさらに必要と考えられる。

一方、対象区として取り付けたプレート(付着板)は、構造的にチェーンの掃回を阻害していると考えられるので、早い時期に回収が必要であると考えられる。また、チェーンによって清掃面が確保された場合、イワガキ浮遊幼生出現時期にチェーンを取り外して、その後のイワガキの付着が円滑に行われるか確認する必要がある。

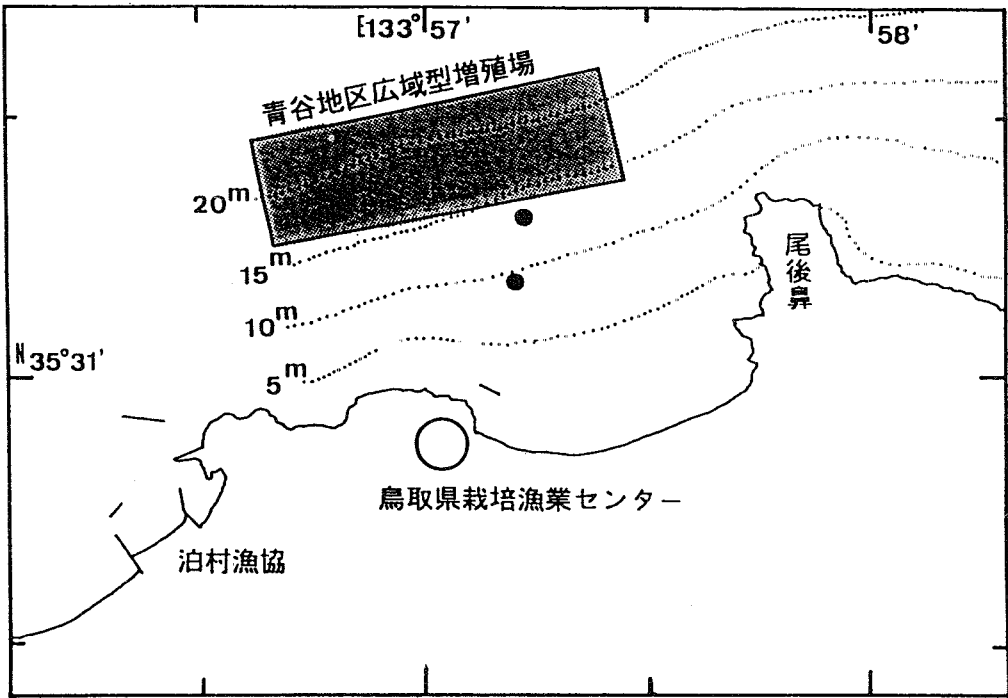


図1 イワガキ試験礁（タートルb型礁）設置位置図

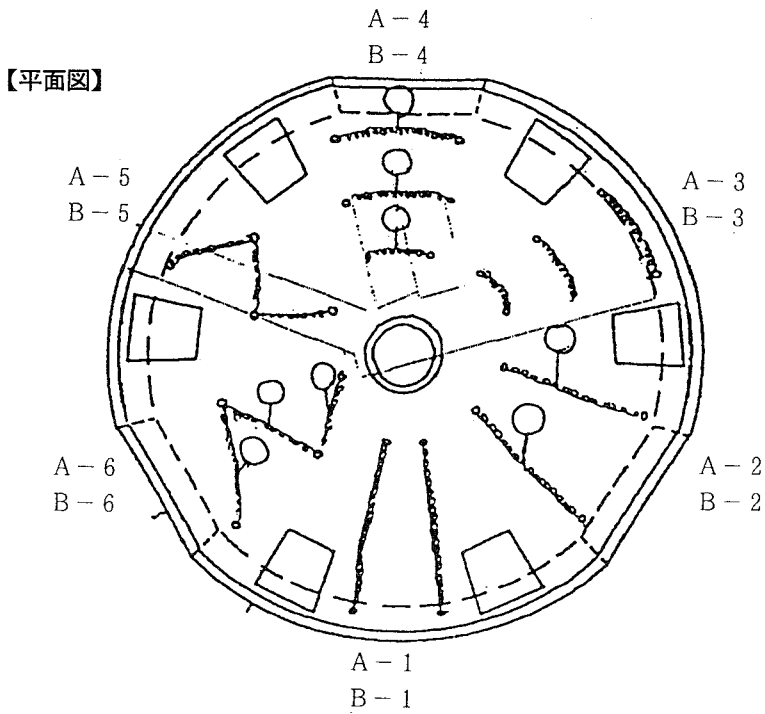


図2 附着阻害調査模式図（タートルb型礁）チェーン装着状況