

イセエビ類幼稚仔の着底場及び養育場造成技術の検討

西海区水産研究所

吉村 拓・中嶋 純子・小笹 悦二・松本 才絵

(平成4～6年度)

1. 緒言

従来のイセエビ礁には、その対象によって親エビ用（コンクリートブロック礁）と稚エビ用（投石礁）の2タイプが見られる。しかしながら、イセエビ *Panulirus japonicus* の着底後のプエルルス（ポストラバ）や底生生活初期の稚エビは、自然環境下での観察例が少なく、生態学的な情報も限られたものしかなかった。例えば、プエルルスが着底し、稚エビのある段階まで生息する場所、すなわち養育場としては、南伊豆や伊豆大島におけるテングサ群落（伏見、1978¹⁾；都水試、1983²⁾）と千葉県小湊における岩礁表面の小孔（Yoshimura and Yamakawa, 1988）³⁾の2例が知られていたが、なぜこのような違いがあるのか、さらにはどちらが一般的な環境なのかということについては不明であった。また、稚エビ期の成長過程や、それに伴う生息場所の変化などについても十分な知見はなかった。このため稚エビ礁の設計や設置においては、生物学あるいは生態学的な情報を十分には反映させられない状況にあったと考えられる。

そこで本研究では、養育場の一般的な環境条件と、その養育場内における成長、移動等の解明を行い、これらの知見に基づいた試験礁の設計、および野外実験によるその効果の検証によって、養育場造成に向けた技術的検討を行うことを目的とする。

なお、鹿児島県の島嶼あるいは沖縄県等での主要漁獲物であるカノコイセエビ *P. longipes* やシマイセエビ *P. penicillatus* でも、養育場や養育場内での生態についてはほとんど情報がないため、潜水調査による解明を行う。

2. 調査方法

長崎県の野母崎町と三和町において、1991年5月～1994年10月までの期間中、原則として毎月（1～4回）の潜水調査を実施した。このうち91～92年は、稚エビ生息密度の高い水域の発見を第一の目的として様々な地点での潜水調査を行った。93年以降は、稚エビが比較的多く観察された岳路と野母崎の3地点

（図1）において、着底量の月変化、着底環境、稚エビ期の成長、生息環境の解明などを目的とした調査を実施した。調査はSCUBA潜水によって行い、あらかじめ設定した調査エリア内を毎回調査し、イセエビが発見された場合は、採集及び海藻や孔など周辺環境の記録を行った。94年10～11月には、岩礁に孔を形成する穿孔性二枚貝を対象とする調査を岳路で実施した。

この他に93年と94年には、野外調査の結果に基づいて表面に多数の孔を有する試験礁（図2）を作成し、これを岳路に5基、野母崎に10基、網場に5基設置し、プエルルスや稚エビの住み着きの有無を調査した。設置場所は、岳路では稚エビが生息する天然岩礁（クロメ場）から沖へ20～30 m離れた砂地上、野母崎では稚

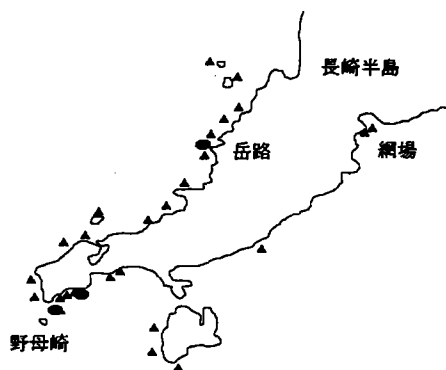


図1. 長崎半島における潜水調査地点。
▲は91・92年度、●は93・94年度の調査地点。

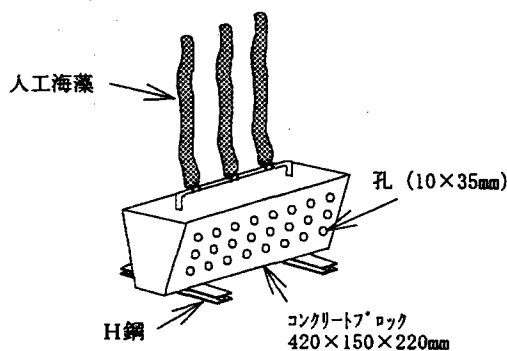


図2. 試験礁の概略。

エビが生息する転石地帯（クロメ、ノコギリモク混在藻場）の中、網場ではクロメの点在する転石地帯で、水深は6～10mであった。着底基質として各礁にはポリエステル製の幅10cm、厚さ1mmの人工海藻を取りつけたが、岳路では2mのものを0～4本、野母崎では1mと2mのものを0～4本と礁ごとに条件を変えた。但し、網場では2mのもの1本を1基に付け、他の4基には付けなかった。

なお、イセエビ分布域全体を考慮した養育場の一般的な環境条件について検討するために、過去に実施した調査、すなわち千葉県小湊（1983年）と坂田（1992年）⁴⁾、静岡県河津（1989年）⁵⁾、三重県伊勢（1987～1990年）、徳島県下灘（1990年）の5水域での潜水調査結果も用いた。

シマイセエビとカノコイセエビを対象とした潜水調査は、鹿児島県名瀬市（奄美大島）の太平洋側と東シナ海側において、1991年10月14～19日、1993年11月9～14日、1994年7月10～12日の各期間に実施した。調査方法は、イセエビにおけるものと同じ手法による潜水調査であった。

3. 結果

1) 養育場の環境条件

千葉、三重、徳島、長崎の4県における計5水域での潜水調査結果の一部を表1に示す。プエルルスが85個体、稚エビが556個体採集されたが、いずれの個体もホンダワラ類（オオバモク、ノコギリモク）やコンブ目（アラメ、カジメ、クロメ）などの大型海藻か、チャシオグサなどの中型海藻が優占する場所

表1. 4県5水域における潜水調査結果の一部.

| 調査水域 | 年 | 月 | 潜水時間* (hours) | イセエビの発見数 | | | CL (mm) | | | 生息水深 (m) | | |
|--------------|------|-----------|------------------|-----------|------------|------------|---------|-------|-------------|----------|-------|------------|
| | | | | アエハス | 稚エビ | Total | Mean | S. D. | Range | Mean | S. D. | Range |
| 小湊 (千葉) | 1983 | Sep-Oct | 98:30 | 50 | 116 | 166 | 9.4 | 3.3 | 6.2 - 22.1 | 3.6 | 1.74 | 0.5 - 8.0 |
| 伊勢 (三重) | 1987 | Sep | 4:30 | 1 | 7 | 8 | 10.2 | 2.86 | 7.0 - 14.0 | | | 4.0 - 9.0 |
| | 1988 | Aug | 5:02 | 3 | 4 | 7 | 7.4 | 0.21 | 7.3 - 7.6 | 7.1 | 0.52 | 6.4 - 7.6 |
| | 1989 | July, Nov | 14:57 | 4 | 36 | 40 | 20.0 | 7.33 | 8.3 - 40.8 | 10.8 | 2.36 | 7.0 - 14.6 |
| | 1990 | Aug-Sep | 2:11 | 4 | 40 | 44 | 9.9 | 4.69 | 7.0 - 32.4 | 8.8 | 3.50 | 3.5 - 15.3 |
| 下灘 (徳島) | 1990 | Oct | 3:19 | 6 | 19 | 25 | 12.1 | 3.79 | 7.1 - 16.6 | 7.6 | 2.82 | 2.8 - 11.7 |
| 三和 (長崎) | 1991 | Jun-Oct | 13:13 | 13 | 46 | 59 | 17.9 | 9.06 | 6.9 - 49.8 | 5.9 | 2.29 | 0.9 - 12.3 |
| | 1992 | Mar-Dec | 21:53 | 0 | 49 | 49 | 19.1 | 7.93 | 6.9 - 35.3 | 4 | 1.46 | 1.1 - 8.0 |
| 野母崎 (長崎) | 1991 | Mar-Oct | 13:20 | 3 | 29 | 32 | 17.2 | 12.3 | 7.0 - 47.0 | 5.9 | 1.72 | 2.8 - 9.8 |
| | 1992 | Mar-Nov | 22:41 | 1 | 150 | 151 | 19.9 | 8.64 | 7.3 - 49.8 | 6.5 | 1.9 | 0.9 - 11.3 |
| | 1993 | Feb-Oct | 10:22 | 0 | 60 | 60 | 24.7 | 4.37 | 19.0 - 40.3 | 7.7 | 2.58 | 3.3 - 12.3 |
| Total | | | | 85 | 556 | 641 | | | | | | |

*:採集などに要した時間も含む.

周辺に生息していた。

プエルルスや底生生活初期の稚エビは、これら海藻周辺部で、垂直またはそれに近い急角度な岩礁面に開口する小孔に潜在しており、第二アンテナのみを孔の外へ出していた。プエルルス及び稚エビの甲長と、潜在していた孔の開口部短径 (HS) と奥行き (HD) との関係を図3に示す。これによると、いずれの間にも正の相関関係が認められ、選択の幅はやや広いものの、成長に伴って次第に径、奥行きともに大型の孔を選択していることが示されている。回帰式は次の通りである。

$$HS_{(mm)} = 0.730 \times CL_{(mm)}^{1.312} \quad (r = 0.749)$$

$$HD_{(mm)} = 2.373 \times CL_{(mm)}^{1.269} \quad (r = 0.732)$$

これらの孔の形状は、入り口のみ開口した奥の詰まったもので、円柱形あるいは内部がやや広い玉子型のものが多く見られた。成因別に見ると、物理的要因によると考えられる自然の孔と、孔の形が玉子型で整っているか、孔内部が平滑あるいは石灰質のコーティングや貝殻が残っており、穿孔性二枚貝の遺孔と考えられるものの2タイプが判別された。千葉県坂田の稚エビが生息する垂直な岩礁壁面において、50×50cmの範囲内における孔のタイプと大きさを8箇所調べた結果によると (図4)、1㎡当たりの個

数は211個（うち穿孔性二枚貝の孔が150個、自然の孔は61個）で、穿孔性二枚貝の孔は直径3~29mm（平均12.0mm）、奥行き12~135mm（平均45.5mm）、自然孔は直径4~103mm（平均21.5mm）、奥行き11~78mm（平均42.5mm）であった。長崎県野母崎と岳路において稚エビが生息していた孔を中心とした20×20cmの範囲における孔のタイプと大きさを17箇所で調べた結果では、総数で穿孔性二枚貝の孔が183個、自然の孔が24個存在し、全体の密度は304個/m²であった。このうち、穿孔性二枚貝の孔は短径1~31mm（平均11.8mm）、奥行き10~61mm（平均30.0mm）、自然の孔では短径3~36mm（平均19.7mm）、奥行き10.6~108mm（平均36.5mm）であった。いずれの場所においても、穿孔性二枚貝の遺孔の最大径はおよそ30mmであり、これ以上の孔は自然の孔に限られており、数も少なかった。この径30mmの孔を利用す

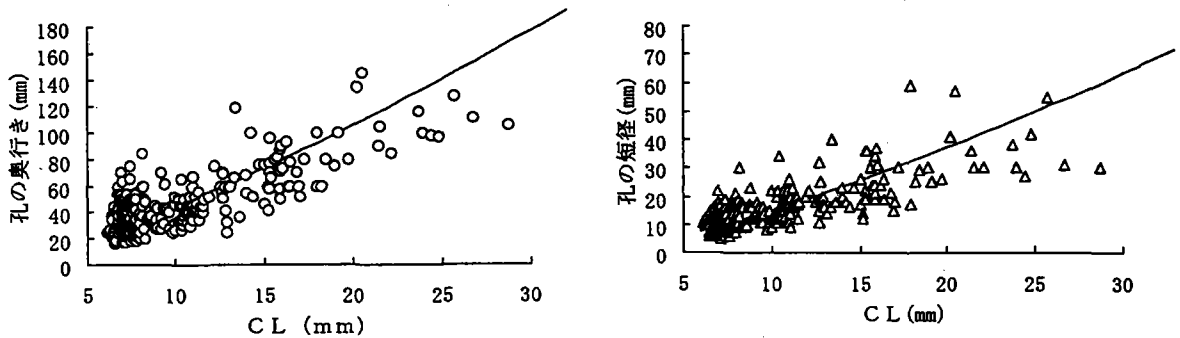


図3. 千葉県小湊、三重県伊勢、徳島県下灘、長崎県三和・野母崎において観察されたイセエビ稚エビの甲長と、それが生息していた孔のサイズ（開口部短径と奥行き）との関係。

る稚エビの甲長は、約17mmであった（図3）。

生きた穿孔性二枚貝が多数観察された長崎県岳路において、水深5~7mの岩礁部を丁寧に砕いて観察した結果では、稚エビが利用できる大きさの孔を形成する種としてはイシマテガイ、カモメガイ、モモガイの3種が出現した。67例について調べた結果では、孔内部の最大直径は平均16.5mm（6.7~77.0mm）、奥行きは39.8mm（9.3~79.0mm）で、両種ともに水管を岩礁表面に出すための細い管状の部位で外へ通じており、この開口部の直径は平均3.5mm（1.1~6.4mm）と、遺孔よりも小さかった。また、岩礁表面に対する穿孔の方向は、一定していなかった。

静岡県河津のテングサ群落におけるのべ2日間の調査（表2）では、刈り取った海藻中から3個体、その海藻が生えていた転石表面の孔からは27個体のプエルルスおよび初期稚エビが採集された。また、同じ日に行ったカジメ群落での目視調査と、テングサ群落での目視による調査のみの結果を単位観察時間当たりに見えられた稚エビの数で比較すると、7月16日ではそれぞれ20.4と18.9、8月19日では44.0と52.0と、いずれも大きな差は見られなかった（表2）。

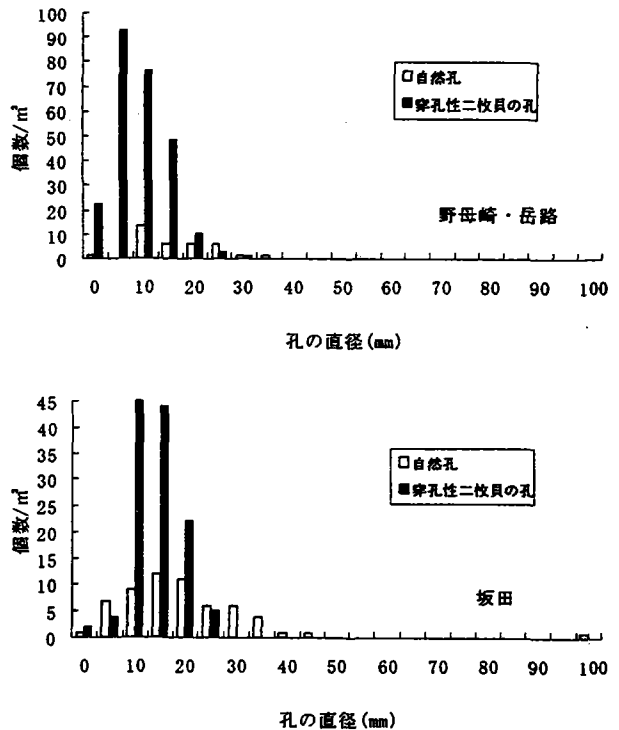


図4. 長崎県野母崎・岳路（上）と千葉県坂田（下）における、稚エビ生息場所周辺の岩礁表面に開口する小孔の、タイプ別サイズ別密度。

表2. 静岡県河津地先におけるプエルルス及び初期稚エビの環境別出現数

| 月日 (1989年) | 調査場所における 優占海藻 | 日中の 潜在場所 | イセエビの出現数 | | | | 刈取り海藻 湿重量 (kg) | CPUE* (No/100 kg) | 調査時間 (分) | CPUE (No/hour) |
|---------------|------------------|-------------|----------|------|-------|-------|-------------------|----------------------|-------------|-------------------|
| | | | プエルルス | St.1 | >St.1 | Total | | | | |
| 16-Jul | マクサ | 小孔 | 12 | 4 | 0 | 16 | 7.1 | 28.2 | 47 | 20.4 |
| | | 海藻の中 | 2 | 0 | 0 | 2 | | | | |
| | カジメ | 小孔 | 11 | 0 | 0 | 11 | | | 35 | 18.9 |
| | | 海藻の中 | 0 | 3 | 8 | 11 | | | | |
| 19-Aug | マクサ | 小孔 | 0 | 3 | 8 | 11 | 5.6 | 17.9 | 15 | 44.0 |
| | | 海藻の中 | 0 | 1 | 0 | 1 | | | | |
| | カジメ | 小孔 | 7 | 11 | 8 | 26 | | | 30 | 52.0 |
| | | 海藻の中 | 0 | 1 | 0 | 1 | | | | |

*:海藻100kg当たりの出現数

2) 長崎半島における着底周期

潜水調査によって発見された、プエルルスと第1期稚エビの単位潜水時間当たりの発見数を、着底量の指標として用いる。これによると、1992年は6～9月、1994年には5～10月と、着底の開始と終了月は年によって若干の変動が見られたが、おおよそ6月から9月が主要な着底時期で、7～8月がピークであった(図5)。1993年は、特に夏期に荒天が多く、予定通りの調査が実施できなかったためにプエルルスや第1期稚エビの採集数が少なく、明瞭な結果は得られなかった。1992年の調査では特定のエリアを設定していなかったため、単純に1994年と比較することはできないが、着底量がピークに達した7月から8月における単位観察時間当たりの発見数では、およそ1.9～3.2倍の差が見られた。

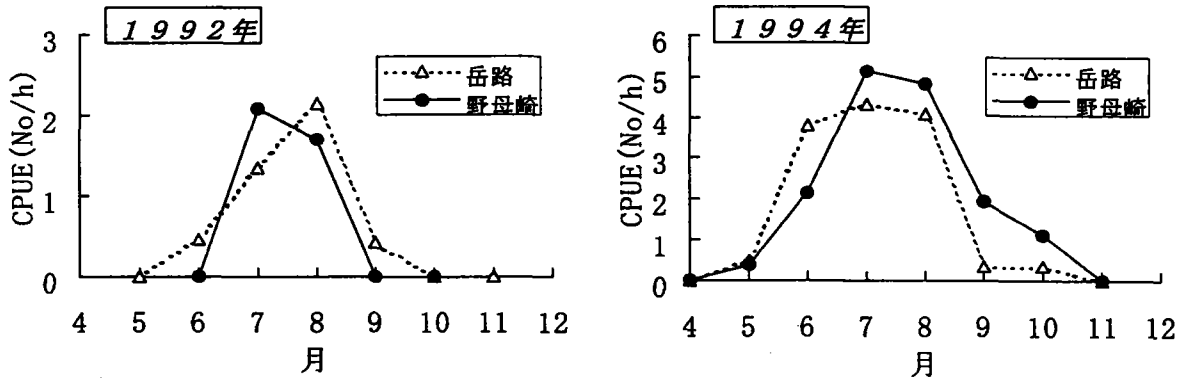


図5. 長崎県における1992年と1994年の月別に見たプエルルスと第一期稚エビの単位観察時間当たり発見尾数。それぞれの月における全ての調査を含む。

3) 稚エビ期の生息環境、移動、および成長

91年から94年において、養育場周辺で採集された総数825個体のイセエビの月別平均甲長(図11)によると、着底の始まった5月および6月には平均7mmであるが、着底終了後の11月には27mmに達している。その後、冬の期間は成長が悪くなり、翌年3月でもやはり27mmと変わらないが、5月には再び成長し始め、平均30mmに達している。6月まではこれらの前年に着底した個体が養育場に生息しているが、7月以降はほとんど見られなくなった。

図12は、1992年8月と10月、および1993年の2月における野母崎と三和での、稚エビの生息場所別甲長組成である。このうちの間隙とは、転石の下の隙間や、岩礁の亀裂、岩棚など、小孔と比較してやや開放的な場所を意味する。これによると、着底から甲長15mmまでの個体は、すべて孔を利用しているが、8月以降になって甲長が15mmを越えると、孔から間隙へと移動する個体が出現し始め、翌年2月にはこの移動

した個体の割合がほぼ半数に達している。これに対して、三重県伊勢では9月(90年)にはほとんどが小孔に生息していたが、11月(89年)にはやはり甲長15mm以上の個体で間隙に移動する個体が出ており、移動個体は全体の47%に達していた。また、千葉県小湊では11月(83年)にはすべてが孔に生息していたが、2月(84年)以降移動する個体が出てきたものの、同年4月でも25%しか移動していなかった。移動が見られたのはやはり甲長15mm以上の個体であった。

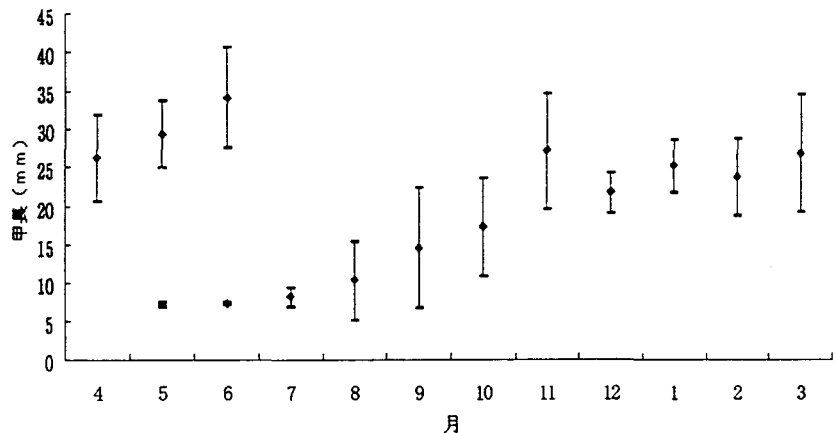


図11. 1991~94年における長崎県下での潜水調査によって採集されたイセエビの月別平均甲長と標準偏差。長崎半島周辺その他、五島列島などでの調査による個体も含んでいる。

孔と間隙のいずれに潜在する個体でも、その空所内でさらに他の動物によって造られる陰部に位置している例やイセエビが複数個体同居している例が見られたが、この割合は間隙に生息する個体の方が高く、

92年の10月では52例中の11例が間隙に生息し、そのうち36%が複数、9.1%がウニ類との同居であった。93年2月では67例中の44例が間隙に生息し、内34%が複数、18%がウニ類、4.5%がウミシダ類との同居であった(図13)。なお、このウニ類やウミシダ類を取り除くと、イセエビは逃避行動を示した。

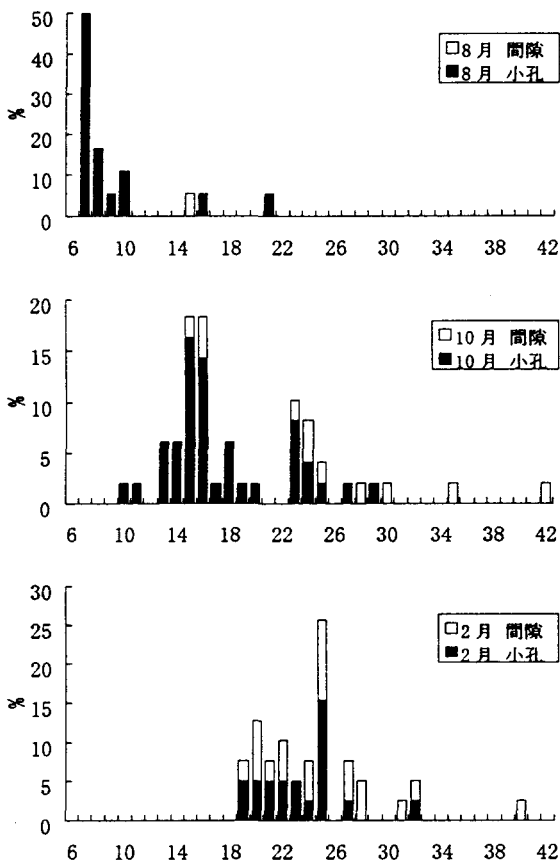


図12. 1992~93年の長崎県野母崎と三和における、生息場所別・月別に見たCL組成。

4) 試験礁調査

3水域に設置した試験礁20基において、計3個体のプエルルスと2個体の初期稚エビの住み着きが認められた(表3)。但し、1993年の野母崎

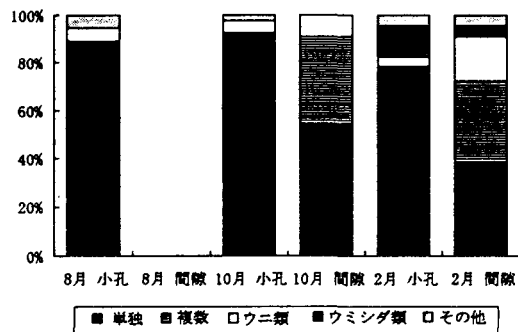


図13. 長崎県野母崎と三和における、月別・生息場所別の稚エビ生息状況(単独か、他の動物との同居か)の割合。“複数”は、稚エビが2個体以上同じ空所に潜在していたことを意味する。

におけるプエルルス1

個体は、ニシキエビ

*P. ornatus*であった。住
み着きが認められた礁

の設定条件は、人工海藻
2m-2本、2m-1本、
1m-2本、1m-4本、
海藻なしの5タイプで
あった。また、網場にお
いて1992年7月に設置

していた大型礁におい

ては、プエルルス1個体

と初期稚エビ3個体の住み着きが認められた。着底が見られた礁には、クロメやミルなどの海藻が着生していた。

表3. 試験礁を用いたフィールド実験結果

| 設置水域 | 設置数 | 調査開始日 | 調査終了日 | 調査回数 | 1ヤリの総生息数 | | |
|------|-----|---------|----------|------|----------|-------|--------|
| | | | | | プエルルス | St. 1 | >St. 1 |
| 野母崎 | 10 | 93/8/13 | 93/10/4 | 6 | 1 | 0 | 0 |
| 野母崎 | 10 | 94/4/26 | 94/10/24 | 9 | 0 | 0 | 0 |
| 岳路 | 5 | 93/7/20 | 93/10/6 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| 岳路 | 5 | 94/4/27 | 94/10/27 | 8 | 2 | 1 | 0 |
| 網場 | 3* | 92/7/20 | 94/10/25 | 7 | 1 | 0 | 3 |
| | 5 | 92/7/20 | 94/10/25 | 7 | 0 | 0 | 1 |

*:大型礁 (3×3×1m)

5) 南方系イセエビ類の養育場

奄美大島における計3回、のべ10日間における調査によって、カノコイセエビ稚エビ23個体、シマイセエビ稚エビ2個体、ゴシキエビ稚エビ1個体が採集された(表4)。カノコイセエビのプエルルスと稚エビが潜在していた孔は、大部分が単純な円柱型で、いずれも石灰岩から成る岩盤の急角度な面の表面に開口するものであった。プエルルスと稚エビは、孔の入口付近に位置しており、第2アンテナを孔の外に出していた。孔周辺には海藻類、特に紅藻類が着生している場合が多く、孔がこの海藻によって覆われている例も見られた。

各稚エビの甲長と、それぞれが生息していた孔の大きさの関係によると(図14)、直径、奥行き間ともに正の相関関係が認められ、やはりイセエビ同様に成長に伴ってより大きな孔へと移っていることが示されている。

表4. 奄美大島名瀬市地先での潜水調査によるイセエビ類の種別観察数

| 年 | 月日 | 潜水時間 (hours) | カノコイセエビ | | | | | シマイセエビ | | | | |
|-------|----------|-----------------|---------|-----|-------|--------------|-----------|--------|-----|-------|--------------|-----------|
| | | | 発見数 | | | CL範囲 (mm) | 水深 (m) | 発見数 | | | CL範囲 (mm) | 水深 (m) |
| | | | プエルルス | 稚エビ | Total | | | プエルルス | 稚エビ | Total | | |
| 1991 | 10/14-19 | 25:23* | 5 | 4 | 9 | 8.1-8.9 | 4.5-14.0 | 0 | 2 | 2 | 10.5-11.6 | 2.0-5.0 |
| 1993 | 11/9-14 | 13:35 | 0 | 10 | 10 | 7.8-32.0 | 1.0-11.6 | 0 | 0 | 0 | | |
| 1994 | 7/10-12 | 5:16 | 0 | 4 | 4 | 12.8-18.9 | 5.4-9.4 | 0 | 0 | 0 | | |
| Total | | | 5 | 18 | 23 | | | 0 | 2 | 2 | | |

*:2名のダイバーによるもので、環境調査に要した時間も含む

1993年に実施した昼夜の潜水観察結果によると(図15)、昼間には甲長7.8~24.2mmのカノコイセエビが孔中から採集されたが、夜間には甲長8.0~8.4mmの4個体の他に、昼間観察されなかった甲長26.6~32.0mmの稚エビ6個体が、岩礁の表面において観察された。

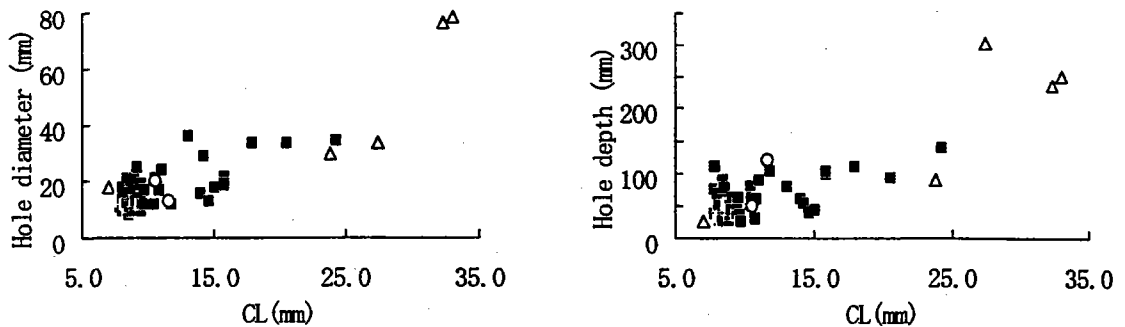


図14. 奄美大島における南方系イセエビ類の甲長と生息孔サイズとの関係。但し、カノコイセエビとゴシキエビは沖縄や種子島におけるものも含まれている。

△ゴシキエビ ■カノコイセエビ ○シイセエビ

4. 考察

一般的にイセエビ類のプエルルスは、海藻や海藻的なものに着底することが知られており (Phillips and Booth, 1994⁶⁾; Little and Milano, 1980⁷⁾)、カリブ海に分布する *P. argus* では、紅藻 *Laurencia* spp. に着底し、甲長およそ17mmの稚エビ期まではこの紅藻群落を隠れ場および索餌場として利用した後、岩礁部の穴などへ移って行く (Marx and Herrnkind, 1985)⁸⁾。カリフォルニア沿岸などに分布する *P. interruptus* では、海草の1種である *Phyllospadix* に選択的に着底し (Serfling and Ford, 1975a)⁹⁾、西部オーストラリアに分布する *P. cygnus* も同様に藻場に

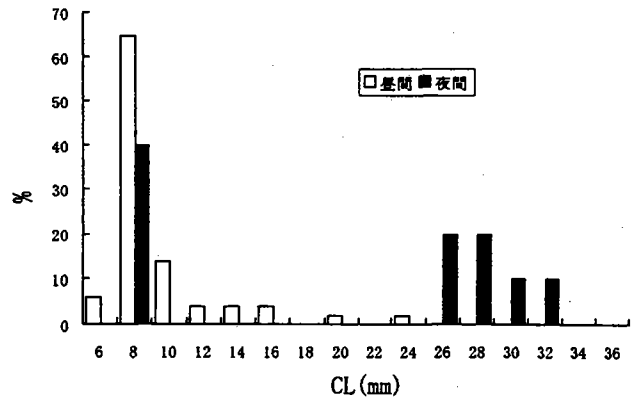


図15. 名瀬市地先における昼夜の潜水調査によって観察されたカノコイセエビの甲長組成。

に着底し、イセエビ同様に孔に潜在することが報告されている (Jernakoff, 1990)¹⁰⁾。本邦産イセエビでもテングサ類や大型褐藻藻場におけるプエルルスの採集や観察例が報告されていた (伏見, 1978¹⁾; 都水試, 1983²⁾; Yoshimura and Yamakawa, 1988³⁾) が、本研究によって、着底したプエルルスや初期稚エビは、テングサ群落中においても、テングサの生えた岩礁部に孔がある場合は、この孔を日中の隠れ場として選択する個体の方が多いこと、単位潜水観察時間当たりの発見数では、このテングサ群落でもカジメ群落でもほぼ同程度の着底密度であることが明らかとなった。環境庁 (1990)¹¹⁾に基づいて作成した、イセエビ分布水域における水深20m以浅での海藻群落の分布状況によると (図16)、テングサ群落は伊豆や四国周辺でやや多く見られるものの、イセエビ分布域全体では9.3%と少なく、むしろコンブ目 (47.9%) やホンダワラ類 (34.5%) の群落が大部分を占めていることがわかる。大型褐藻藻場全てをイセエビ養育場と考えることはできないだろうが、本研究結果からはこれら大型褐藻藻場がイセエビにとっての一般的な養育場であり、この藻場における岩礁部表面の孔が日中の潜在場所として利用されているものと判断できる。

本研究結果から、着底後およそ1年間の生活史は、概略図17の通りと考えられる。すなわち、底生生活初期においては穿孔性二枚貝などに起因する小孔を隠れ場所とするが、甲長約15mmを越えた個体から次第に転石の下などの間隙に移動し、甲長約30mmに達すると大部分の個体が移動を終えていると考えられる。この甲長約15mm以上に見られる移動については、穿孔性二枚貝が作れる孔のサイズの限界が直径約30mmで

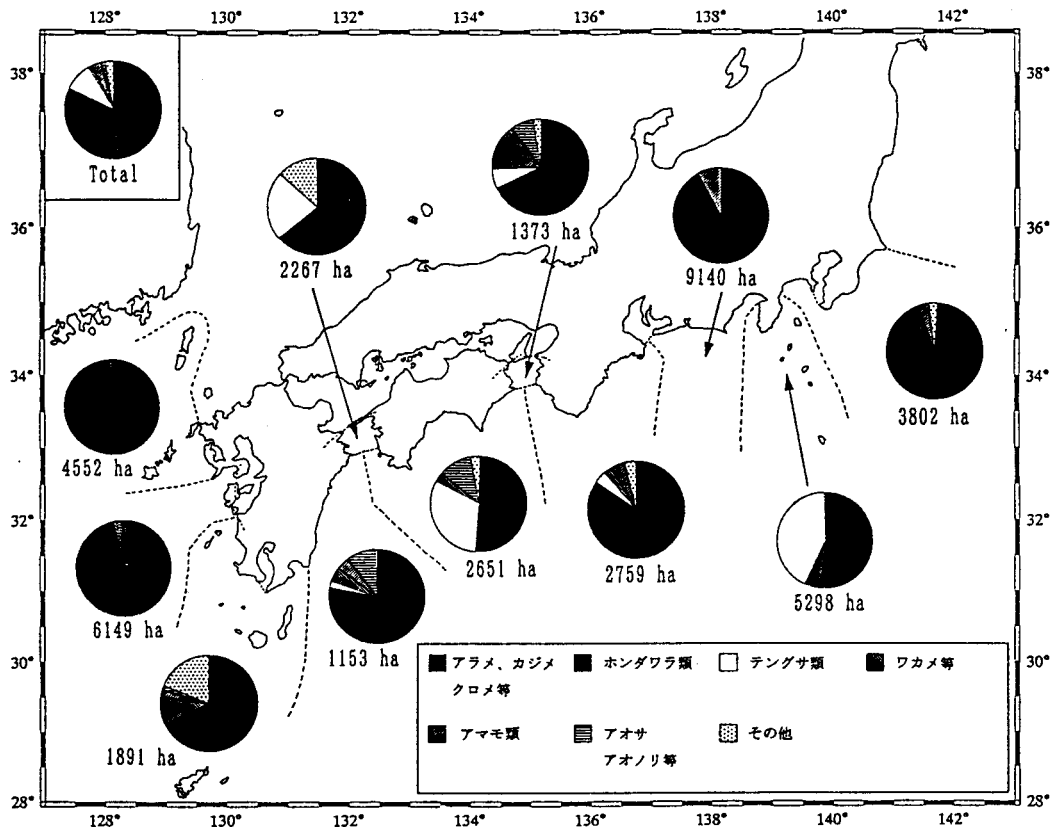


図 16 . イセエビ分布域における海藻群落の水域別分布状況 . 水深およそ 20m 以下の、面積 1 ha 以上のものが対象 (環境庁, 1980 より) .

あること、孔と稚エビのサイズ間関係式によるとこの30mmの孔を利用する稚エビの甲長は約17mmであることから推測すると、穿孔性二枚貝に起因する孔が少ないことが一因であると示唆される。長崎では、間隙に生息する個体の多くが、さらにウニやウミシダ類によって造られる陰部を利用してはいたが、これらの同居動物を取り除くと稚エビは逃避行動を示した。このことは、本来不適切な孔が他の動物の存在によって利用可能となることを示しているようが、適切な孔と比較すると隠れ場所としては不安定と考えられることから、これらの稚エビにとって適切なサイズの孔が十分にはなかったことが示唆される。*P. argus*では紅藻 *Laurencia* spp. の群落中に棲息し、藻上動物群を餌として利用していることが報告されているが (Marx and Herrnkind, 1985)、イセエビでも微小巻き貝類などの藻上動物群を餌としており (伏見, 1978)、また千葉県小湊での夜間潜水調査では、プエルルスや初期稚エビがいずれも海藻の上において観察されており (吉村, 未発表)、これら海藻が索餌場所として利用されていることが示唆される。以上の点を考慮すると、プエルルスを着底させ、稚エビ期のある期間まで住み着かせるための人工礁には海藻と孔の2つの条件を持たせることが重要であると考えられる。

3水域に設置した試験礁には、小数ながらプエルルスや初期稚エビの住み着きが認められ、この2条件の重要性が確認された。ただし、着底基質を取り付けなかった礁1基にもプエルルス1個体の生息が見られた。少数にとどまった理由としては、調査頻度が低かったことと、すべての孔が同一サイズであったため、ごく初期の稚エビしか利用できなかったことなどが考えられる。今後、着底後1ヵ月程度の期間の生息を可能とする数段階の孔を持った実験礁を用いた規模の大きな野外実験を行うことで、この2条件をより詳細に検討していくことが必要であろう。

奄美大島で実施した調査によって、カノコイセエビの稚エビ養育場は、珊瑚礁域のうち小さな紅藻類が優占する岩礁部であり、おおよそ甲長25mmまでの期間は、イセエビ同様の孔に潜在することが明らかとな

った。甲長26mm以上の個体は、夜間のみ観察されたことから、これらが日中は岩礁部の奥深い所に潜在するものと考えられる。従って、甲長およそ26mmを境として、養育場内での生息場所が変化するものと示唆される。シマイセエビについても、同様の孔に潜在する稚エビが観察されたものの、わずかに2個体の観察例にとどまったことから、本種の着底時期がカノコイセエビと異なるか、着底後の生息環境が異なるか

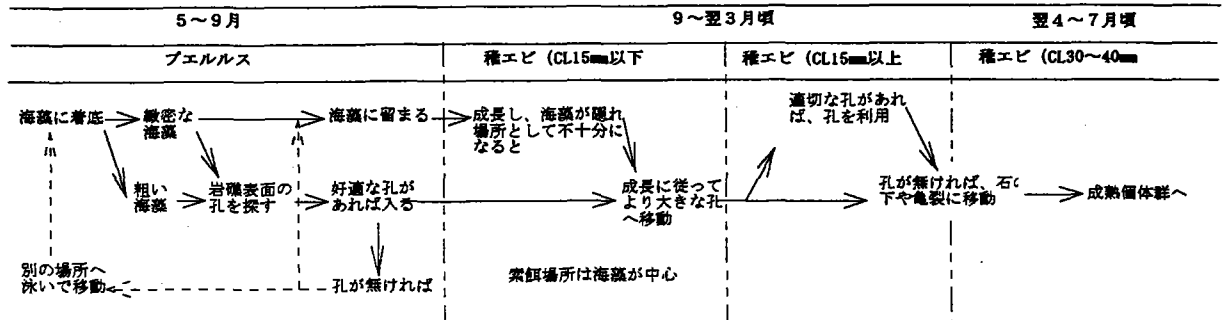


図17. 着底後およそ1年間におけるイセエビの生活史概略図。点線部は推測を意味する。

のいずれかと考えられる。今後、周年に渡る調査を行うことが必要であろう。

なお、現段階でイセエビ養育場造成に向けて指摘できる点は、次の通りである。

- 1) 天然の生息環境から判断すると、従来の投石礁タイプのものは、着底（甲長7mm）から少なくとも甲長15mmまでの個体にとって適した環境とは言えない。
- 2) 稚エビ礁を考えるならば、対象とすべきは甲長30mm以下の段階であり、これらが利用できる各サイズの円柱型や玉子型の孔を持たせることが必要である。孔は次の関係式に基づいた10段階程度のサイズが必要であろう。

$$HS_{(mm)} = 0.730 \times CL_{(mm)}^{1.312} \quad (r = 0.749) \quad HS: \text{開口部直径}$$

$$HD_{(mm)} = 2.373 \times CL_{(mm)}^{1.269} \quad (r = 0.732) \quad HD: \text{奥行き}$$

- 3) 稚エビ礁にプエルルスを着底させるためには、海藻や海藻状の着底基質が必要。特に海藻は、稚エビの索餌場所としても重要な役割を持つと考えられること、人工海藻では長期間の維持が困難なこと、流失によって海洋汚染の原因となりかねないことにより、やはり天然の海藻を着生させることが重要と考えられる。
- 4) コンクリート礁の場合、海域によっては付着生物による孔の埋没が危惧されるが、礁に穿孔性二枚貝が住み着けば、これらの貝が孔を再生産する可能性がある。従って、従来は利用されなかった堆積性泥質岩などの比較的柔らかい自然石の利用も考える必要がある。
- 5) プエルルスの着底盛期は、およそ6～9月である。従って、養育場造成はこれ以前に行うべきである。
- 6) 設置水深は水域によって異なるが、およそ10m以浅の海藻が生える水深帯が良い。
- 7) 適地選定に当たっては、少なくともプエルルスが来遊している場所を選ばなければ意味がない。この場所を知るためには、着底期である夏期や、着底が終了した秋期での潜水調査が有効である。

5. 摘要

本研究によって明らかとなった点、および残された問題点は次の通りである。

解明された点

- 1) イセエビの養育場は、分布域全域を考えた場合、大型褐藻類の藻場が一般的である。
- 2) 底生生活初期は、岩礁表面の孔に日中潜在するが、甲長15～30mm以上になると転石の下や岩礁の亀裂、岩棚などへ移動する個体が出現し、甲長30mm以上では大部分の個体が移動を終える。

- 3) この移動時期は水域によって異なり、長崎では9月、三重県では10月、千葉県では翌年4月以降と、北へ行くほど遅くなる傾向が見られた。
- 4) 孔の起源は、穿孔性二枚貝の遺孔である場合が多いが、甲長およそ30mm以上の個体が利用できる孔は天然には少なく、孔からの移動の原因の一つと考えられる。
- 5) 稚エビ礁には、少なくとも着底基質としての海藻と、隠れ場所としての孔の2条件を持たせることが必要である。

問題点

- 1) プエルルスは海藻あるいは海藻状のものに着底するが、基質選択性や着底時の行動パターンが不明である。
- 2) 稚エビ期における、海藻の索餌場としての重要性については詳しいデータがない。
- 3) 孔をめぐる他種との競争関係が不明である。
- 4) 着底以前の遊泳期における生態がほとんど不明なため、プエルルス来遊水域の推定が困難である。
- 5) 着底後の減耗率が不明。
- 6) 南方系の種については、調査努力量が少なく、十分な結果は得られていない。
よりイセエビに適した養育場を造成するためには、さらに調査研究を進めることによって、これら問題点の解明に努める必要がある。

6. 参考文献

- 1) 伏見 浩. 1978. 南伊豆におけるイセエビの生活—研究上の問題点と今後の課題. *日本ベントス研究会誌*. 15/16, 60-66.
- 2) 東京都水産試験場. 1983. 昭和57年度 大規模増殖場開発事業調査報告書 (イセエビ). 70pp.
- 3) Yoshimura, T. and Yamakawa, H. 1988. Microhabitat and behavior of settled pueruli and juveniles of the Japanese spiny lobster *Panulirus japonicus* at Kominato, Japan. *Journal of Crustacean Biology*. 8(4), 524-531.
- 4) Norman C.P., Yamakawa, H. and Yoshimura, T. 1994. Habitat selection, growth rate and density of juvenile *Panulirus japonicus* (Von Siebold, 1824) (Decapoda, Palinuridae) at Banda, Chiba prefecture, Japan. *Crustaceana*. 66(3), 366-383.
- 5) Yoshimura, T. and Yamakawa, H. 1994. Comparison of hole and seaweed habitats of post-settled pueruli and early benthic juvenile lobsters, *Panulirus japonicus* (Von Siebold, 1824). *Crustaceana*. 66(3), 356-365.
- 6) Phillips, B.F. and Booth, J.D. 1994. Design, use, and effectiveness of collectors for catching the puerulus stage of spiny lobsters. *Reviews in Fisheries Science*. 2(3), 255-289.
- 7) Little, E.J. and Milano, G.R. 1980. Techniques to monitor recruitment of postlarval spiny lobsters, *Panulirus argus*, to the Florida Keys. *Florida Marine Research Publications*. 37, 1-16.

- 8) Marx, J.M. and Herrnkind, W.F. 1985. Macroalgae (Rhodophyta: *Laurencia* spp.) as habitat for young juvenile spiny lobsters, *Panulirus argus*. *Bulletin of Marine Science*. 36(3), 423-431.
- 9) Serfling, S.A. and Ford, R.F. 1975a. Ecological studies of the puerulus larval stage of the California spiny lobster, *Panulirus interruptus*. *Fishery Bulletin*. 73(2), 360-377.
- 10) Jernakoff, P. 1990. Distribution of newly settled western rock lobsters *Panulirus cygnus*. *Marine Ecology Progress Series*. 66, 63-74.
- 11) 環境庁. 1980. 第2回自然環境保全基礎調査 海域調査報告書. 493pp.