

# 魚礁生態と魚礁棲着性の解明

水産大学校 柿元 皓・野田幹雄

## I まえがき

1952年頃から人工魚礁を利用した漁場や増殖場の造成が国の補助事業として進められてきたが、水産資源の減少傾向が激しい近年では、とくに増殖場造成が必要となってきた。人工魚礁漁場造成や増殖場造成関連事業を効果的に実施するに当たって検討すべきことは多いが、目的種やその成長段階の選定、魚礁構造や配置などを決定するためには、対象種の魚礁性（魚礁に反応する度合い）や魚礁の生物学的効果（魚類の生残や成育に及ぼす影響など）について明確にしておく必要があり、それらを実験的に解明することを目的として、平成4年度から平成6年度にかけて下関市沿岸水域、及び水産大学校実験水槽において調査・実験した。

## II 研究結果

### 1. 魚礁性

#### 1) 各種魚種の魚礁性

過去における魚礁性についての報告は、潜水観察の結果からシタヒラメ、ウシノシタを除く大部分のカレイ、ヒラメ類が魚礁性を持つとされる（川名：1959）。また、魚礁区と対照区において操業した三枚底刺網漁獲物の魚種組成や羅網率を比較した結果から、魚種別に魚礁性を検討した報告がある（柿元・大久保：1985）。その結果から魚礁性のある程度表現することができる。しかし、自然界の海には自然環境要因が複雑にからみあっているために、環境要因を単純化できる水槽を利用して魚礁性の実験を行なった。

#### (1) 実験方法

魚類が魚礁そのものに接近する度合いを測定し、それを魚礁性として検討した。全長 130mm以下の小型個体についての実験は、暗実験室内で人工照明を用いて水面照度が1,000Lxになるように調整した。水槽及び魚礁はアクリル製及びガラス製の水槽(90X45X45cm、水深31cm)に18.7X18.7X24.7cmのプラスチック製の魚礁1基、または8X8X8cmのプラスチック製魚礁3基を水槽短辺半分の中央に設置して、その区域を魚礁区、反対側半分

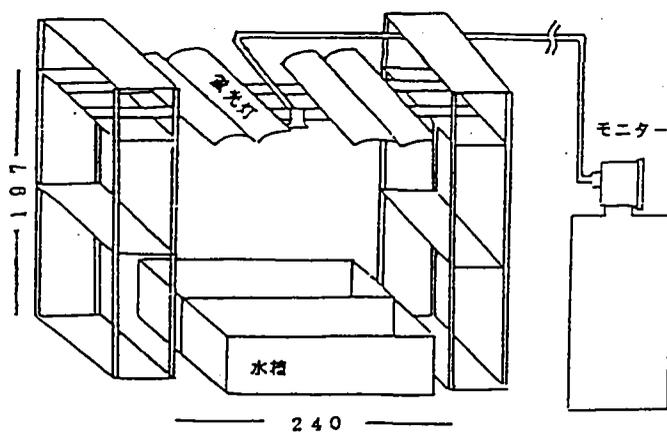


図 1 小型水槽モニター装置

を対照区とした。測定中は止水条件下にして水槽両端でのエアレーションのみとし給餌はしていない。測定は原則として5個体を収容し、1昼夜経過後の日中に個体位置を6分間隔で10回測定し、魚礁を反対側に設置してさらに10回の測定を繰り返した。その結果100回・尾のデータが得られた。

全長130mm以上の大型個体については、屋外水槽(140x210x80cm、水深60cm)に3~5l/分の給水を行ないながら、寒冷沙で全面を覆って水面照度が6,000~9,000Lxで測定した。水槽底面にトワインを用いて30X32cmの区画を設定して個体の位置を測定する目安とした。水槽の長辺中央から半分を魚礁区、反対側半分を対照区として、魚礁区の中央に一边が35cmの立方体のコンクリート製の魚礁2基を並べて配置し、その上に小型の異型コンクリートブロック3基を載せた。供試魚は2個体を水槽に収容してから1昼夜を経過した日中に10分間隔で25回の測定し、魚礁の位置を対照区と交換して翌日の同じ時刻から同様に測定し、100回・尾のデータを得た。しかし、1個体しか得られなかった個体については10分間隔で50回の測定を行なって、100回・尾のデータを得た。

## (2) 結果

実験の結果から魚礁区滞在頻度を図化した。個体が魚礁へ反応して定位する場所は種によって多少異なることから、狭い水槽で行なったこの実験で得られる魚種別の魚礁区滞在頻度は、正しくは個体の魚礁への接近度を示すものであるが、これは魚礁性に極めて近い性格を持っている。ここでは魚礁区滞在頻度を魚礁性と読みかえて魚礁区滞在頻度を10%づつに区切って魚礁性の尺度とした。その結果、シマソイ、マハタ、イシダイ成魚などは魚礁性4に、キジハタ、ハオコセなどは3に、イサキ、マダイ成魚と1才魚などは2に、ヒラメ、カワハギなどは1になった。また、クラカケトラギス、ネズミゴチなどは0で魚礁性は認められず、クサフグ、オキエソなどは-1で魚礁を避けている。つまり負の魚礁性を持つ結果となった。この結果を底刺網漁獲試験の結果と比較すると、全体的な傾向としてはほぼ同じであるが、ウマズ

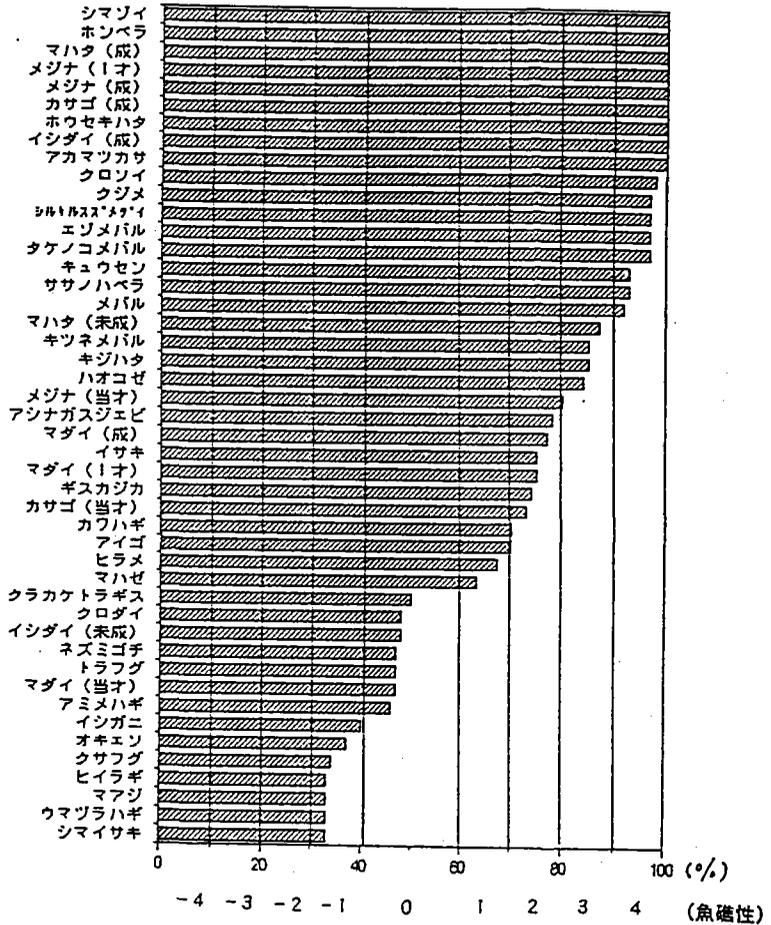


図 2 魚種別魚礁性

ラハギ、マアジなど一部の種については異なった結果となった。それらの種はいずれも魚礁からある程度離れた位置に分布する種や行動が活発で行動範囲が広い種であるために、狭い水槽の中で魚礁への接近度は低くなったもので、魚礁性そのものは強い種であろう。一方、マダイ、イシダイ、マハタ、メジナなどは成長段階によって魚礁性に差が認められ、これらはいずれも大型の個体の方が魚礁性が強い傾向が見られている。

## 2) 特にイサキの魚礁性

イサキは沿岸性の魚種で、とくに成魚の漁場は沿岸岩礁域に形成され、魚礁性の強い種であると考えられている。晩春期に沿岸で産卵され30日程度の浮遊期間を経過した後に沿岸浅海域の岩礁に分布して成長する。この時期の沿岸水域における分布は、沿岸において毎年多く見られているが、生息域、餌生物においてマアジ群と競合していると考えられる。着底後の本種の資源保護に人工的な構造物を利用する場合、本種と水中物体との関わり合いを明確にすることが必要である。そこで、着底稚魚の人工魚礁への反応の程度（魚礁性）を多くの自然条件を排除した陸上水槽で実験した。各種魚種の魚礁性の測定の結果では魚礁性は強いグループにはなっていないが、イサキは本来天然礁に漁場が形成され、魚礁性の強い種であると考えられている。

### (1) 実験方法

下関市吉見沿岸水域において釣獲した全長10cm内外のイサキ稚魚を使用した。屋内方形水槽（L:90, W:45, D:45, 水深:30cm、以下小型水槽と言う）、露天方形コンクリート水槽（L:240, W:190, D:78, 水深:56cm、以下中型水槽と言う）、及び露天楕円形コンクリート水槽（L:1,070, W:570, D:136, 水深:78cm、以下大型水槽と言う）において測定した。

① 小型水槽における測定：小型水槽の横方向の中央線と水槽壁面との中央に、小型プラスチック製の魚礁（L:14.5, W:14.5, H:17.5cm）を設置し、平均全長10.1cmのイサキ1個体と3個体を収容した。水槽は人工照明で70~80LXになるように調整し、水槽中央から魚礁側を魚礁区、反対側を対照区として、1個体の場合は個体の位置を5分間隔で30回、3個体の場合は5分間隔で17回測定し、魚礁を水槽の反対側に移し、同様に繰返した。この時の水温は20.1~22.9°Cの範囲にあった。

② 中型水槽における分布の測定：水槽の底に3mmトワインに重りを付けて、L:8 X W:6 = 48 の方形区画を作成した。その結果、一つの区画は L:30cm, W:32cmとなった。水槽全体を横断する中央線と水槽壁面との中央に35cm四角のコンクリート魚礁2基と、その上部に高さ33cmの異型コンクリートブロック 3基乗せて設置した。この水槽に全長 9.6~11.2cmのイサキ稚魚を、5個体、10個体、25個体ずつ収容し、その分布状況を5分間隔でそれぞれ10回、5回、2回ずつ測定し、魚礁を水槽の反対側に移動して同様に測定をくりかえした。その間の水面照度は 6,120~12,460LX、水温は 18.0~23.7°Cの範囲にあった。

③ 中型水槽における行動の測定（経時変化の測定）：行動の安定した25個体群を使用して、水槽区画を長い方向に算用数字で1~8、短い方向にアルファベットでA~Fとした各区画毎の分布個体数を、06時から18時までの間の毎正時に1回ずつ測定した。また、夜間の行動を瞬間的な照明下で深夜に観察した。ここではさらに1才魚についても13個体、25個体について測定した。

④ 大型水槽における行動の測定：長径10.7m，短径5.7m 深さ1.4m，水深78cm の楕円形水槽の底面に、白ペンキを用いて1m毎の区画を描き、全水槽を68区画に区分して、長軸方向にNO.1～NO.12，短軸方向にA～Fに記号を付けた。水槽長軸方向の中央線上の短軸中央線から3mの位置を中心に、30cm立方体のコンクリート魚礁4基、40cm立方体の鋼製魚礁2基、高さ33cmの異型コンクリートブロック4基を相接して設置して、それらが掛る4区画を魚礁区（C-3,C-4,D-3,D-4）及び（C-9,C-10,D-9,D-10）とした。この水槽において全長10cm前後のイサキ稚魚を、1，25，50，100 個体ずつ収容し、08時から17時の毎正時に1分間隔で10回ずつ個体の位置を測定し、陽蔭の影響を相殺するために魚礁の位置を水槽の対象位置に移動させて同様に測定を繰返した。また、22時にも1回の測定を行なった。

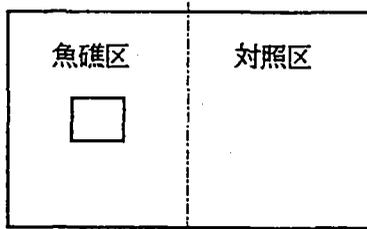


図 3-1 小型水槽区画

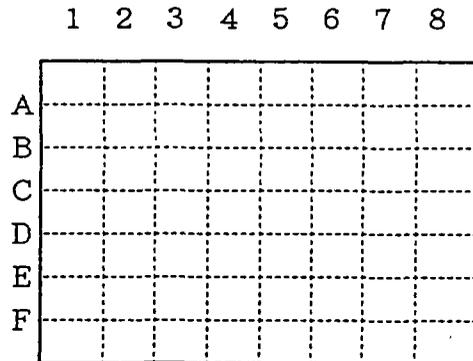


図 3-2 中型水槽区画

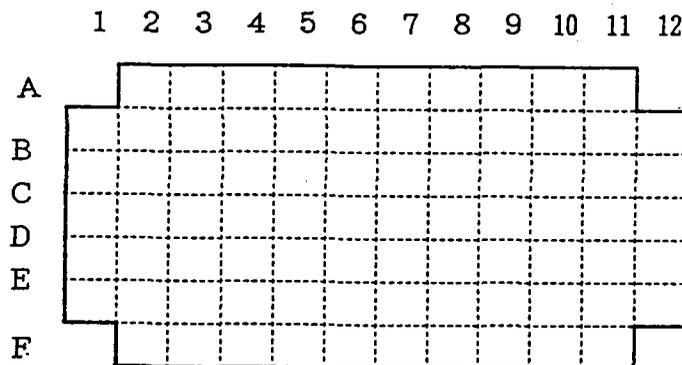


図 3-3 大型水槽区画

## (2) 結果

### ① 小型水槽における行動

イサキは1個体の場合も3個体の場合も水槽の隅角部に静止したり、水槽壁面に沿って移動したりする行動が見られ、魚礁内部に潜入する個体は全く見られていない。また、魚礁区と対照区との間に一定の関係も見られず、この場合魚礁の存在がイサキの行動に関与したとは考えられない結果となった。群を形成する本種が狭い水槽の中で1、3個体と言う少ない個体数は異常な条件であるように考えられた。

表 1-1 小型水槽におけるイサキの分布 (1個体)

測定回次	魚礁内部	魚礁区	対照区
1	0	11	19
2	0	14	16
合計	0	25	35

表 1-2 小型水槽におけるイサキの分布 (3個体)

測定回次	魚礁内部	魚礁区	対照区
1	0	48	6
2	0	18	33
合計	0	63	39

## ② 中型水槽における行動

イサキは5個体、10個体の場合は魚礁に関係なく日蔭部分に蟻集するが、25個体になると行動が緩慢になり安定していると同時に、日蔭部分に反応することが少なくなり、魚礁と壁面に対して等距離を保ような位置に分布するようになる。この結果から、本来群で行動する本種の行動実験の条件としては少なくとも25個体以上の群としての実験が必要であると考えられた。

表 2-1 中型水槽におけるイサキの分布 (5個体)

測定回次	魚礁内部	魚礁区	対照区
1	0	0	50
2	0	50	0
合計	0	50	50

表 2-2 中型水槽におけるイサキの分布 (10個体)

測定回次	魚礁内部	魚礁区	対照区
1	0	50	0
2	0	0	50
合計	0	50	50

表 2-3 中型水槽におけるイサキの分布 (25個体)

測定回次	魚礁内部	魚礁区	対照区
1	0	0	50
2	0	20	30
合計	0	20	80

## ③ 中型水槽における日周期行動

行動の安定した25個体群を使用して、水槽区画を長い方向に算用数字で1~8、短い方向にアルファベットでA~Fとした各区画毎の分布個体数を、06時から18時までの間の毎正時に測定した。その結果から、長い方向のみ(1~8)で魚群の分布の時間的な変化を整理した。

その結果、ブランクテストでは魚群は水槽中央部に分布するようになるが、魚礁が存在する時は対照区側に片寄った分布が見られるが、群の中心位置は魚礁からおよそ70cmで、側壁と魚礁に囲まれたほぼ中央となっており、イサキ群は明らかに魚礁に反応しており、側壁と魚礁とに反応して分布位置を決めていると考えられた。つまり、側壁と魚礁が同じように影響していると考えられた。この結果から、本種は魚礁に対してある程度離れた位置に分布する習性があるように考えられ、その距離は少なくとも70cm以上であると推定される。

経時的な測定結果から、日出から日没までの0.1~8,910LXの照度変化に対して、魚群の分布は照度の低い朝、夕には遊泳層が浅くなり水深10cm程度でやや上向きに遊泳する行動が観察されることが多い。また、夜間には水槽全域に分散し、体色の縞模様を不鮮明に変化させて底面に腹部を接したり、魚礁に接し

時刻	対照区				魚礁区				魚礁区				対照区				ブランク																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8				
06													10	13	2																					
07			9	15	1								2	17	6																					
08			13	12													11	13	1																	
09			11	10	2	2							3	15	7						10	12	3													
10			10	9	5	1							4	15	6						7	12	6													
11			13	11	1								3	17	5						15	10														
12			12	12	1								4	12	9						23	2														
13			16	9									2	15	8										21	4										
14			13	11	1												13	11	1		12	13														
15			11	14									1	14	10										15	8										
16			13	12									2	16	7						17	8														
17			12	11	2												14	11			15	11														
18			10	15									2	15	8																					
21																					12	13														

図 4 中型水槽における日周期行動 (25個体)

たりして静止状態にある。さらに、1才魚の行動は当才魚よりも活発で、水槽全域を群泳し、群からはぐれた1個体は魚礁付近で待機して間も無く群に復帰する行動がしばしば観察された。本種は夜間に海面近くに浮上して摂餌し、ます網には午前0時より前に入網する(落合・田中:1986)、夜間に水面近くまで浮上して活動する(白井:1986)とする報告が見られているが、本種の当才魚は昼間及び夜間の灯下条件下でのみ釣獲されており、水槽観察の結果からも夜間は海底付近で睡眠を取っている可能性がある。

#### ④ 大型水槽における行動

中型水槽で測定した結果では水槽の大きさの関係から魚礁と群中心との距離を明確にすることが出来ないと判断された。そこでさらに大型の水槽を用いて行動測定を行なった。

1個体：供試魚は魚礁の外壁に添うように定位して移動することが少なく、魚礁区内に69%、魚礁区から2m以内の区域に16%、残る15%は水槽の中央部附近に分布していた。

25個体：群を形成して主として陽陰を活発に移動し、行動範囲が水槽全体に拡大された。そして時には小型の個体が1~3尾群から離れて水槽の周辺部に静止していた。群の分布頻度の高い区域は魚礁区と魚礁区から2m以内の区域に多くなったが、魚礁の内部に入り込んで定位する個体はない。

50、100個体：群が2~3に分割したり合流したりしながら水槽全域で活発な行動が見られ、群は魚礁の中や側を通り抜けたり、群からはぐれて魚礁の回りを遊泳したりする個体も見られるが、魚礁から2m以内の場所に密度の高い区域が見られた。

大型水槽における測定の結果から、本種は25個体程度の収容数によって群を形成し、それが正常に近い行動であろうと考えられた。そして魚礁内部に入り込んで定位したり、魚礁に接したりする行動は、個体数が少なく群が形成できないような場合や群から離れたような異常な状態の時、あるいは夜間の睡眠状態の時などに限られている。また、蟻集状態は必ずしも明確に見られていないが、魚礁から2m以内の区域には分布量が多い傾向は見られている。

自然界における本種の魚礁に対する分布位置は流れの潮上側で、流れが変わるに連れて潮上側の位置に移動することが観察されており(利渉ら:1967,1969, 桑野ら:1965)魚礁との関わりは深い種である。これら3型の水槽を使用した実験の結果は、使用する水槽を大型化してもほぼ同様な結果で、イサキは25個体以上で群を形成して安定した行動になり、魚礁から約2m以内の範囲に多く分布する傾向があるが、野

外における分布状況ほど明確には見られていない。それは本種はマアジなどと同一の群として行動をしており、それらの行動がメバルなどに較べて極めて活発で行動範囲が広いことや、無給餌、止水条件下においての実験であったためであろう。また、本種が魚礁に隠れる行動は異常な状態や夜間の睡眠状態の時に限られることから、本種が魚礁に蟄集するのは捕食が主たる要因であると考えられる。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	—	0.0	0.0	0.7	0.2	1.6	1.5	2.0	1.2	0.2	0.0	—
B	0.0	0.0	2.1	2.9	5.0	6.2	2.3	1.9	1.1	0.7	0.5	0.0
C	0.0	1.6	2.3	5.4	4.5	4.5	4.3	0.0	0.5	1.2	1.9	0.0
D	0.0	1.1	2.7	5.7	5.2	4.4	2.9	0.3	1.5	0.7	2.2	0.5
E	0.0	0.0	0.7	1.3	0.6	1.0	1.8	0.4	1.4	2.7	2.3	0.0
F	—	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.2	0.8	1.3	0.3	0.0	—

二重枠：魚礁区 点線枠：高分布域

図 5 大型水槽におけるイサキの分布 (25個体)

### 3 成長による魚礁性の変化

人工魚礁区と対照区において操業した底刺網漁獲物の平均体長を比較した結果、チダイ、クロソイ、ヒラメなど魚礁性魚類は人工魚礁区か天然礁区が大きくなり、その他の種については差が認められていない。また、実験結果からも、大型の個体の方が魚礁性が強い傾向が認められている。そこで、マダイとクロダイの人工種苗について、成長にともなう魚礁性の変化を水槽で測定した。

#### (1) 実験方法

屋外屋根付きのコンクリート水槽で蓄養していたマダイ及びクロダイの人工種苗をランダムに5個体を取り上げ、先に述べた魚礁性の実験と同様な方法で測定した。測定はマダイについては生後35日から155日までの120日間で、その間5日毎に毎回100回・尾のデーターを得た。また、全長が97mmから116mmの天然個体を釣獲し、同様に測定し比較した。クロダイについては生後76日から生後196日までの120日間は5日毎に、その後約1年間(生後560日)は毎月1回の間隔でマダイと同様に測定した。

#### (2) 結果

① マダイ：測定期間中のマダイ人工種苗の平均全長は、21.8mmから100.6mmに成長した。その間の魚礁性は生後50日、全長40mm未満までは負の魚礁性、生後130日、全長92mmまではかなり変動が大きく、生後135日、全長93.6mm、体重16.9grから急激に上昇した。また、天然魚は平均全長106.2mm、平均体重23.4grで生後160日程度の個体と推定したが、これらの魚礁区滞在頻度は81.0%で、人工種苗とはほぼ同じ結果となった。これらの結果から、マダイの魚礁性は成長段階が進むに連れて強化されると同時に、その他の多くの魚礁性魚類にその傾向があると考えられる。

② クロダイ：測定期間中のクロダイの平均全長は、30mmから200mmまで成長した。その間の魚礁性は当

初マイナス側に多い傾向があったが、生後120日頃(全長70mm程度)からプラス側に多くなり、それ以降はマイナスになった例もあるが多くは70%程度を維持した。これらの結果からクロダイも成長と共に魚礁性が強化される傾向があるが、マダイほど極端な反応が見られなかった。また、海域の人工魚礁におけるクロダイは水温の低下する冬季間に魚礁内部に定位する個体が観察されることが多いが、水槽観察した結果では、冬季間は魚礁の内部や直側に定位する頻度が高くなるが、魚礁区として設定した水槽の半分域への滞在頻度そのものには大きい差は出てこない。

マダイやクロダイについてのこれらの結果は、海域の人工魚礁や水槽における魚礁性の実験の結果に近いものであり、これらの行動は成長とともに変化する種固有の摂餌や逃避の行動生態に起因するものであろう。

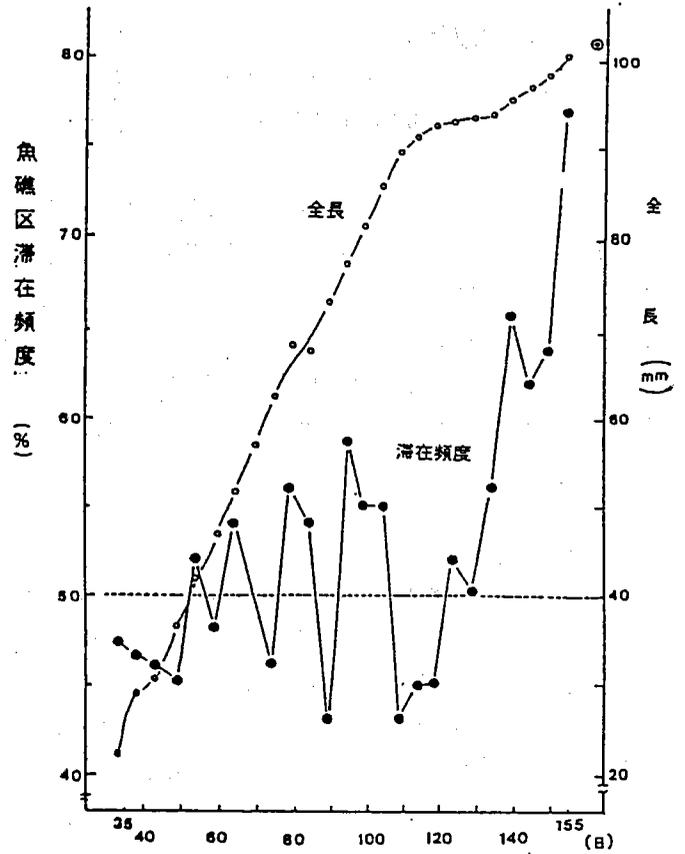


図 6 成長に伴う魚礁区滞在頻度の変化(マダイ)

白丸:全長 黒丸:滞在頻度

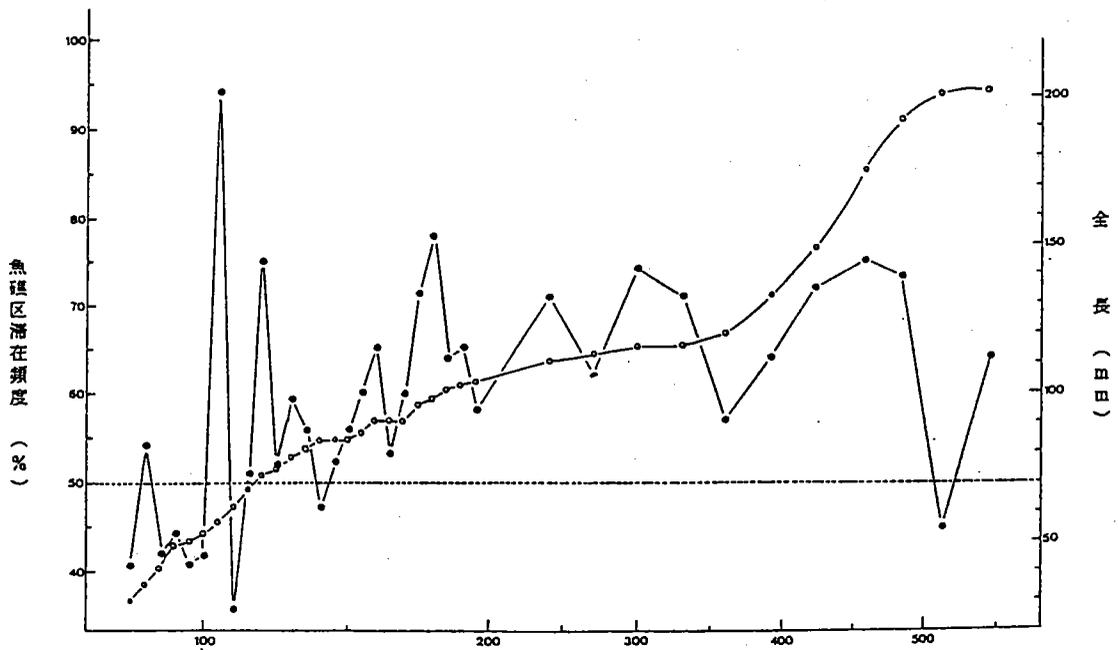


図 7 成長に伴う魚礁区滞在頻度の変化(クロダイ)

白丸:全長 黒丸:滞在頻度

## 2. 魚礁の増殖効果

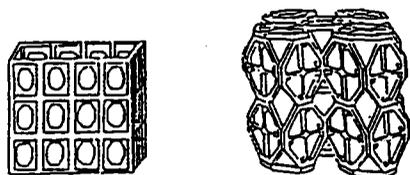
魚類の造成増殖場に期待される効果は、幼稚仔の減耗防止、餌料生物の供給、それに伴う成長の促進などである。それらの効果を明確にする目的で幾つかの実験を行なった。

### 1) 魚礁の存在が小型生物の生残りに及ぼす影響

人工魚礁を用いて幼稚仔を保護する増殖場造成の増殖効果の一つに魚礁による幼稚仔の保護効果がある。しかし、人工魚礁には多くの魚種の、多くの成長段階の個体が混じりあって分布し、それらの間に捕食関係が見られている。その結果は人工魚礁水域における食物連鎖として図化できた(柿元・大久保:1985)。その結果が幼稚魚など小型生物の減耗を増大するのか、あるいは減少するのかについての研究はほとんど見られていない。そこで人工魚礁の存在が小型生物の生残りに及ぼす影響を明確にするための実験を行なった。

#### (1) 実験方法

アクリル製の水槽(90X45X45cm、水深31cm)に、18.7X18.7X24.7cmのプラスチック製の魚礁(A型魚礁:空容積8,640cm<sup>3</sup>、実容積130cm<sup>3</sup>)、または6X7X15cmX5個連結(B型魚礁:空容積4,735cm<sup>3</sup>、実容積244.6cm<sup>3</sup>)を設置した水槽、及び何も設置しない水槽(対照区)の3条件を設定して、捕食者と被捕食者を収容し、被捕食者の減耗の経時変化を表3に示す6組について測定した。測定は毎回午前10時頃の捕食者の空胃状態から開始し、それぞれ1~3回測定して平均値の経時変化を求めた。



A型魚礁 B型魚礁

図 8 使用した魚礁の形状

表 3 供試魚の組合せ

実験 番号	捕食者		被捕食者		使用 魚礁
	種	全長(mm) 個体数	種	全長(mm) 個体数	
1	アナハゼ	176 1	メジナ	20-45 5	A,B
2	マダイ	177,223 1	カサゴ	35-55 5	A,B
3	マダイ	178,223 1	クロダイ	30-45 5	A,B
4	メジナ	199 1	アシナガスジエビ	35-55 5	A,B
5	マダイ	96 1	アシナガスジエビ	35-55 5	B
6	カサゴ	117-132 3	アシナガスジエビ	35-55 5	B

#### (2) 結果

捕食行動はマダイは魚礁周辺でのみ攻撃し、アナハゼやメジナは魚礁内部に入り込んだり魚礁に体当たりして被捕食者を追出して攻撃し、捕食行動は種によって変化した。また、被捕食者もメジナ、カサゴ、アシナガスジエビなどは魚礁内部に逃げ込んで動かなくなる行動が見られたが、クロダイ幼魚は魚礁性が弱くマダイの攻撃を容易に受けた。いづれの組合せにおいても対照区における被捕食減耗は速く、魚礁区の方が生残率が高くなった。また、複雑な構造のB型魚礁区においては単純な構造の魚礁に較べて高い生残率となった。そしてクロダイ稚魚のように魚礁性が発現していないステージの個体は減耗率が高く、減耗率は捕食者、被捕食者の魚礁性によっても変化する。これらの実験結果から、人工魚礁が多くの種の稚魚の隠れ場として利用され、それによって稚魚などの小型生物の生残量が高くなっていると判断される。以上に述べてきたことから、人工魚礁は目的とする種や成長段階に応じた空間をもつような構造、行動特性に応じた魚礁配置を適切に行なうことによって、魚類などの増殖施設として利用が出来ると考えられた。

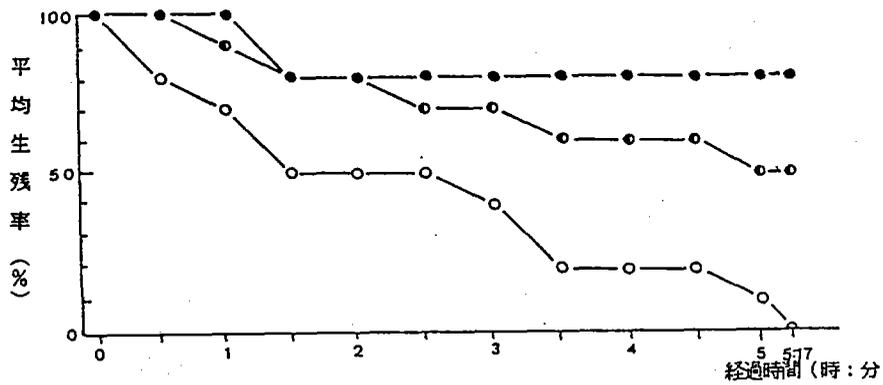


図9 対照区と魚礁区における被捕食者(メジナ)の生残率の経時変化の比較  
(捕食者:アナハゼ)、黒丸: B型魚礁区、半黒丸: A型魚礁区、白丸: 対照区

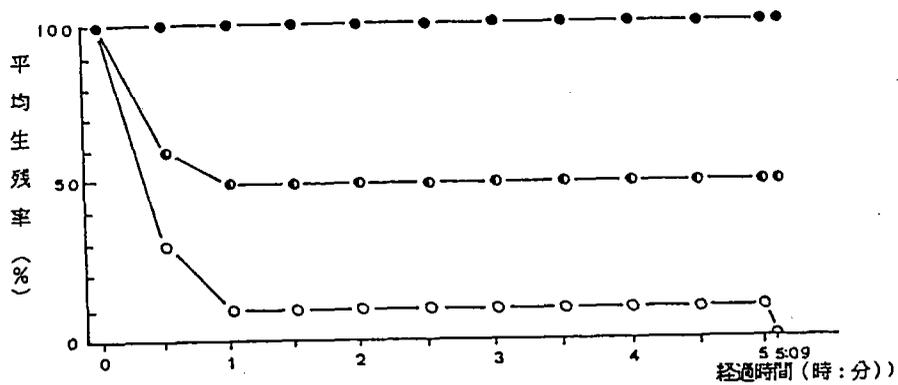


図10 対照区と魚礁区における被捕食者(カサゴ)の生残率の経時変化の比較  
(捕食者:マダイ)、黒丸: B型魚礁区、半黒丸: A型魚礁区、白丸: 対照区

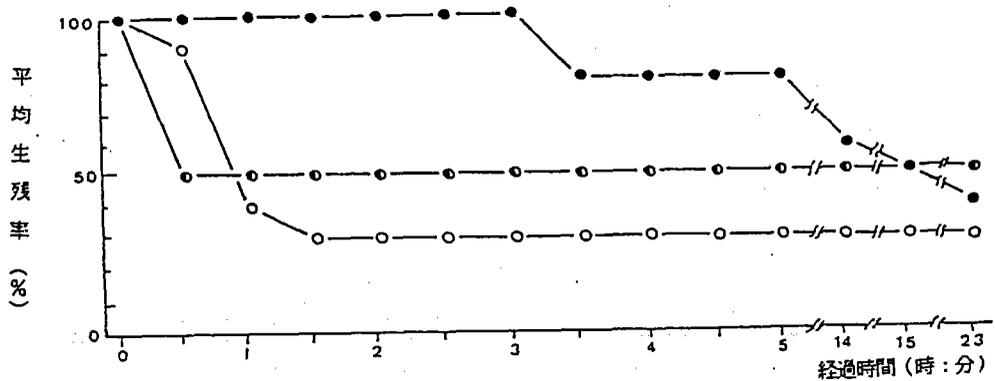


図11 対照区と魚礁区における被捕食者(クロダイ)の生残率の経時変化の比較  
(捕食者:マダイ)、黒丸: B型魚礁区、半黒丸: A型魚礁区、白丸: 対照区

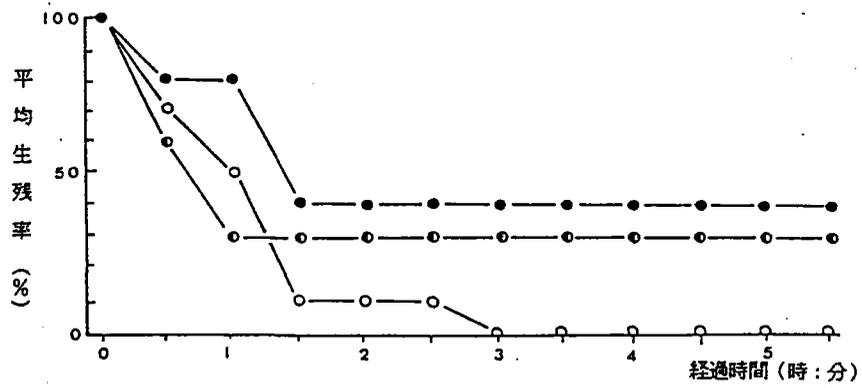


図 12 対照区と魚礁区における被捕食者(アシナガスジエビ)の生残率の経時変化の比較 (捕食者:メジナ)、黒丸: B型魚礁区、半黒丸: A型魚礁区、白丸: 対照区

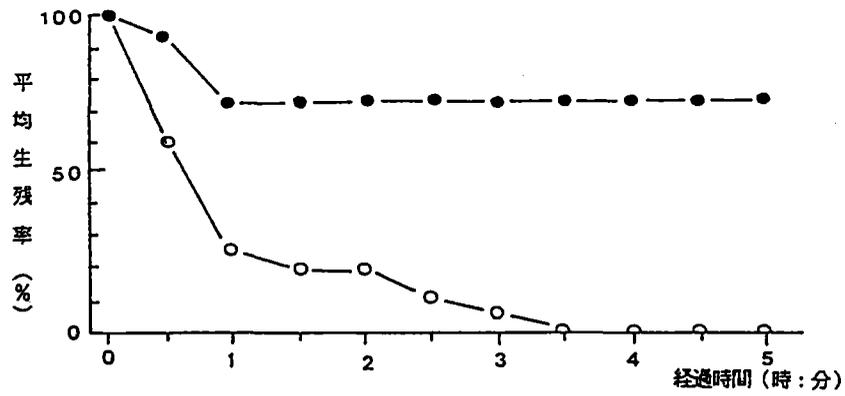


図 13 対照区と魚礁区における被捕食者(アシナガスジエビ)の生残率の経時変化の比較. (捕食者:マダイ)、黒丸: B型魚礁区、白丸: 対照区

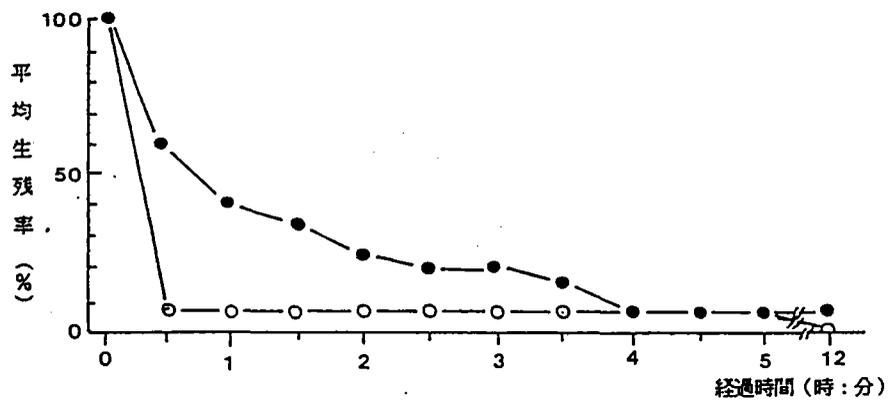


図 14 対照区と魚礁区における被捕食者(アシナガスジエビ)の生残率の経時変化の比較. (捕食者:カサゴ)、黒丸: B型魚礁区、白丸: 対照区

表 4 測定開始5時間後の捕食者の生残率(%)

実験 番号	捕食者 (P)	被捕食者 (F)	対照区 A型魚礁区 B型魚礁区			備考
			(C)	(A)	(B)	
1	アナハゼ	メジナ	10	50	80	Cは5時間17分で0%
2	マダイ	カサゴ	10	50	100	Cは5時間19分で0%
3	マダイ	クロダイ	30	50	80	
4	メジナ	アシナガ				
		スジエビ	0	30	40	Cは30分で0%
5	マダイ	アシナガ				
		スジエビ	0	—	80	Cは3時間30分で0%
6	カサゴ	アシナガ				
		スジエビ	10	—	10	Cは12時間で0%
平均値			10	30	65	

## 2) 魚礁の存在が魚類の成育に及ぼす影響

人工魚礁の存在は稚魚等に隠れ場を提供し、それらの被捕食率を低減する効果があることが分かったが、それに反して餌料供給の役割を果しており、そこに食物連鎖の関係があることも分かっている(柿元・大久保:1985)。それらの効果以外の資源増殖的效果を明確にする目的で、魚礁を設置した水槽と魚礁を設置しない水槽において、イシダイとメジナの未成魚を長期間蓄養して、その成長、行動量などの比較実験を行なった。

### (1) 実験方法

屋外水槽(240x190x80cm、水深60cm)に、8,000cm<sup>3</sup>の異型ブロック5~7基を組合せて設置し、体長がほぼ同じ個体を選抜したメジナとイシダイを各10個体ずつ収容し、約5年間飼育した。また、対照区として同じ大きさの水槽に魚礁を設置しない状態で同じ期間飼育した。この間の投餌量は量区とも同量を与えた。また、イシダイについては各水槽に収容した個体の内の1個体に夜光塗料標識表を装着して、個体の行動量を測定した。

### (2) 結果

蓄養期間中のイシダイは、平均伸長率、増重率ともに魚礁区の方が大きく、その差は水温の急激な低下が見られた11月に生じたが、とくに増重率は対照区の47.3%に対して魚礁区は62.0%と大きい差が生じた。また、メジナは平均伸長率、増重率ともに魚礁区の方が大きく、その差は水温が異常に高くなった8月に生じたが、とくに増重率は対照区の40.7%に対して魚礁区は45.9%と大きい差が生じた。

イシダイの1個体に標識を装着して毎正時に1分間の行動量を測定し、平均移動量を比較した。その結果、魚礁区の個体は夜間は殆ど移動しないで、昼間はおよそ2m/分の移動量であるのに対して、対照区では昼夜を問はずおよそ7m/分となり、対照区の個体は常に遊泳行動を行なってエネルギーを消費している。また、その行動は逃避行動と受取られる極めて敏速な行動であり、個体は魚礁がないために大きなストレスを受けていると考えられた。

これらの行動の結果が、先に述べた成長の差となって現れていると考えられると同時に、その差はイシダイでは低水温期、メジナでは異常な高水温期に生じていることから、環境要因が好適でない状態の時に魚礁の存在が個体の生存、成育に大きい役割を果しているように考えられる。

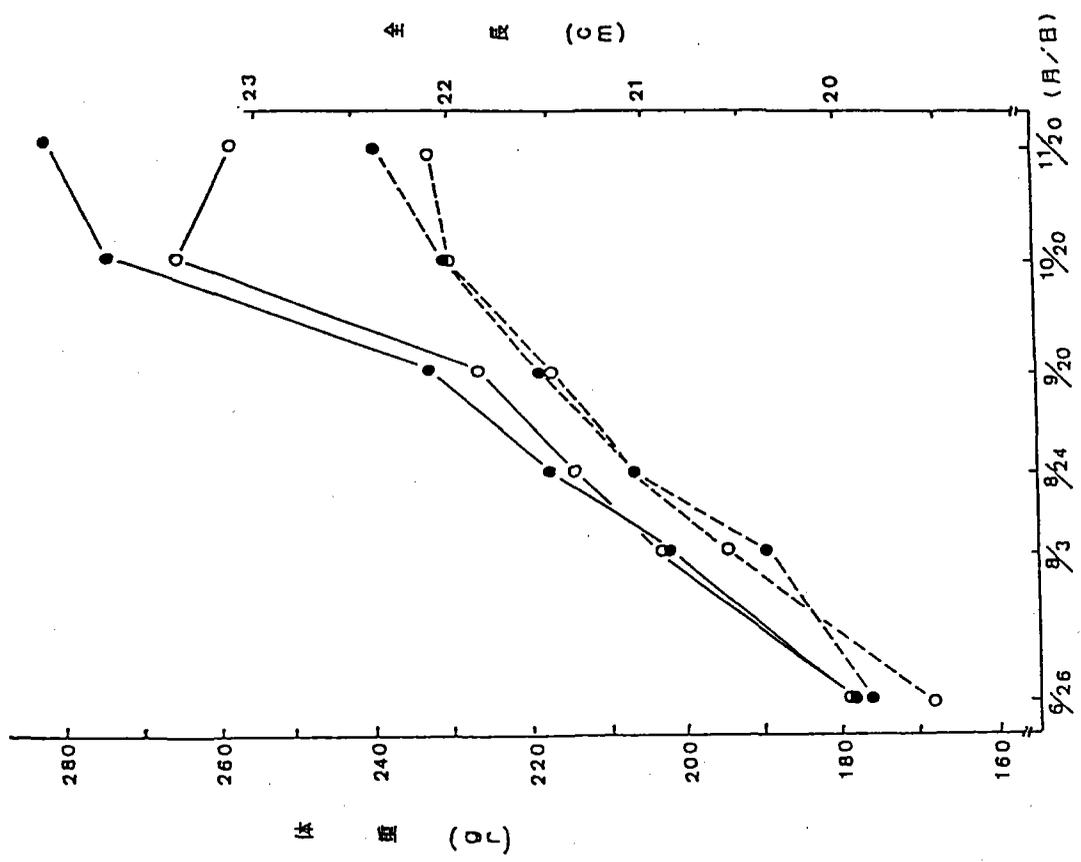


図 15 魚槽区と対照区における成長の変化(イシダライ)  
 白丸: 対照区 黒丸: 魚槽区 実線: 体重 破線: 全長

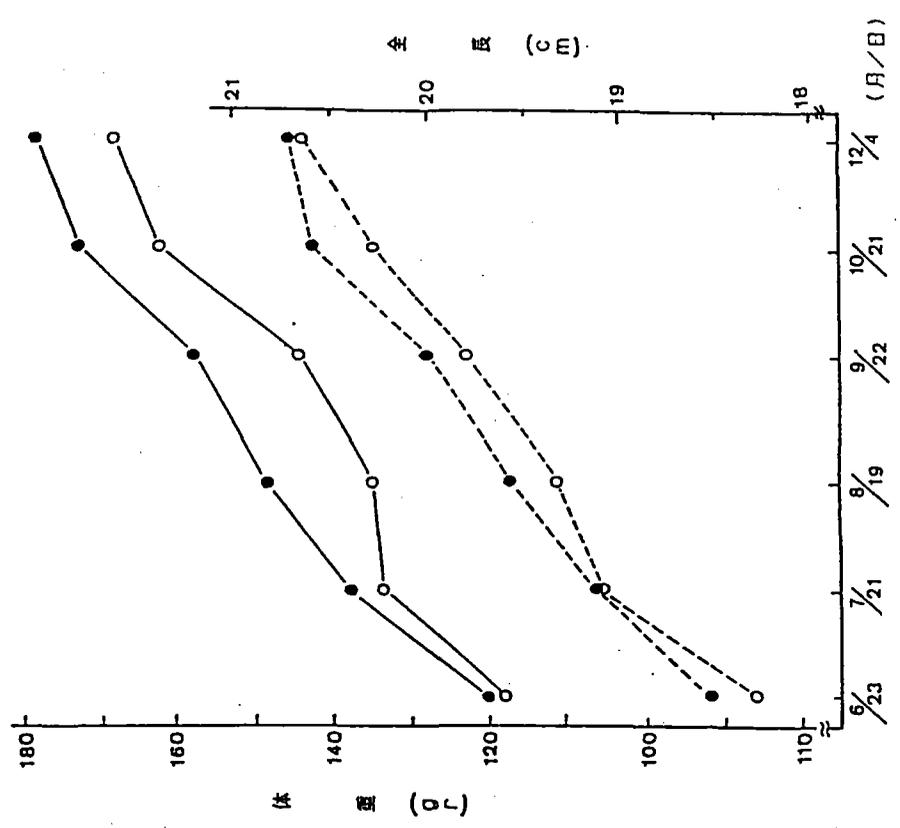


図 16 魚槽区と対照区における成長の変化(メシナ)  
 白丸: 対照区 黒丸: 魚槽区 実線: 体重 破線: 全長

## 文 献

- 柿元 ・大久保久直：新潟県沿岸域における人工魚礁の総合的研究．新潟県水産試験場，1-327，1985．
- 柿元 ・津村 憲：海産魚類の魚礁性について．平成4年度日本水産工学会学術講演会講演論文 集，1-2，1992．
- 川名 武：魚礁の漁場学的考察．水産資源，5 (2)，26-37，1959
- 桑野雪延：人工魚礁の漁獲効果に関する調査報告．長崎県水産試験場報告書，1-50，1965
- 大島泰雄：築礁について．水産増殖叢書，4，日本水産資源保護協会
- 小川良徳：人工魚礁と魚付き．人工魚礁とその効果，水産増殖臨時7号，1-21，1968．
- 利涉義宣・ほか：昭和41年度大型魚礁効果認定調査特別報告書．千葉県水産試験場報告．7，1-38，1967
- 利涉義宣・ほか：昭和43年度大型魚礁効果認定調査特別報告書．千葉県水産試験場報告．16，1-18，1969