

クマエビを主対象とした栽培漁業の技術支援

増養殖環境課 黒原 健朗
 漁業資源課 大河 俊之

1 はじめに

クマエビは高知県では「アジアカ」の名称で呼ばれており、本県で漁獲されるエビ類の中では付加価値が非常に高いことから、重要な漁業対象種として認知されている。そのため、本県では昭和 62 年度から種苗の放流を行っており、生産状況の影響で年によって放流尾数にばらつきはあるものの、最大の放流場所である須崎市には図 1 に示したように平成 5 年度～平成 9 年度には毎年 100 万尾以上を放流している。近年は放流尾数が低く推移していたが、平成 22 年度は 155 万尾と最盛期に匹敵する規模で実施された。しかし、クマエビの漁獲量は漁獲統計上ではくるまえび類の中に含まれる形で集計されてきたため、これまでに単独での漁獲量調査が行われておらず、放流効果が実証されていないのが現状である。このため、種苗放流の中心地となっている須崎市では、平成 21 年度から関係者が自主的に漁獲尾数を調査するようになり、水産試験場でもその取り組みに対して調査的側面から支援を行っている。

調査項目は以下に示した 2 つである。上述のようにクマエビの種苗放流は高知県の中央部に位置する須崎市を中心として行われていることから、まず漁獲量と漁獲の状況を把握するために須崎市において市場調査を実施するとともに、須崎市に依頼して漁獲実態を調査し、全体量の把握を行った。もう一つは放流効果の把握とその向上につながる手法の開発である。宮嶋ら¹⁾や谷田ら²⁾により、クルマエビの外部標識の手法として報告されている尾肢カット法をクマエビにも応用し、実験室レベルでその残存状況を確認し、放流効果を把握する指標としての有効性を検証した。放流手法の開発は、平成 21 年度から行なっている放流時期の天然クマエビの生態調査で、天然稚エビの分布状況から放流種苗の生息に適した条件を探索した。

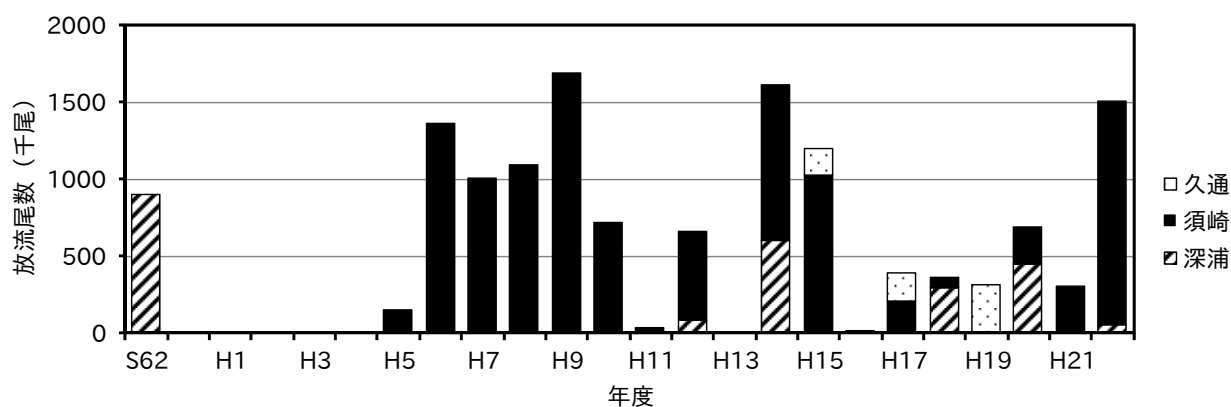


図1 須崎市におけるクマエビの放流尾数の推移

2 市場調査

(1) 目的

クマエビの栽培漁業上の知見は高知県のみならず全国的に見ても少なく、継続的なデータの蓄積が必要な状況である。そこで、平成 22 年度に引き続いて平成 23 年度も漁獲されたクマエビの情報を入手することとした。

（2）材料と方法

須崎地先におけるクマエビの漁獲は小型底曳網漁によるものである。操業期間は毎年5月1日から8月10日までと9月1日から12月20日までであるが、漁獲の状況によって終漁が早まることもある。須崎市場におけるクマエビの取り扱いには2通りあり、1つは活エビを水槽に収容する場合、もう1つは死エビをカゴに並べる場合であるが、本調査ではセリ前にエビに触れることになるため、すべて死エビを対象とした。平成23年度の調査は5月16日から11月1日までの計15回実施した。調査項目は雌雄比、雌の成熟度、全長組成及び体重とし、雌の成熟度は、－、±、＋及び++の4段階で目視評価した。また、昨年度は7,200尾を標識放流していることから、測定時に尾肢異常のあるクマエビが確認された際には、これまでに現場で確認されている尾肢異常の事例と状況を照合しながら放流エビか否かを検証した。

（3）結果と考察

調査した月日と隻数、測定尾数、1隻あたりの漁獲尾数は表1に示したとおりである。調査日あたりの最大隻数は4で、15回の調査で♂♀合わせて計1,196尾について測定した。また、活エビを除く1隻あたりの漁獲尾数は9～61尾であった。図2に雌雄比を示した。6月14日の調査では♂が18.0%、♀が82.0%と極端に♀の比率が高かったが、6月6日、9月15日と11月1日を除いてはいずれの調査日でも♂が過半数を占めていた。♀の成熟度の確認を5月31日から開始し、その結果を図3に示した。++の割合は5月31日から上昇し、6月14日の86.7%で最大となった。8月2日以降は急激に++の割合が低下し、9月9日にはもしくは±の個体しか認められなかったため成熟度の確認を終了した。

表1 調査日あたりの隻数と尾数

| 回 | 月日 | 統数 | 尾数 | 尾数/隻 |
|----|--------|----|-------|------|
| 1 | 5月16日 | 3 | 144 | 48.0 |
| 2 | 5月31日 | 3 | 97 | 32.3 |
| 3 | 6月6日 | 3 | 111 | 37.0 |
| 4 | 6月14日 | 3 | 50 | 16.7 |
| 5 | 7月1日 | 4 | 66 | 16.5 |
| 6 | 7月8日 | 3 | 55 | 18.3 |
| 7 | 7月15日 | 4 | 35 | 8.8 |
| 8 | 8月2日 | 2 | 58 | 29.0 |
| 9 | 8月19日 | 2 | 122 | 61.0 |
| 10 | 9月9日 | 2 | 37 | 18.5 |
| 11 | 9月15日 | 2 | 106 | 53.0 |
| 12 | 9月29日 | 2 | 64 | 32.0 |
| 13 | 10月7日 | 3 | 176 | 58.7 |
| 14 | 10月13日 | 2 | 54 | 27.0 |
| 15 | 11月1日 | 1 | 21 | 21.0 |
| 合計 | | | 1,196 | |

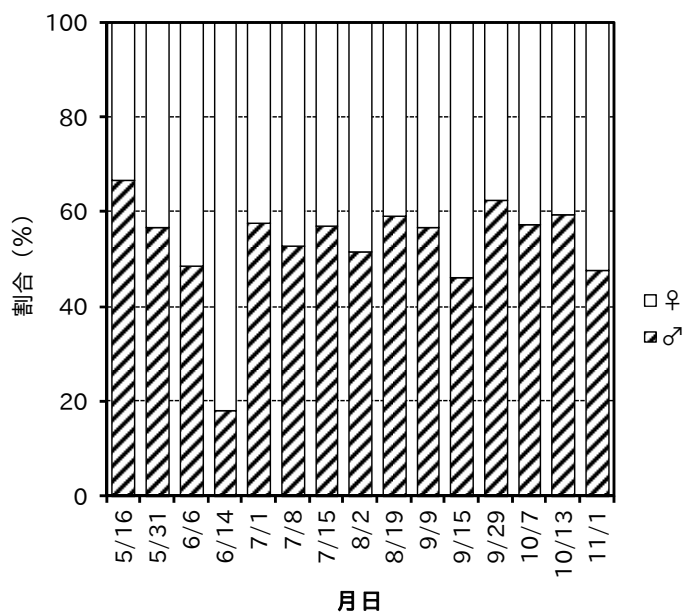


図2 雌雄比の推移

雌雄別の全長と体重の関係を図4に示した。♂が667尾、♀が529尾とやや♂が多く、♂では全長が96～222mm、体重が7.5～74.2g、♀では全長が90～251mm、体重が7.2～123gの範囲となり、平成22年度と同様に♀で大型個体が多かった。次に、調査日ごとの全長組成を図5及び6に示した。♂では、5月16日には175～180mmをピークとする正規分

布に近い結果がみられたが、6月6日、6月14日と2回にわたって、その群で極端に尾数が減少していることは興味深い。♀では、♂よりも大型個体が確認されたにもかかわらず、240mmを超えると個体数は減少した。♂・♀とも、9月9日以降に全長が160mm未満の小型エビの加入がみられた。これは現地で「新子」と称される当歳エビと思われる。その後は非正規分布ではあるものの、ゆるやかに大型化が進行した。

測定中に確認された尾肢異常個体のうち、典型的な例をピックアップして図7に示した。写真1～4が6月6日に、写真5及び6が7月1日に撮影したものである。平成22年度に実施した標識放流では、クマエビの右外側の尾肢の一部をハサミで切除していることから、その時点で写真4は除外されることとなるが、その他の写真でも2及び3は移動中等にみられた自然破損の可能性が高く、また1、5及び6についても、これまでにみられた事例との明確な差が見出せず、標識エビであると断定することはできなかった。

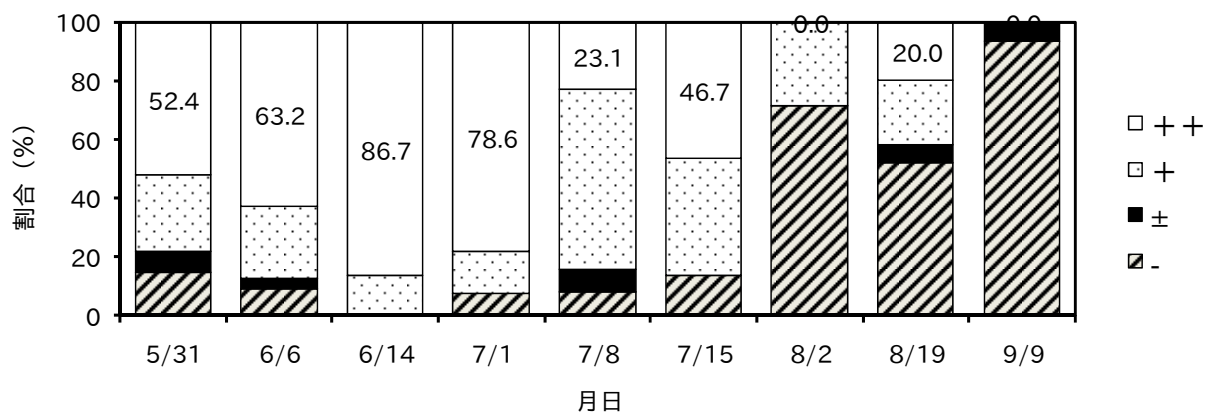


図3 ♀の成熟度の推移

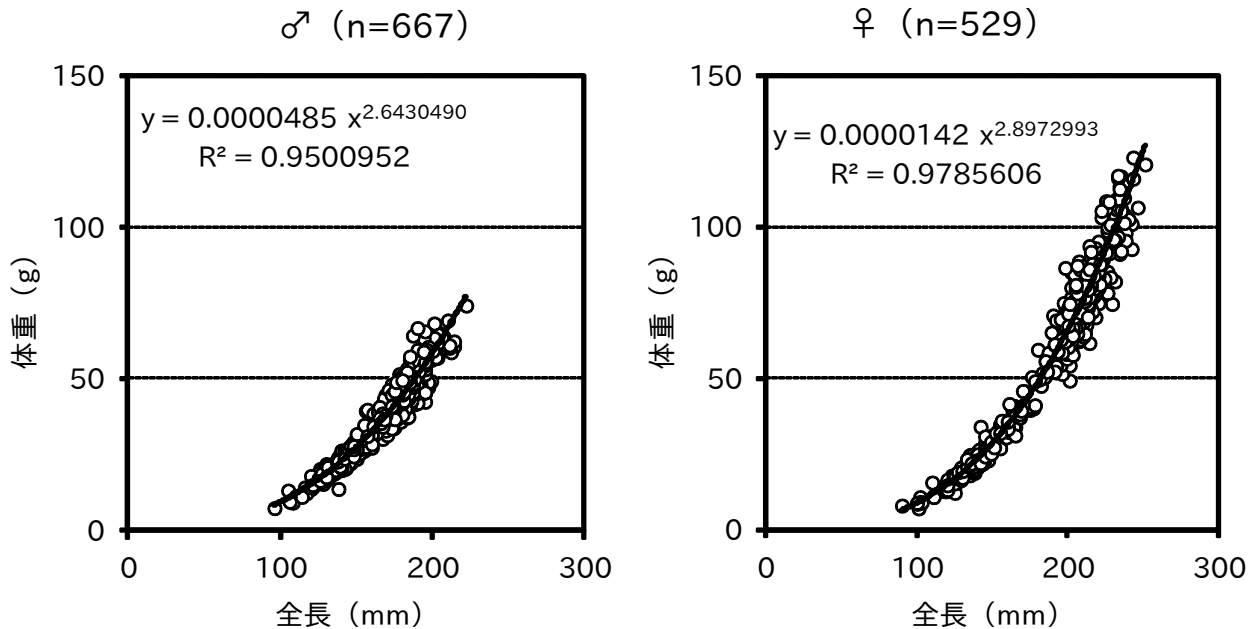


図4 クマエビの体重と全長の関係

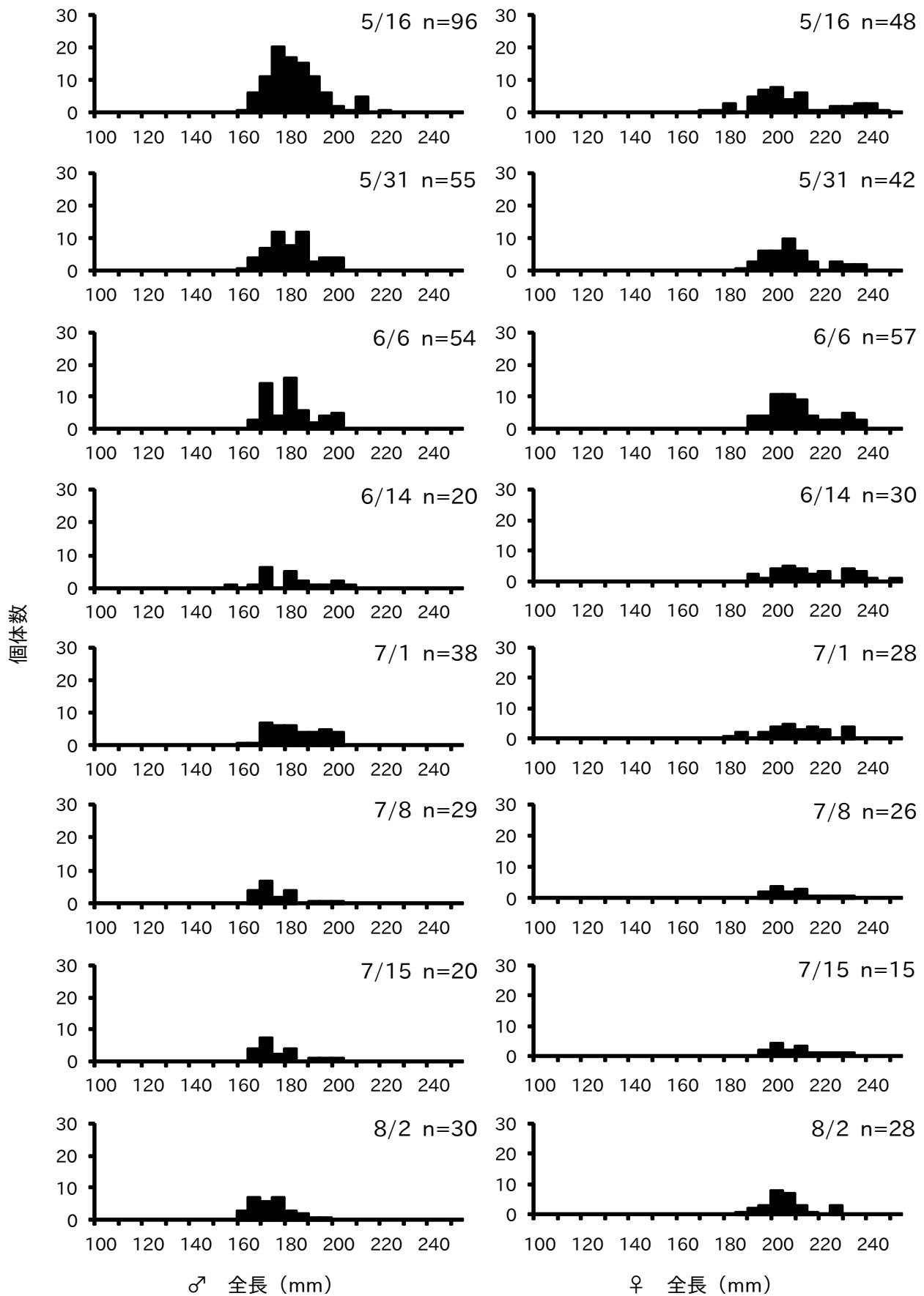


図5 クマエビの全長組成-1

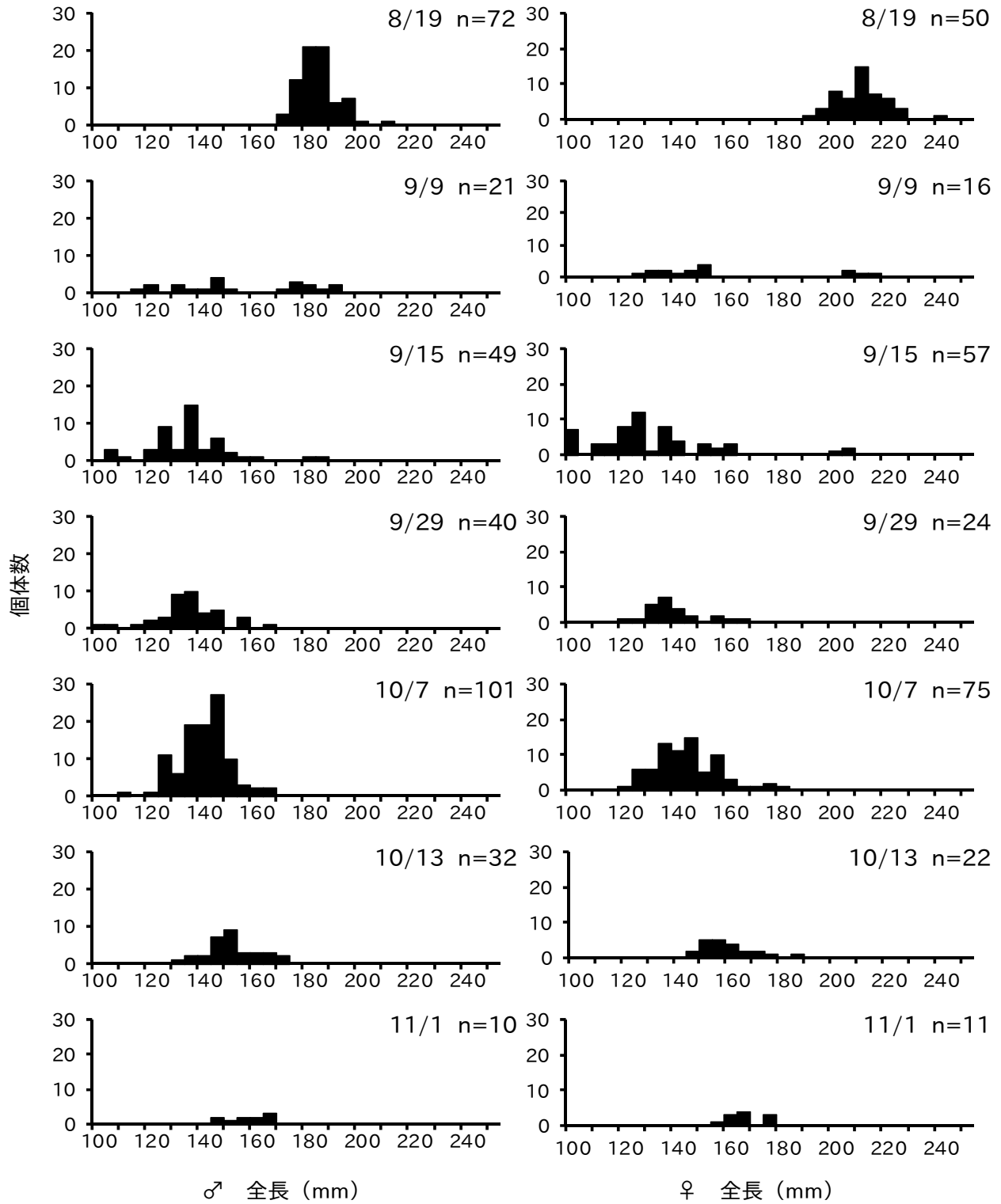


図6 クマエビの全長組成-2

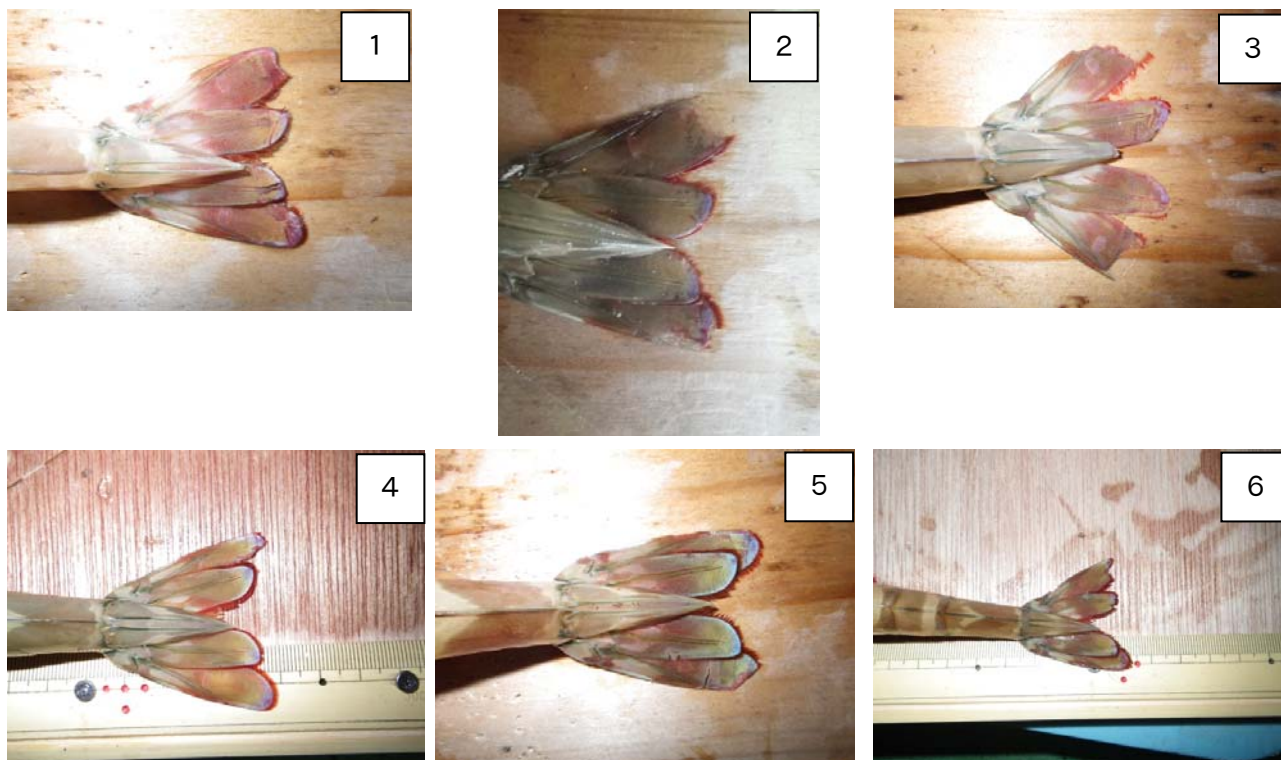


図7 市場調査時に確認されたクマエビの尾肢異常

3 漁獲実態調査

(1) 目的

須崎市役所が錦浦漁業協同組合に依頼したクマエビの操業実態を把握する調査結果を取りまとめるとともに、水産試験場で実施した市場調査の結果と照合することを目的とした。

(2) 材料と方法

調査項目は月別の出漁日数と隻数、漁獲尾数、1日1隻あたりの漁獲尾数（CPUE）とし、結果を平成21年度及び平成22年度と比較した。

(3) 結果と考察

調査結果を図8～11に示した。平成23年度は5～6月までは推定値しか入手できなかったため、過去2年間の結果と整合性を持たせるため、図示するのは7月以降の結果に留めた。台風の襲来等、特に夏～秋にかけては天候の影響で出漁日数が大きく変動するが、平成23年度の出漁日数は図8に示したように8月で9日と最も多く、11月が4日と最も少なかった。平成23年度の7月以前では、6月で11日と多かったが、平成23年度の出漁日数は過去2年並みと判断される。一方、図9に示した出漁隻数では、過去2年の月別出漁隻数の最大が7月の55隻であったのに対し、平成23年度は最高でも30隻であった。7月以前でも同様の傾向がみられ、平成23年度は過去2年と比較して出漁隻数が半数程度であった。前述の市場調査でも最大調査隻数が4隻であり、2～3隻で推移していた。これは過去2年と比較しても明らかに少なかったため、漁獲実態調査の結果と照らし合わせても、平成23年度は出漁数が少なかったと判断される。図10に示した漁獲尾数にもその影響が現れ、7月の漁獲尾数は平成21年度に1,865尾、平成22年度には2,275尾であったのに対し、平成23年度には481尾しかなかった。平成23年度についてはその後も漁獲尾数は低く推移した。

平成21年度は9月10日から、平成22年度には9月2日から小型エビ（新子）がみられ始め、平成23年度も9月9日に確認された。平成23年度は図10及び11に示したように10月の漁獲尾数と10月以降のCPUEが増加しており、これらが当歳エビであると仮定し、

さらに平成 23 年度に種苗の放流を行っていないことを考慮すると、放流種苗の動向についてはさらに検討すべきであると思われる。

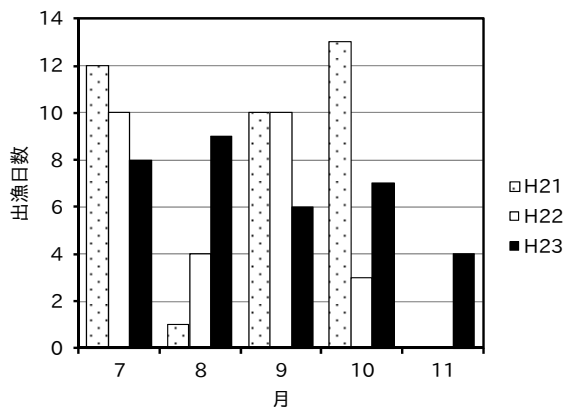


図 8 月別出漁日数の推移

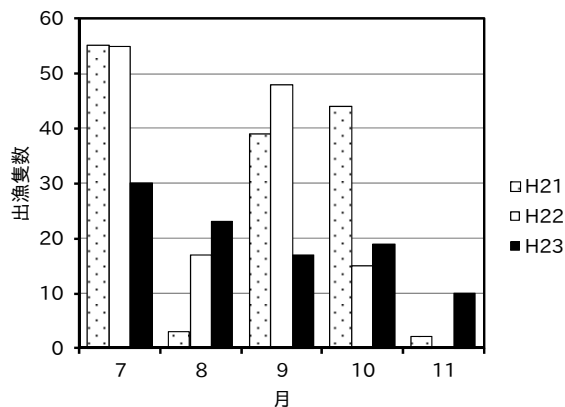


図 9 月別出漁隻数の推移

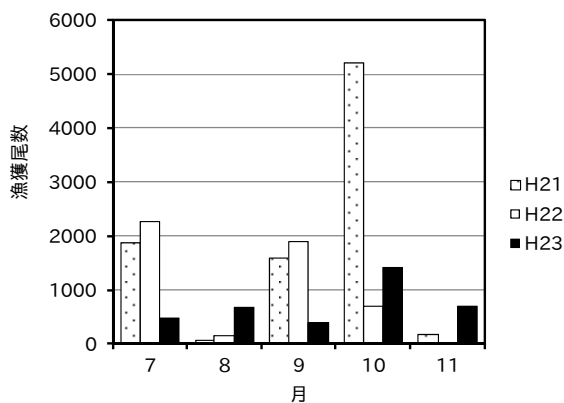


図 10 月別漁獲尾数の推移

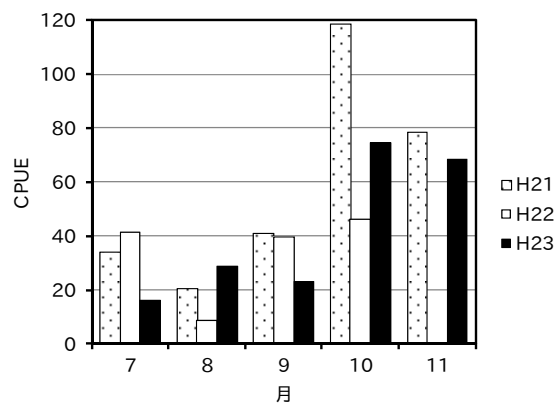


図 11 月別 CPUE の推移

4 外部標識残存試験

(1) 目的

クマエビの放流効果を把握するための指標として、実験室レベルでの飼育試験を行って外部標識の有効性を調査した。なお、本調査は平成 22 年度からの継続であり、平成 23 年 3 月 16 日までは平成 22 年度事業報告書に掲載しているため³⁾、次の測定日となった平成 23 年 4 月 18 日から平成 23 年度調査とみなして取りまとめた。

(2) 材料と方法

試験には、平成 21 年度及び平成 22 年度に高知県栽培漁業センターで生産された放流種苗を用いた。すなわち、平成 21 年度に尾肢に標識を施した群（以下、切込区）、平成 22 年 9 月 14 日に大型種苗として配布され、須崎市の中間育成施設で一時蓄養した後に、現地からそのまま水産試験場に持ち帰り、ハサミで直線的にカットした群（以下、実験室直切区）、現地で尾肢カットした後に水産試験場に持ち帰った群（以下、現地曲切区）と、尾肢カットなしの対照区の計 4 試験区とした。なお、尾肢は右外側をカットし、直切と曲切の差はカットする際に用いた解剖用ハサミの形状の違いによるものである。すなわち、直切りは研究員が一樣のハサミで直線的かつ確実に尾肢をカットした群で、曲切りは現地でやや外側に湾曲して切除したのも混在している群である。

飼育水槽には、高知県栽培漁業センターの飼育実験室内に設置した FRP 製 5t 角型水槽を用い、その中に 1.4m×1.0m×0.5m（横：もじ網 140 径、底：トリカルネット目合 2.1mm）の小割り網を 4 枚張り、そこに試験区ごとにクマエビを収容した。また、水槽には 1kw チタンヒーターを 2 本投入し、水温が 18℃を下回らないように設定し、クマエビ収容後は上部を寒冷紗で覆った。給餌は前日の残餌状況をみながら市販のクルマエビ用配合飼料を 2 日に 1 回程度の頻度で投与した。

平成 23 年 4 月 18 日の試験開始時の収容尾数は、切込区で 4 尾、実験室直切区で 23 尾、現地曲切区で 10 尾、対照区で 26 尾であった。その後、5 月 25 日、6 月 16 日、7 月 22 日に全長の測定を行い、合わせて標識の残存状況を目視調査した。また、5 月 25 日と 7 月 22 日には標識した全個体を取り上げ、個別に写真撮影も行った。さらに、飼育期間中に脱皮個体がみられた際には、脱皮殻の頭胸甲長を測定した。

（3）結果と考察

試験期間中の生残率の推移を図 12 に示した。図示した水温は午前 9 時のものであるが、5 月中旬までは最低設定温度である 18℃付近で維持されていたが、6 月下旬以降から水温が 25℃を超えると、大型で尾数も少なかった切込区を除いていずれの区でも生残率が減少し始め、7 月 22 日における生残率は切込区で 75.0%あったのに対し、実験室直切区で 17.4%、現地曲切区で 40.0%、対照区で 15.4%であった。クマエビを長期間飼育した事例はないが、対照区でも生残率が低下していることから、これは尾肢カットに起因するものではないと判断される。

図 13 に尾肢カットしたクマエビの全長の推移を示した。4 月 18 日の時点で切込区のクマエビは 131～164mm と大小差が多少みられていたが、実験室直切区及び現地曲切区では、それぞれ 91～119mm 及び 101～115mm と個体差は小さかった。7 月 22 日における全長は切込区で 141～175mm、実験室直切区で 109～130mm、現地曲切区で 118～126mm となった。脱皮殻の頭胸甲長を示した図 14 をみても、供試クマエビは緩やかながらも成長したと判断される。しかし、生残率の低下と同時に配合飼料への摂餌性が低下し、残餌がある状態で共食いが発生していた。また、供試クマエビの色調は天然で漁獲されるような赤みを帯びておらず、全体的に緑がかった状態であった。このことから、1 歳前後のクマエビを陸上飼育する場合には水温や栄養要求など考慮すべき問題点が多いことが明らかとなった。

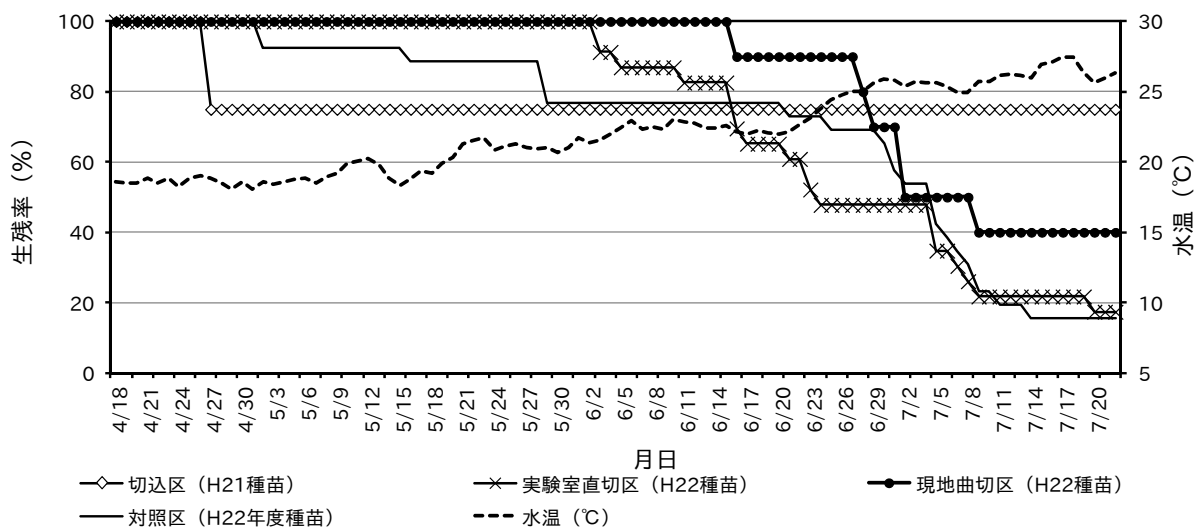


図 12 生残率の推移

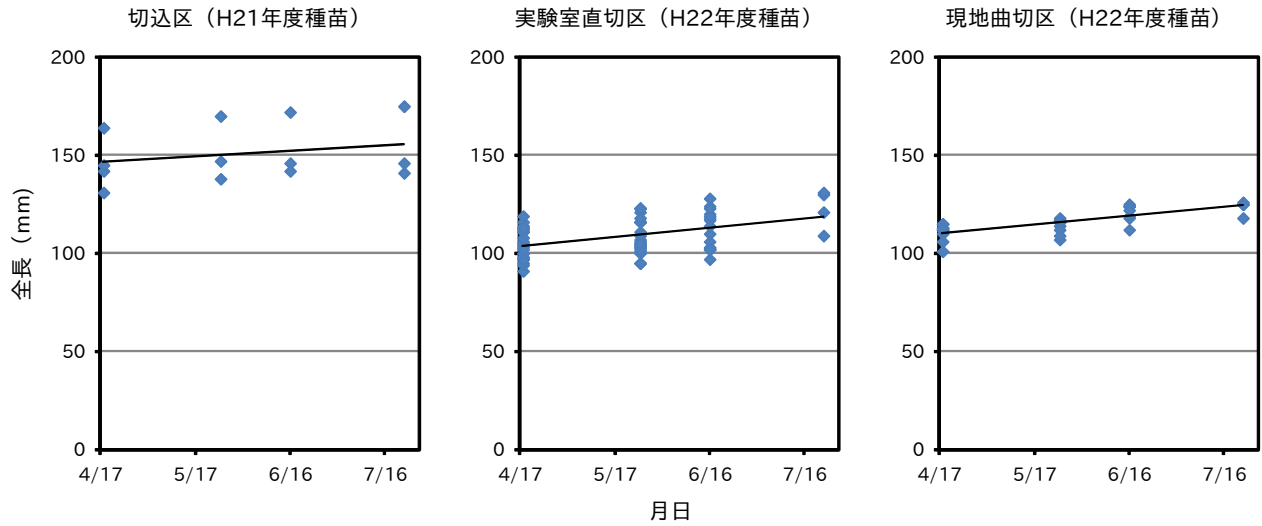


図 13 尾肢カットしたクマエビにおける全長の推移

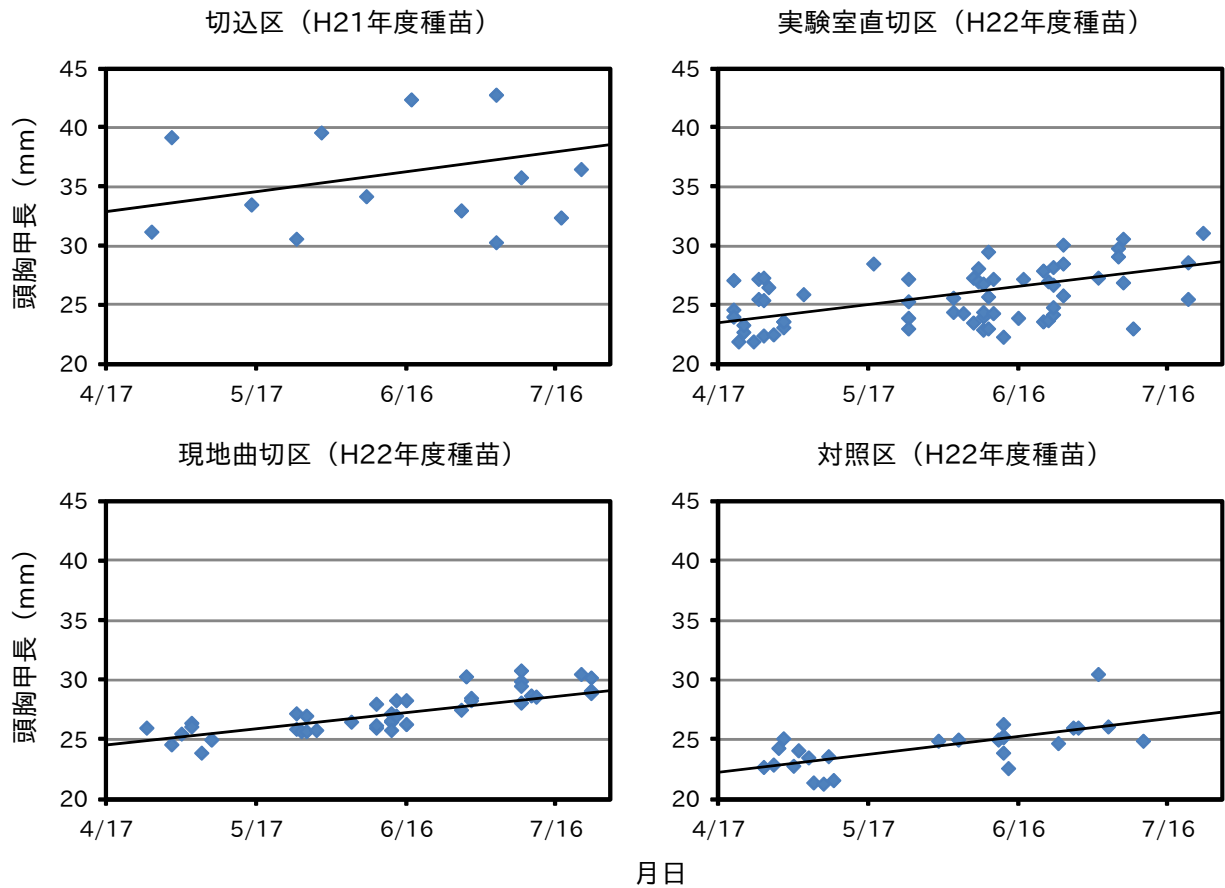


図 14 脱皮殻の頭胸甲長の推移

尾肢カットを行わなかった対照区を除いた計 3 区について、標識の残存状況を表 2 と図 15 及び 16 に示した。切込区では開始時の尾数が 4 尾しかいなかったが、平成 23 年 5 月 25 日の時点で写真 8 のように標識が残存しているかどうか判断がつかない個体が認められた。切込区で標識の残存率が測定日によって異なるのは、標識の残存が確認できてもそれが微妙なも

表 2 標識の残存状況

| 測定日 | 切込区（H21年度種苗） | | | 実験室直切区（H22年度種苗） | | | 現地曲切区（H22年度種苗） | | |
|-------|--------------|------|----|-----------------|------|----|----------------|------|----|
| | 標識残存 | 標識不明 | 合計 | 標識残存 | 標識不明 | 合計 | 標識残存 | 標識不明 | 合計 |
| 4月18日 | 2 | 2 | 4 | 23 | 0 | 23 | 10 | 0 | 10 |
| 5月25日 | 2 | 1 | 3 | 23 | 0 | 23 | 10 | 0 | 10 |
| 6月16日 | 1 | 2 | 3 | 16 | 0 | 16 | 9 | 0 | 9 |
| 7月22日 | 3 | 0 | 3 | 4 | 0 | 4 | 4 | 0 | 4 |

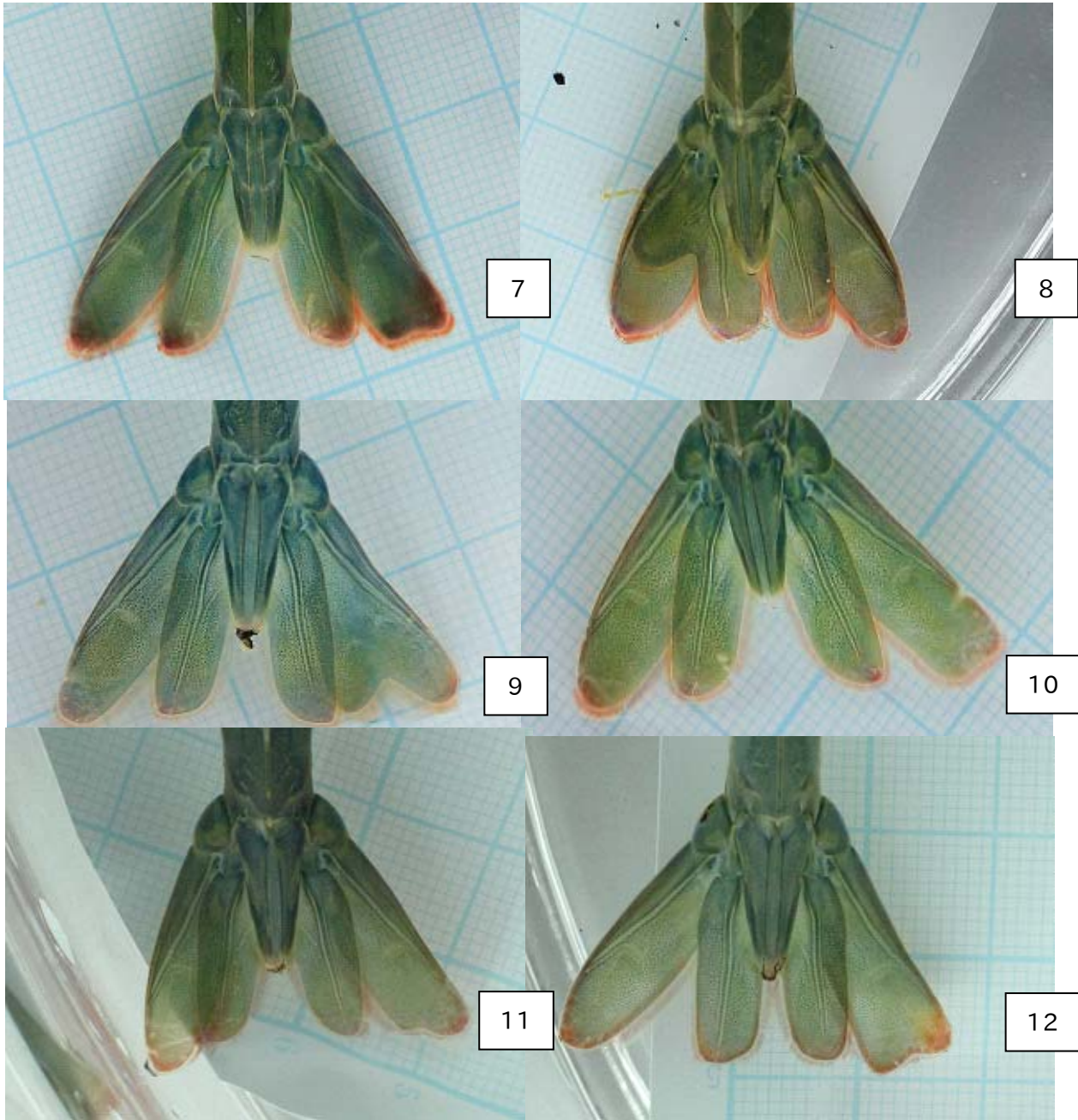


図 15 8ヶ月後の平成23年5月25日における標識の残存状況
 (写真7～8：切込区、写真9～10：実験室直切区、写真11～12：現地曲切区)



図 16 10 ヶ月後の平成 23 年 7 月 22 日における標識の残存状況
 (写真 13~14 実験室直切区、写真 15~16 : 現地曲切区)

のであったことを裏付けている。一方、実験室直切区、現地曲切区では、図 15 および図 16 に示したようにいずれの個体でも右外側尾肢に標識が残存していることが確認された。平成 22 年度種苗は 9 月 14 日に放流した群であることから、ハサミを用いた尾肢カット標識は少なくとも 10 カ月程度は残存していると判断される。

5 天然稚エビ調査

(1) 目的

本項は本事業のクマエビ放流技術開発の一環として研究、作成された高知大学卒業論文「高知県におけるクマエビ稚エビの地理的分布」⁴⁾を要約したものである。本研究の目的は、放流種苗に近い大きさの天然稚エビの生態を明らかにすることによって、放流場所、時期、サイズ等の条件を設定するための情報を収集することとした。

天然稚エビの分布については、本研究以外に山口県小郡湾⁵⁾、徳島県橘湾⁶⁾、高知県浦ノ内湾⁷⁾での結果が報告されている。これらは 1 地点の調査結果によるものであったため、出現時期や大きさに関する情報としては有用であるものの、好適な生息環境条件を知るためには不十分であった。一方、本研究における天然稚エビ調査はクマエビの放流実績がある浦戸湾及び須崎湾で行われてきた⁷⁾。平成 23 年度調査では、クマエビの分布に適した環境条件を従来調査よりも多く抽出するため、同年度にこれまでよりも多くの調査地点でクマエビ稚エビの出現状況を調べ、その環境情報も含めて比較した。

（2）材料と方法

平成 23 年度の稚エビ調査は、平成 22 年度に実施された高知市浦戸湾、須崎市須崎湾に、土佐市浦ノ内湾、黒潮町蠣瀬川、四万十市四万十川、宿毛市内外ノ浦を加えた計 6 地域を対象とした（図 17）。調査場所の選定は、既存のクマエビ稚エビ調査で採集報告があったコアマモもしくはアオサ類藻場とした。また、ほとんどの調査地域には複数の調査地点を設定し、浦戸湾に 3 点、須崎湾に 1 点、浦ノ内湾に 2 点、蠣瀬川に 1 点、四万十川に 2 点で調査を行った。これらの調査地点での調査は平成 23 年 5 月以降、クマエビの採集がなくなるまで月 1 回実施した。調査水深は 0～20m とした。

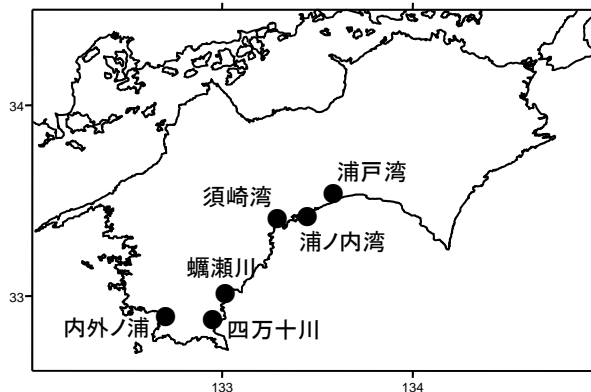


図 17 調査海域及び河川の位置

藻場を中心とした水深 1.5m 以浅の採集は、内外ノ浦を除く 5 地域においてサーフネット（図 18a、開口幅 1.5m、目合 1 mm）とプッシュネット（図 18b、開口幅 1.5m、目合 3 mm）を併用した。内外ノ浦の採集は、ヒラメの放流場所選定を目的とした調査の一環として行ったため、西海区水研Ⅲ型桁網（図 18c、開口幅 1.5m、目合 3 mm）を使用した。水深 1.5m 以浅の曳網は干潮時に行なった。藻場で採集された稚エビよりも大型個体を採集するため、浦戸湾、浦ノ内湾、須崎湾の水深 1.5m 以深において、前述の西海区水研Ⅲ型桁網を開口幅 1.0m に縮小した網（図 18c、目合 3 mm）を船（県有船 1.0～1.3 トン）で曳いた。また、調査時には底層及び表層の水温と塩分を測定した。

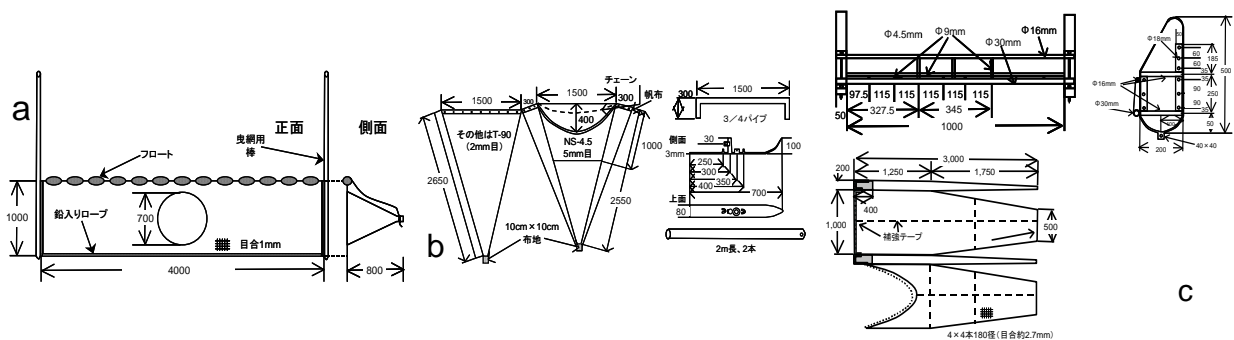


図 18 調査に使用した網。a：サーフネット、b：プッシュネット、c：西海区水研Ⅲ型桁網（図は桁幅 1.0m のもので、桁幅 1.5m の網も使用）

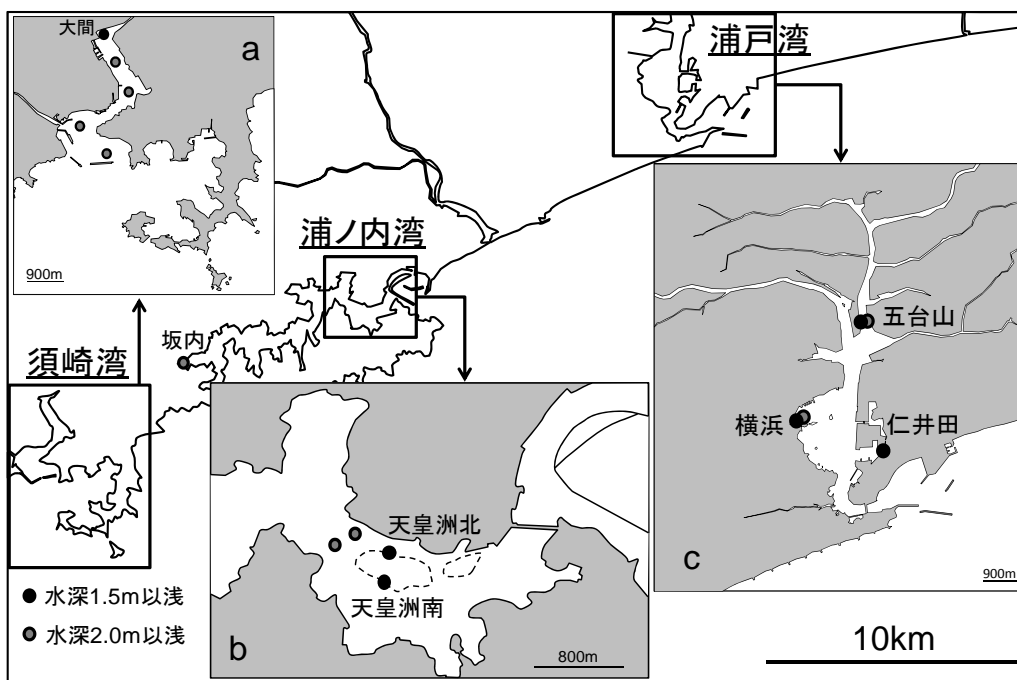


図 19 高知県中央部の調査地点

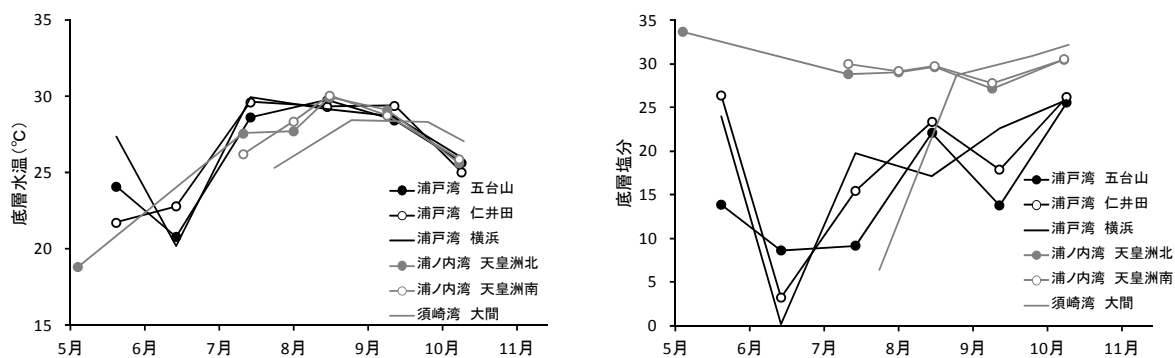


図 20 高知県中央部の調査地点における底層水温（左）と塩分（右）の推移

(3) 結果と考察

1) 各調査海域および河川の状況と物理環境

① 須崎湾

平成 22 年度の調査では須崎湾と野見湾の両湾を対象海域としたが、平成 23 年 3 月の東北地方太平洋沖地震の津波被害により、野見湾での調査は難しいと判断されたため、調査海域は須崎湾のみとした。須崎湾口部にはクマエビを対象とした小型底びき網漁業の基地である須崎魚市場があり、須崎湾内ではクマエビ種苗放流が行なわれている。水深 1.5m 以浅の調査地点は湾奥部の流入河川の河口域に形成された泥底の干潟域とした（図 19a、以下、大間）。本調査地点ではアオサ類やアマモ類の藻場は見られなかった。水深 2m 以深の調査地点は湾奥部から湾口部に向かって 4 点とした。

須崎湾は浦ノ内湾と同様に大きな流入河川が少ないため、調査地点の塩分は浦ノ内湾より高く、浦ノ内湾に近い変動を示したが、大間は河口域に位置することから、7 月の底層塩分は低かった（図 20）。

② 浦ノ内湾

昭和 51 年度、昭和 52 年度、昭和 55 年度に通山（1981）が湾口付近干潟域のアオサ場で稚エビ調査を行い、体長 60mm (CL13mm) 以下の個体がまとまって採集された海域である。

調査はアオサ類が繁茂している天皇洲の南側の海域と比較的アオサ類が少なく、砂泥の干潟域に近い天皇洲の北側の海域の2地点で行なった（図 19b）。加えて、天皇洲周辺の水深5～20mの海域2地点と湾奥部のアマモ場（図 19、調査海域全体図の浦ノ内湾最奥部の調査地点；坂内）水深1.5m～3.0mの海域1地点も調べた。

浦ノ内湾は浦戸湾と比較すると、流入河川が少なく、その規模も小さいことから、調査場所の塩分は浦戸湾よりも高い値で推移した（図 20）。

③浦戸湾

本研究が開始された平成22年度から調査が継続されている海域である。調査地点は過去の調査結果をもとにクマエビ稚エビが採集された3地点とした（図 19c）。これら3地点はコアマモ藻場があるが、五台山の底質は、調査開始以降、年々コアマモの密度が減少し、平成23年度はほぼ砂泥の干潟域となった。残る2地点は流入河川河口周辺や水路内にコアマモ場が形成されていた。

底層塩分はどの地点も大きく変動したが（図 20）、最も湾奥部にある五台山の底層塩分は7月以降低い値で推移した。

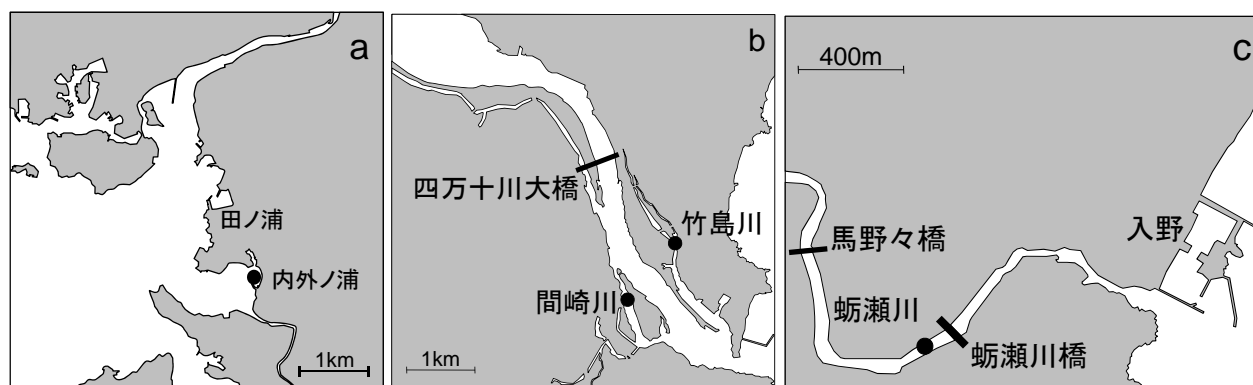


図 21 高知県西部の調査地点（a:宿毛、b:四万十川、c:蛸瀬川）

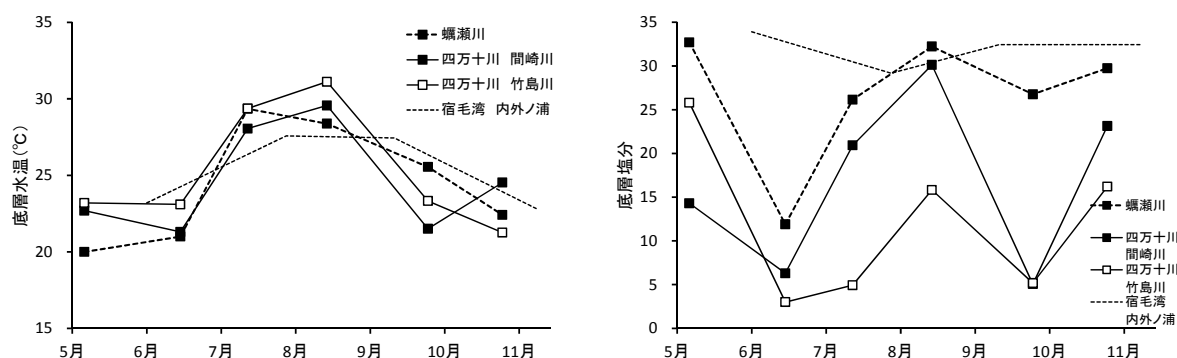


図 22 高知県西部の調査地点における底層水温（左）と塩分（右）の推移

④内外ノ浦

宿毛湾の湾奥部に位置し、湾口部が比較的狭くなっていることから、波浪の影響を受けにくい地形になっている（図 21a）。南部に流入河川があり、中央部には干潟域が形成されている。また、北部にも規模の小さな淡水流入があり、コアマモ場は比較的遠浅な北部の砂泥底に形成されていた。南部は砂泥底に岩礁が散在し、その岩礁に小規模のガラモ場が形成されていた。調査は内外ノ浦北部のコアマモ場で行なった。

調査地点の底層塩分は30以上と本研究の中では高い値で安定して推移した（図 22）。

⑤四万十川

高知県西部で最も規模が大きな河川で、下流域が汽水域となっており、規模の大きなコアマモ場が散在する。調査地点はコアマモ場の中から四万十川の支流である竹島川と間崎川の2地点とした（図 21b）。竹島川は軟泥が厚く堆積し、濁度は常に高かったことが特徴的であった。一方、間崎川のコアマモ場は、濁度は竹島川ほど高くはなく、底質は他地点に近い環境で、泥底の場所に形成されていた。

調査地点の竹島川の底層塩分は6月以降全て20以下と低く、間崎川の底層塩分の方が高かった（図 22）。

⑥蠣瀬川

黒潮町入野を流れる河川で、下流域にコアマモ場が形成されている（図 21c）。調査はコアマモ場1地点を対象とした。

調査地点における底層塩分の変動パターンは四万十川2地点と類似したが、その変動幅は小さく、7月以降は25以上で推移した（図 22）。

3) クマエビ及びその他くるまえば類の採集結果

平成23年5月4日から11月10日の間に30回の調査を行い、計1,700個体のくるまえば類及びよしえび類が採集された。内訳はクマエビが759個体、ウシエビが215個体、クルマエビが268個体、ヨシエビが262個体、テラオクルマが1個体、ミナミクルマエビが1個体、ヨシエビ属が31個体、不明が163個体で、クマエビが最も多かった。

クマエビの採集結果を地点間で比較すると、採集傾向は大きく異なった（表3）。各地点における1アールあたりの密度のピークは仁井田、内外ノ浦及び竹島川で50個体/aを超え、横浜、天皇洲南、蠣瀬川及び間崎川で10~30個体/aとなり、五台山、天皇洲北及び大間では5個体/a以下とほとんど採集されなかった。この結果と生息環境を比較すると、クマエビの採集が少なかった地点はいずれも底質が砂泥の干潟域で、それ以外の場所はコアマモ場もしくはアオサ場であった。これらの違いは地点間だけでなく海域・河川内の地点間でも観察されたことから、既報と同様にクマエビ稚エビの分布における藻場の重要性が確認された。

分布密度が高かった仁井田、竹島川、内外ノ浦で採集された個体のCL組成を比較すると（図23）、3地点のCLの最頻値はCL2.0mm以上CL3.0mm未満もしくはCL3.0mm以上CL4.0mm未満であった。しかし、CL4.0mm以上の個体が占める割合は仁井田が22.8%、竹島川が4.8%、内外ノ浦が43.8%と、内外ノ浦が最も高かった。この要因として、採集具の違いである可能性があるが、目合や開口幅等が類似したプッシュネットと比較すると、桁網は曳網時に調査員が網の前に立つことから、採集対象生物の逃避率はプッシュネットよりも高くなることが見込まれる。しかし、桁網ではプッシュネットより多くの個体（図23）が採集され、密度も高かった（表3）。よって、内外ノ浦での結果はクマエビの分布密度が高く、大きな個体が多かったためと考えられた。

これらの結果から、内外ノ浦はクマエビ稚エビの成育場として良好な環境だったと結論された。他地点も含めて本調査の結果を比較すると、内外ノ浦は底層塩分が高い値で安定したコアマモ場であったことで特徴付けられた（表4）。このような環境は蠣瀬川も適合したが、河川内であったことから、調査時以外の底層塩分が変動している可能性が考えられた。このことから、クマエビの分布において、どのような塩分環境が適しているのかを知るには、より詳細な底層塩分の調査が必要と考えられた。

表3 調査内訳と水深1.5m以浅における1アール（100m²）あたりのくるまえび類密度

| 地域 | 場所 | 特徴 | 採集日 | 採集具 ^{※※} | | | | クマエビ | ウシエビ | クルマエビ | ヨシエビ | テラオクルマ | ミナミクルマエビ | ヨシエビ属 | 不明 | 総計 |
|------------------|---------|---------|--------|-------------------|---|------|-------|-------|------|-------|------|--------|----------|-------|-------|------|
| | | | | S | P | 1 | 1.5 | | | | | | | | | |
| 浦戸湾 | 五台山 | 砂泥 | 5月20日 | ○ | ○ | ○ | | | 0.5 | | | | | | 0.5 | |
| | 五台山 | 砂泥 | 6月14日 | ○ | ○ | ○ | | | 3.7 | | | | | | 3.7 | |
| | 五台山 | 砂泥 | 7月15日 | ○ | ○ | ○ | | | 0.7 | | | | | | 0.7 | |
| | 五台山 | 砂泥 | 8月16日 | ○ | ○ | ○ | 1.4 | | 1.8 | 1.8 | | | | 0.8 | 5.9 | |
| | 五台山 | 砂泥 | 9月13日 | ○ | ○ | | | | 5.6 | | | | | | 5.6 | |
| | 五台山 | 砂泥 | 10月11日 | ○ | ○ | ○ | | | 4.1 | 1.1 | | | | 0.4 | 5.6 | |
| | 五台山計 | | | | | | | 0.4 | 2.4 | 0.6 | | | | 0.1 | 0.2 | 3.6 |
| | 仁井田 | コアマモ | | 5月20日 | ○ | ○ | | | | | | | | | | - |
| | 仁井田 | コアマモ | | 6月14日 | ○ | ○ | | | | 1.0 | | | 1.0 | | 2.0 | |
| | 仁井田 | コアマモ | | 7月15日 | ○ | ○ | | 141.2 | 5.6 | | | | | 11.3 | 158.2 | |
| | 仁井田 | コアマモ | | 8月16日 | ○ | ○ | | 34.5 | 5.7 | | | | | | 40.2 | |
| | 仁井田 | コアマモ | | 9月13日 | ○ | ○ | | 9.8 | 3.7 | 1.2 | 2.5 | | | | 18.4 | |
| | 仁井田 | コアマモ | | 10月11日 | ○ | ○ | | | 1.1 | | | | | | 1.1 | |
| | 仁井田計 | | | | | | | 19.5 | 2.1 | 0.2 | 0.4 | | 0.2 | | 1.3 | 23.7 |
| | 横浜 | コアマモ(少) | | 5月20日 | ○ | ○ | ○ | | | 0.6 | 1.8 | 0.6 | | | 3.0 | |
| | 横浜 | コアマモ(少) | | 6月14日 | ○ | ○ | ○ | | | 1.2 | | | | | 1.2 | |
| | 横浜 | コアマモ(少) | | 7月15日 | ○ | ○ | ○ | 7.3 | 1.0 | | | | | 3.1 | 11.5 | |
| | 横浜 | コアマモ(少) | | 8月16日 | ○ | ○ | ○ | 29.9 | 18.5 | | 2.8 | | | 5.7 | 57.0 | |
| | 横浜 | コアマモ(少) | | 9月13日 | ○ | ○ | | 2.1 | 3.1 | | 4.2 | | | | 9.4 | |
| 横浜 | コアマモ(少) | | 10月11日 | ○ | ○ | ○ | | 9.4 | 0.9 | 10.4 | | | | 23.5 | | |
| 横浜計 | | | | | | | 4.3 | 3.9 | 0.6 | 2.9 | 0.1 | | | 1.4 | 13.2 | |
| 浦戸湾計 | | | | | | | 4.4 | 1.2 | 1.6 | 1.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 9.1 | |
| 浦ノ内湾 | 天皇洲南 | アオサ | 5月4日 | ○ | ○ | ○ | | | | | | | | | 0.0 | |
| | 天皇洲南 | アオサ | 6月13日 | ○ | ○ | ○ | | 0.5 | | 3.8 | | | | 1.0 | 5.3 | |
| | 天皇洲南 | アオサ | 7月12日 | ○ | ○ | ○ | 27.1 | | 16.0 | | | | | 11.6 | 54.7 | |
| | 天皇洲南 | アオサ | 8月2日 | ○ | ○ | ○ | 16.9 | 3.9 | 9.9 | 0.7 | | | | 11.6 | 43.0 | |
| | 天皇洲南 | アオサ | 8月17日 | ○ | ○ | ○ | 4.6 | | 7.4 | | | | | 2.9 | 14.9 | |
| | 天皇洲南 | アオサ | 9月10日 | ○ | ○ | ○ | 8.2 | | 0.8 | | | | | 4.3 | 13.3 | |
| | 天皇洲南 | アオサ | 10月10日 | ○ | ○ | ○ | 1.3 | | | | | | | | 1.3 | |
| | 天皇洲南計 | | | | | | | 8.2 | 0.6 | 5.5 | 0.1 | | | | 4.5 | 18.8 |
| | 天皇洲北 | 砂泥 | | 5月4日 | ○ | ○ | ○ | | | 0.3 | | | | | 0.3 | |
| | 天皇洲北 | 砂泥 | | 6月13日 | ○ | ○ | ○ | | | 2.2 | | | | | 2.2 | |
| | 天皇洲北 | 砂泥 | | 7月12日 | ○ | ○ | ○ | 1.9 | | 5.6 | | | | 4.5 | 11.9 | |
| | 天皇洲北 | 砂泥 | | 8月2日 | ○ | ○ | ○ | 1.0 | | 2.0 | | | | 2.0 | 5.0 | |
| | 天皇洲北 | 砂泥 | | 8月17日 | ○ | ○ | ○ | | | 3.7 | | | | | 3.7 | |
| | 天皇洲北 | 砂泥 | | 9月10日 | ○ | ○ | ○ | 1.1 | | 0.4 | | | | | 1.5 | |
| | 天皇洲北 | 砂泥 | | 10月10日 | ○ | ○ | ○ | | | 6.1 | 0.7 | | | | 6.8 | |
| | 天皇洲北計 | | | | | | | 0.5 | | 2.8 | 0.1 | | | | 0.9 | 4.3 |
| | 坂内(湾奥) | アマモ | | 8月2日 | | | ○ | | | | | | | | - | |
| | 浦ノ内湾計 | | | | | | | 4.1 | 0.3 | 4.0 | 0.1 | | | | 2.5 | 11.0 |
| | 須崎湾 | 全域 | 砂～泥 | 5月9日 | | | ○ | | | | | | | | | - |
| 全域 | | 砂～泥 | 7月8日 | | | ○ | | | | | | | | | - | |
| 大間 | | 砂泥 | 7月25日 | ○ | ○ | | | | | | | | | | - | |
| 大間 | | 砂泥 | 8月26日 | ○ | ○ | | 0.5 | | | 0.0 | | | | 0.5 | 2.3 | |
| 大間 | | 砂泥 | 9月27日 | ○ | ○ | | | | 3.5 | 0.0 | | | 1.3 | | 5.7 | |
| 全域 | | 砂～泥 | 10月12日 | ○ | ○ | ○ | | | 2.2 | 0.1 | | | | | 7.3 | |
| 須崎湾計 | | | | | | | 0.1 | | 1.8 | 0.0 | | | 0.4 | 0.1 | 4.4 | |
| 蛸瀬川 | 蛸瀬川 | コアマモ | 5月6日 | ○ | ○ | | | | | | | | | | - | |
| | 蛸瀬川 | コアマモ | 6月15日 | ○ | ○ | | | | 1.4 | | | | | | 1.4 | |
| | 蛸瀬川 | コアマモ | 7月13日 | ○ | ○ | | 3.9 | 0.8 | | | | | | 4.6 | 9.3 | |
| | 蛸瀬川 | コアマモ | 8月15日 | ○ | ○ | | 21.5 | 2.0 | | 0.7 | | | | 6.7 | 31.0 | |
| | 蛸瀬川 | コアマモ | 9月26日 | ○ | ○ | | | 9.8 | 7.3 | 5.9 | | | | | 23.0 | |
| | 蛸瀬川 | コアマモ | 10月27日 | ○ | ○ | | | 1.1 | 2.7 | 1.6 | | | | | 5.4 | |
| | 蛸瀬川計 | | | | | | | 3.7 | 2.6 | 2.3 | 1.6 | | | | 1.6 | 11.6 |
| 四万十川 | 間崎川 | コアマモ | 5月6日 | ○ | ○ | | | | 2.7 | | | | | | 2.7 | |
| | 間崎川 | コアマモ | 6月15日 | ○ | ○ | | | | 0.7 | | 0.7 | | | 1.4 | 2.8 | |
| | 間崎川 | コアマモ | 7月13日 | ○ | ○ | | | | | | | | | | - | |
| | 間崎川 | コアマモ | 8月15日 | ○ | ○ | | 15.0 | 26.4 | 0.7 | 13.5 | | | | 3.6 | 59.2 | |
| | 間崎川 | コアマモ | 9月26日 | ○ | ○ | | | | | 14.9 | | | | | 14.9 | |
| | 間崎川 | コアマモ | 10月27日 | ○ | ○ | | | | 1.4 | 11.3 | | | | | 12.8 | |
| | 間崎川計 | | | | | | | 2.7 | 5.4 | 0.1 | 7.3 | | | | 0.9 | 16.4 |
| | 竹島川 | コアマモ | 5月6日 | | ○ | | | | | | | | | | - | |
| | 竹島川 | コアマモ | 6月15日 | ○ | ○ | | | | 5.3 | | | | | | 5.3 | |
| | 竹島川 | コアマモ | 7月13日 | ○ | ○ | | | | 16.7 | | | | | | 16.7 | |
| 竹島川 | コアマモ | 8月15日 | ○ | ○ | | 57.5 | 74.9 | 1.1 | 10.9 | | | 7.6 | 5.4 | 157.4 | | |
| 竹島川 | コアマモ | 9月26日 | ○ | ○ | | 77.6 | 4.2 | | 25.3 | | | 12.7 | 9.3 | 129.1 | | |
| 竹島川 | コアマモ | 10月27日 | ○ | ○ | | | 16.1 | 10.4 | 88.1 | | | 3.8 | | 118.4 | | |
| 竹島川計 | | | | | | | 34.4 | 23.3 | 2.8 | 31.6 | | | 6.2 | 3.8 | 102.1 | |
| 四万十川計 | | | | | | | 13.8 | 11.7 | 1.1 | 15.8 | | | 2.2 | 1.9 | 46.5 | |
| 宿毛湾 [※] | 内外ノ浦 | コアマモ | 6月1日 | | | ○ | | | 14.4 | | | | | | 14.4 | |
| | 内外ノ浦 | コアマモ | 7月29日 | | | ○ | 169.3 | | 4.6 | | | | | 1.5 | 175.4 | |
| | 内外ノ浦 | コアマモ | 9月12日 | | | ○ | 9.8 | | | | | | | | 9.8 | |
| | 内外ノ浦 | コアマモ | 11月10日 | | | ○ | | | | | | | | | - | |
| 宿毛湾計 | | | | | | | 63.0 | | 1.5 | | | | | 0.5 | 65.0 | |
| 総計 | | | | | | | 7.2 | 2.0 | 2.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 1.5 | 16.0 | |

※放流ヒラメ調査で採集されたサンプルを使用

※※S：サーフネット、P：プッシュネット、1：1m幅桁網、1.5：1.5m幅桁網

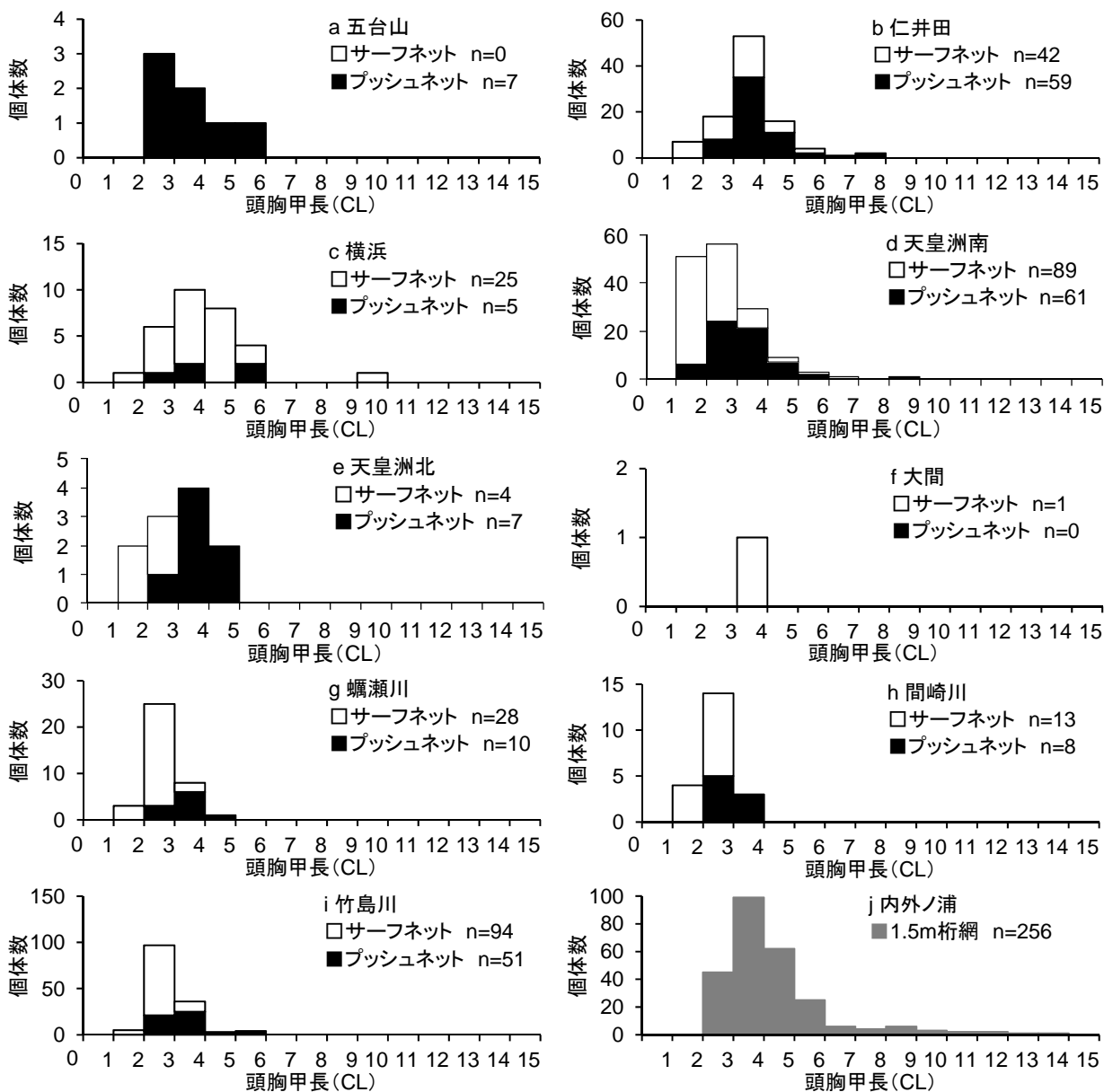


図 23 各地点で採集されたクマエビの CL 組成

表 4 各調査地点におけるくるまえばい類の分布と底質および底層塩分の関係

| | 浦戸湾 | | | 浦ノ内湾 | | 須崎湾 | 蠣瀬川 | 四万十川 | | 宿毛湾 | 判断基準 |
|-------|-----|------|----------|------|------|-----|------|------|------|------|-------------------------|
| | 五台山 | 仁井田 | 横浜 | 天皇洲南 | 天皇洲北 | 大間 | コアマモ | コアマモ | コアマモ | 内外ノ浦 | |
| 底質 | 砂泥 | コアマモ | コアマモ (少) | アオサ類 | 砂泥 | 砂泥 | コアマモ | コアマモ | コアマモ | コアマモ | |
| 底層塩分 | × | △ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | × | ○ | 30以上で安定：○、15以下主体で変動：× |
| クマエビ | × | ○ | △ | △ | × | × | △ | △ | △ | ○ | ピーク時密度50以上：○、5以下：×、CL考慮 |
| ウシエビ | × | △ | ○ | △ | × | × | △ | ○ | ○ | × | ピーク時密度10以上：○、採集なし：× |
| クルマエビ | ○ | × | × | ○ | ○ | △ | ○ | × | ○ | △ | ピーク時密度5以上：○、2以下：× |
| ヨシエビ | △ | △ | ○ | × | × | × | △ | ○ | ○ | × | ピーク時密度10以上：○、1以下：× |

他のくるまえばい類の採集結果を見ると、クマエビと同様に、ウシエビ、クルマエビ、ヨシエビはそれぞれ底質と底層塩分に対して特徴的な分布を示した（表3、4）。すなわち、ウシエビは汽水性が強い藻場に多く、クルマエビは底質が砂泥の干潟域に多いが、低塩分環境では少ない傾向があり、ヨシエビは底質に関係なく汽水域で採集された。この結果は、クマエビの放流場所を考える際の環境を知るうえで、前述の底質や塩分の情報以外のマーカーとなりうるも

のである。また、ここで取り上げられたえび類4種はいずれも漁獲対象種で、成育場の要求条件が異なることから、各種の成育場を管理する際には、様々な生息環境を維持する必要があることを本研究の結果は示唆していると考えられた。

高知県におけるクマエビの放流サイズは全長12mmと35mm以上の2種類（以下、それぞれ小型種苗、大型種苗）であるが、これらはそれぞれCL3mmとCL7mmに相当する。本研究で調査した藻場で採集された個体は、成育場としての条件が良好であった内外ノ浦を除いてCL4.0mm未満がほとんどを占めた（図23）。このような場所に対して、小型種苗の放流は可能であるが、大型種苗の放流は適していないと考えられた。大型種苗の放流場所を考えるには、成育場である藻場を離れたクマエビが、全長100mm以上（2.市場調査の新子に相当）で小型底びき網漁業に漁獲加入する間における分布の情報が必要である。本研究では、大型のクマエビ稚エビを採集するため、浦戸湾、浦ノ内湾、須崎湾において水深1.5m～20mでも調査を実施した。しかし、クマエビの採集はなかったことから、今後も調査を継続する必要がある。

6 要約

- 1)平成23年度に15回の市場調査を実施した結果、漁獲サイズの動向には過去2年と同様の傾向がみられた。9月以降の小型エビ（新子）の漁獲量は平成22年度よりも多かったが、操業隻数と漁獲尾数は平成22年度よりも大きく減少した。平成22年度に標識放流した個体が漁獲されたかどうかについては、明瞭に標識の残存が確認できた個体がなく、判断できなかった。
- 2)平成22年度からの継続課題として、残存率の高い放流標識の検討を行った結果、平成21年度種苗では尾肢カット標識の残存率が低下したが、平成22年度種苗ではすべて確認できるレベルであったことから、10ヶ月程度であれば残存していることが確認できた。
- 3)4海域2河川において天然稚エビの調査を行った結果、CL4mm以上のクマエビが多く採集されたのは、コアマモやアオサ類が繁茂し、塩分が高い場所であった。放流場所で放流個体が成長することを考慮すれば、このような環境はCL7mmの大型種苗よりもCL3mm前後の小型種苗の放流に適している可能性が考えられた。

7 謝辞

錦浦漁業協同組合の前田一氏、岡崎肇氏、須崎町漁業協同組合の中川道文氏、関本豊氏には市場調査の実施に快く承諾をいただいた。須崎市役所産業課の岡田進一氏には、須崎市場における漁獲データの収集に便宜を図っていただいた。

天然稚エビ調査では、土佐清水漁業指導所の松浦秀俊所長、猪原亮水産業普及指導員、谷口正雄技師、齋田尚希技師、宿毛漁業指導所の大山隼人水産業普及指導員に協力していただいた。ここに記して厚くお礼申し上げます。

8 参考文献

- 1)宮嶋俊明・豊田幸嗣・浜中雄一・小牧博信. クルマエビ標識放流における尾肢切除法の有効性について. 栽培技研 1996; 25(1): 41-46.
- 2)谷田圭祐・妹背秀和・末原裕幸. クルマエビに施した外肢切込み標識の有効性. 兵庫農技総セ研報(水産) 2006; 39: 33-34.
- 3)杉本昌彦・大河俊之. クマエビを主対象とした栽培漁業の技術支援. 平成22年度高知水試事報 2012; 108: 135-158.

- 4)湯谷篤．高知県におけるクマエビ稚エビの地理的分布．高知大学卒業論文．2012；1－40.
- 5)八柳健郎・前川兼佑．山口県瀬戸内海域における重要生物の生態学的研究．第10報 瀬戸内海産クマエビ *Penaeus semisulcatus* DE-HAAN の生態．山口県内海水産試験場調査研究業績 1956；8：25-38.
- 6)小竹小之助・田原恒男．エビ資源の減少について．昭和29～32年度徳島県水産試験場事業報告書 1958；77-87.
- 7)通山政弘．土佐湾産浅海性エビ類の生態，特にクマエビとアカエビについて．昭和55年度漁業資源研究会議 西日本底魚部会報 1981；16-38.