

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 角原 美樹雄
 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、本県では昭和 62 年から種苗の放流を行い、近年は 50 mm 以上の大型サイズでの放流も行われている（図 1）。また、放流尾数は平成 23 年に 0 であったものの、ほぼ継続的に実施されてきた。しかし、本種における放流効果はこれまで実証されていないのが現状で、その原因として、クマエビの漁獲量は高知県の漁業統計上、くるまえび類の中に含まれる形で集計されてきたため、単独での漁獲量の調査そのものが行われていなかったこと、適切な標識が開発されていなかったことが挙げられる。

標識については、平成 23 年までの本研究の結果から、尾肢カットによる変形の標識が使用可能と考えられたことから、調査項目は以下に示した 2 つとした。第 1 は、クマエビの種苗放流の主体となっている高知県の中央部の須崎市において漁獲の状況を把握するための市場調査と、須崎市が依頼して実施された漁獲実態調査の結果解析による漁獲量の把握を行った。第 2 は、平成 21 年から行っている放流時期の天然クマエビ稚エビの生態調査で、高知県各地で採集された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。

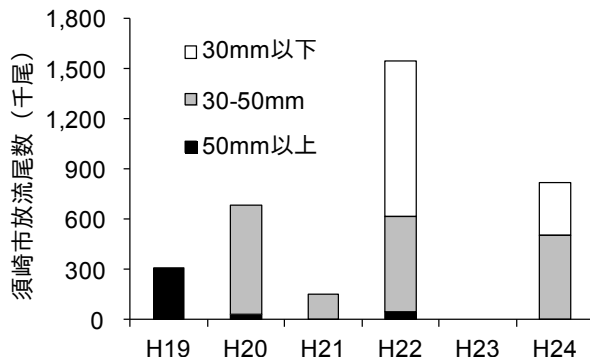


図 1 須崎市によるクマエビ放流尾数の推移

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。現在、クマエビの漁獲は主に須崎市沖で操業される小型底びき網漁業によるものが主体となっており、本調査は継続的に須崎市に水揚げされるクマエビの大きさや成熟状況を調べることを目的とした。

(2) 材料と方法

須崎市沖小型底びき網の操業期間は毎年 5 月 1 日から 11 月 30 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。活エビは調査により損傷する可能性があるため、死エビのみを調査対象とした。平成 24 年の調査は 5

月 18 日から 11 月 20 日までの計 15 回実施した。測定項目は雌雄比、雌の成熟度、全長組成及び体重とし、雌の成熟度は、－（卵なし）、＋（卵確認可能）及び++（卵発達）の 3 段階で目視評価した。また、平成 23 年は 7,200 尾が尾肢カット標識後に放流されていることから¹⁾、測定時に尾肢異常個体も調べた。

（3）結果と考察

15 回の調査で雌雄合わせて 2,070 尾について測定した。調査日あたりの最大隻数は 4 で、活エビを除く 1 隻あたりの漁獲尾数は 16～109 尾であった（表 1）。雌雄比は総じて♂の比率が過半数を占めていたが（図 2）、6 月 8 日、7 月 20 日、9 月 13 日、10 月 12 日、11 月 9 日の調査では雌の比率が高く、最も雌の比率が高かったのは 7 月 20 日、11 月 9 日で、約 60% を占めた。また、雌の成熟度を成熟が発達した++の割合で見ると（図 3）、++の比率は 6 月 8 日から上昇し、7 月 5 日に 55.6% で最大となった。7 月 31 日以降は急激に++の割合が低下し、9 月 13 日には－の個体しか認められなくなった。

表 1 市場調査結果

月日	隻数	測定尾数	1隻あたり測定尾数
5月18日	3	328	109.3
5月25日	4	209	52.3
6月1日	2	135	67.5
6月8日	4	174	43.5
6月14日	4	163	40.8
7月5日	4	182	45.5
7月20日	4	124	31.0
7月31日	3	104	34.7
8月10日	2	32	16.0
8月31日	4	163	40.8
9月13日	4	128	32.0
10月12日	2	71	35.5
10月25日	2	112	56.0
11月9日	2	92	46.0
11月20日	2	53	26.5
計	46	2,070	45.0

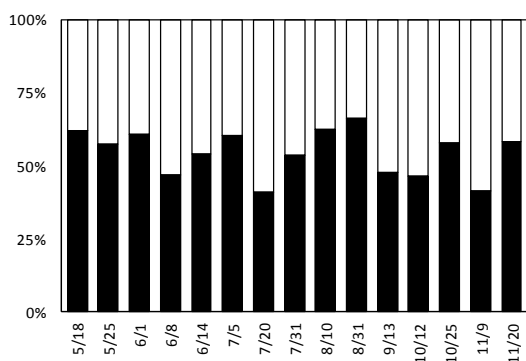


図 2 市場調査における測定個体の雌雄比の推移

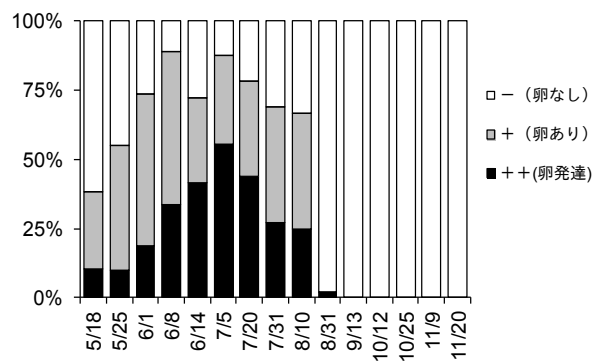


図 3 雌の成熟度合の変化の推移（性不明個体を除く）

雌雄別の全長と体重の関係を図 4 に示した。全長と体重を測定できた尾数は雄が 404 尾、雌が 253 尾と雄が多く、雄では全長が 86～207 mm で、体重が 5.3～66.8g、雌では全長が 88～230 mm で、体重が 6.2～98.9g の範囲となり、平成 23 年と同様に雌の方で大型個体が多かった。

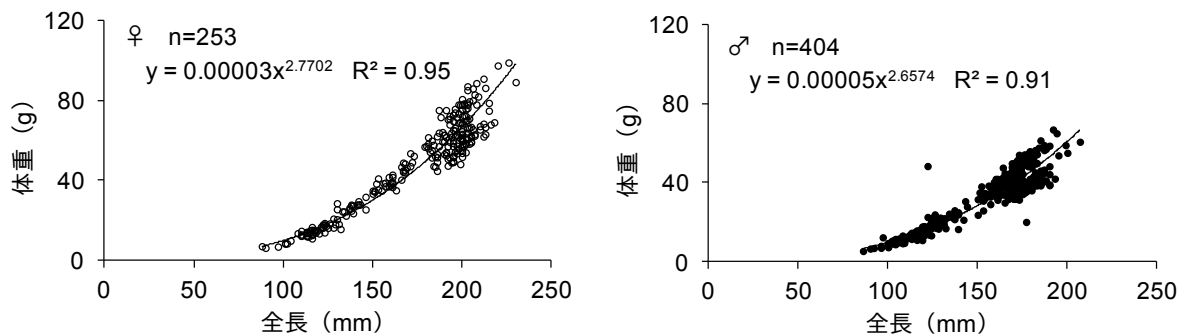


図4 雌雄別の全長－体重関係（左：雌、右：雄）

調査日ごとの全長組成は、雄において5月18日には170～185mmが主体であったが(図5)、6月14日、7月5日と2回にわたって150～165mm主体と小型個体が多かったことは興味深い。雌では、雄よりも大型個体が確認されたにもかかわらず、210mmを超えると個体数は減少した(図6)。雌雄とも8月31日以降に全長が150mm未満の小型エビの加入が見られた。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、2が7月20日に、写真3が7月31日に、写真4、5、6が10月25日に撮影されたものである。平成22年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断したことから、変形部分が左側であったもの(図7 4、6)は標識個体でない判断された。また平成23年には標識放流は実施されていないことから、平成24年調査時に出現した尾肢異常個体は、自然破損か漁労作業等による破損の可能性が高く、これまでに見られた事例との明確な差も見出せなかったことから、標識エビであると断定することはできなかった。

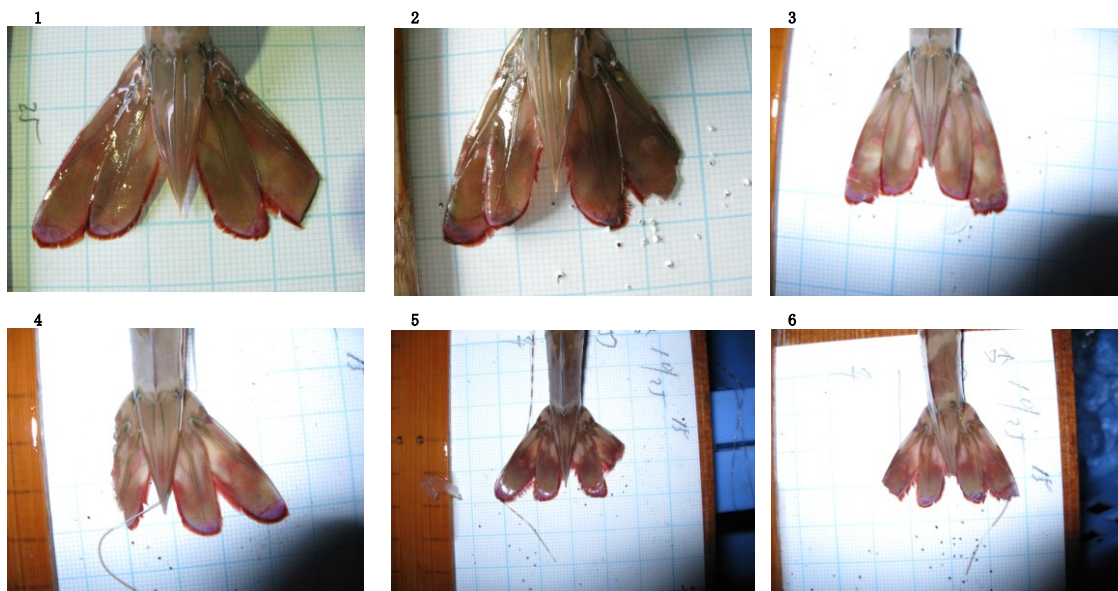


図7 市場調査時に確認されたクマエビの尾肢異常
(1、2：2012.7.20、3：2012.7.31、4、5、6：2012.10.25)

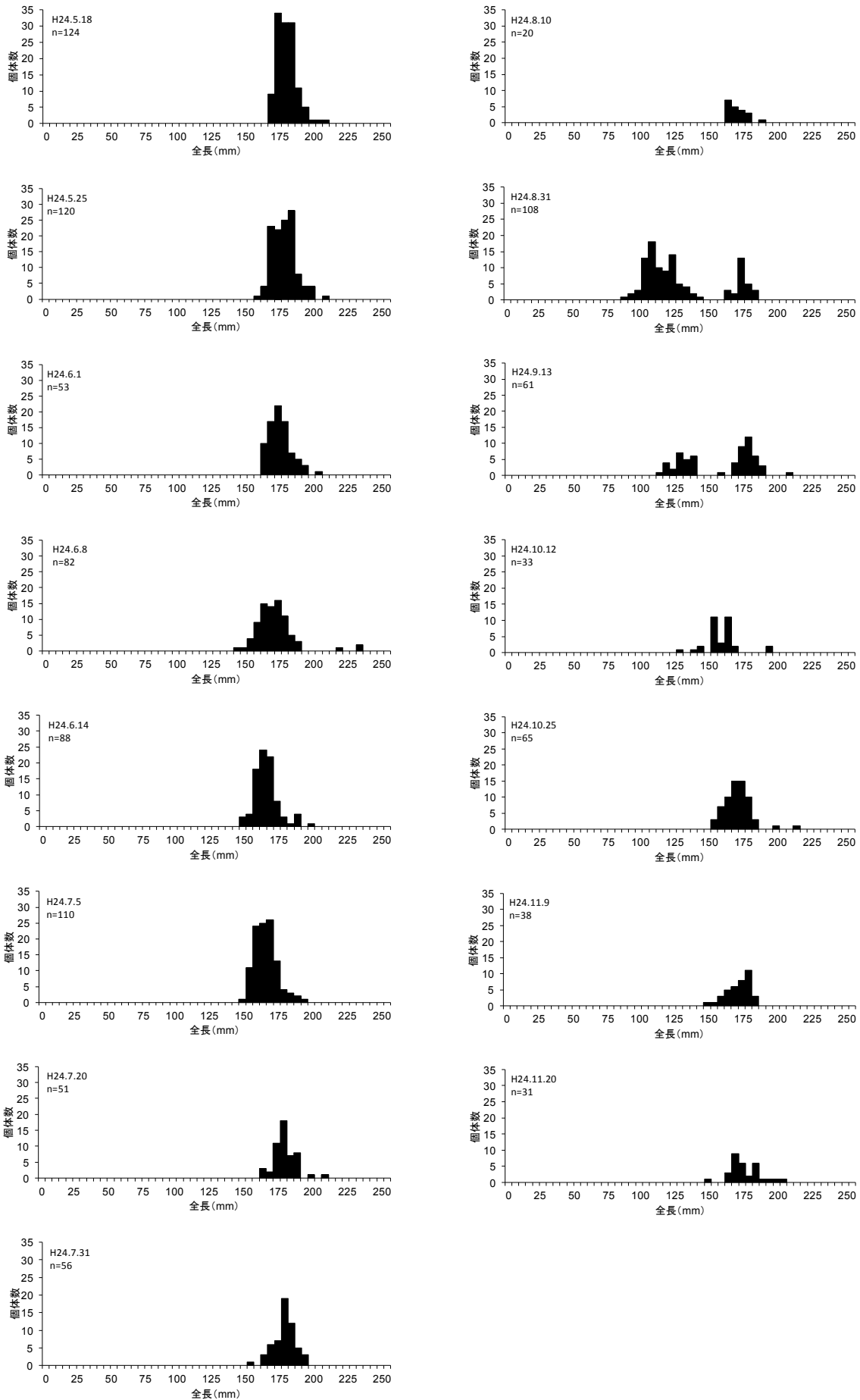


図5 市場調査における雄の全長組成

栽培漁業の技術支援（クマエビ）

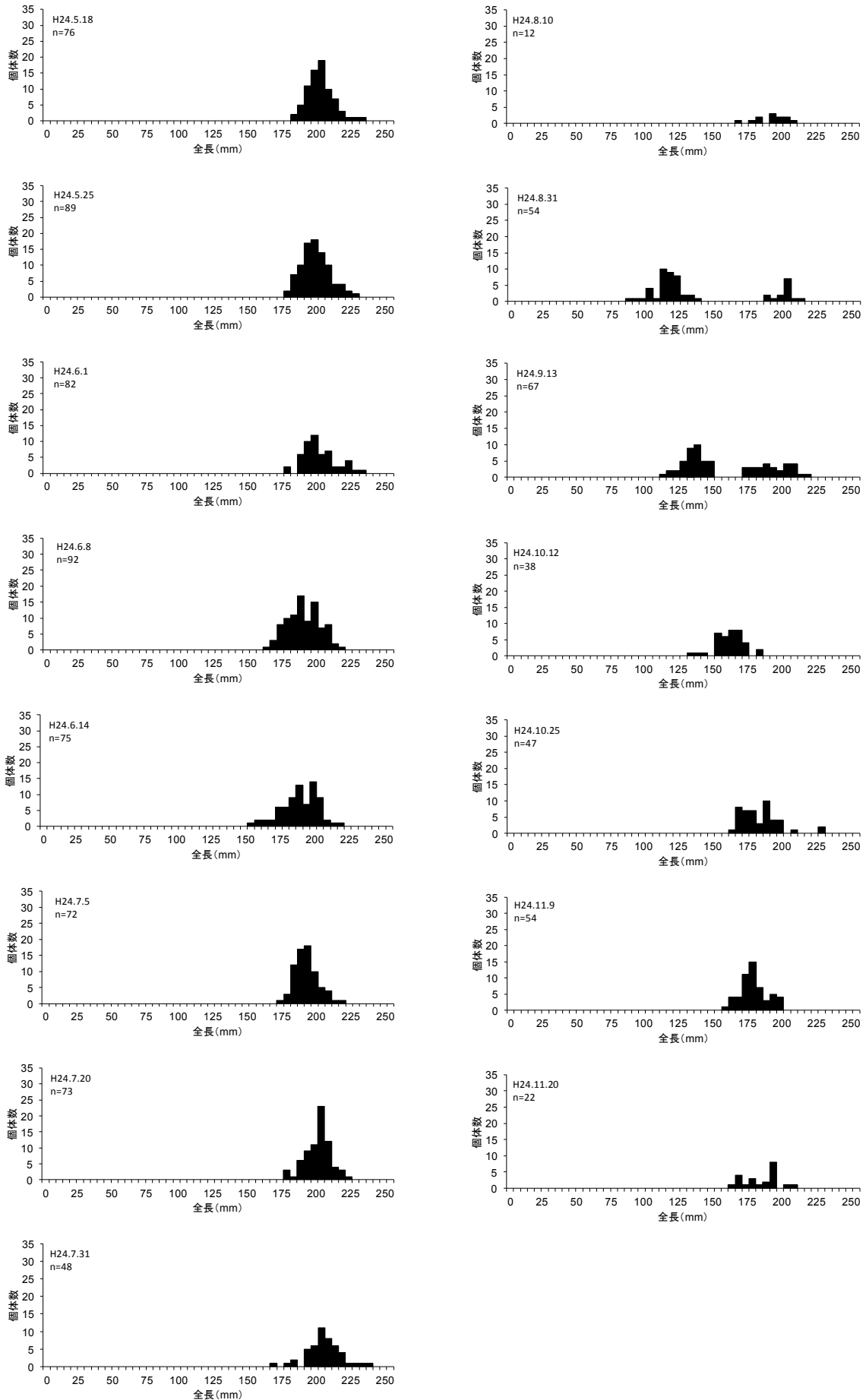


図6 市場調査における雌の全長組成

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～平成23年の結果と比較した。

(3) 結果と考察

平成23年の5～6月は推定値しか入手できなかったため、推定値で処理した。特に夏～秋にかけては、台風の襲来等天候の影響で出漁日数が大きく変動するが、平成24年の出漁日数は図8に示したように5、7月でそれぞれ11日と最も高く、6月が6日と最も少なかった。平成24年の6月は、最近4年間ではもっとも少なかった。一方、図9に示した出漁隻数では、過去には80隻を超えた月もあったが、平成24年は最高でも7月の42隻であった。平成24年は、平成23年と同様、平成22年、平成21年の2年間と比較して年間出漁隻数が半数程度となり、1日当たりの出漁隻数は主に2～3隻で推移していた。これは平成21、22年と比較しても明らかに少なく、漁業者の減少が大きな原因と推測された。

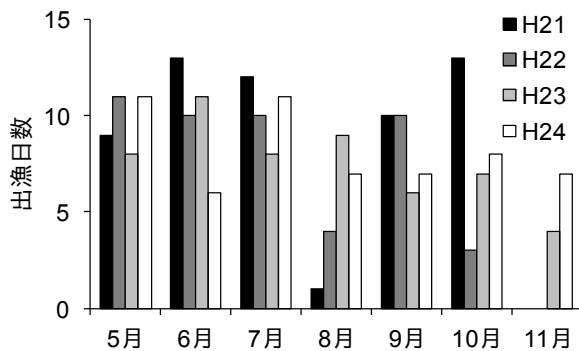


図8 月別出漁日数の推移

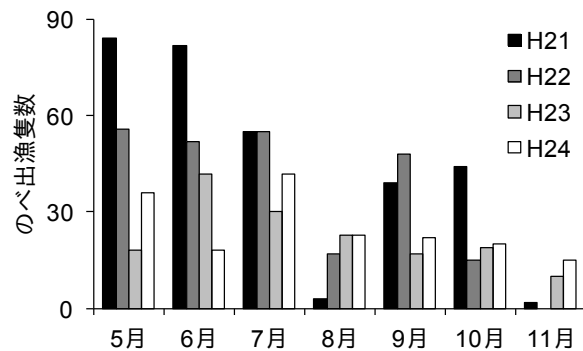


図9 月別出漁隻数の推移

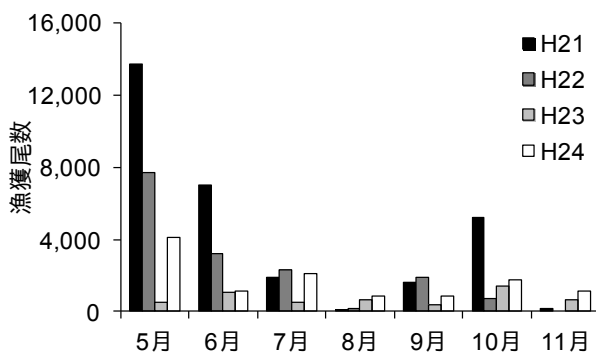


図10 月別漁獲尾数の推移

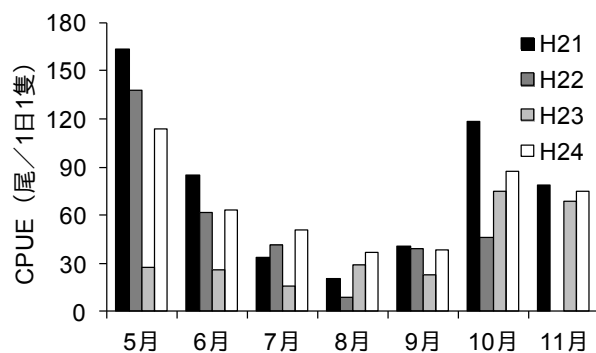


図11 月別CPUEの推移

漁獲尾数の総数（図10）は平成21年が29,587尾、平成22年が15,910尾、平成23年が5,236尾と減少傾向だったが、平成24年は11,935尾と前年を上回った。図11に示したCPUEの推移は、全ての月で前年を上回った。

小型エビ（新子）の加入は、平成21年は9月10日から²⁾、平成22年は9月2日から³⁾、

平成 23 年は 9 月 9 日から¹⁾見られはじめ、平成 24 年は 8 月 31 日に確認された(図 5、6)。平成 24 年は 10 月及び 11 月の漁獲尾数と CPUE が 9 月以前と比べ増加していた(図 10、11)。9～11 月の小型えびの出現量については、次年度の漁獲量の指標となる可能性があることから、平成 25 年の漁獲動向が注目される。

4 天然稚エビ調査

(1) 目的

本項は高知大学卒業論文「高知県におけるクマエビ稚エビの地理的分布」⁴⁾に引き続いて実施されている高知大学修士論文「高知県におけるくるまえば類稚エビの分布(仮題)」の中間報告である。本研究の目的は、放流種苗に近い大きさの天然クマエビを含むくるまえば類稚エビの生態を明らかにすることによって、クマエビに適した放流場所、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。平成 24 年度調査では、平成 23 年度調査¹⁾よりも詳細な環境データを収集することにより、クマエビの分布に適した環境条件を抽出することを目的とした。

(2) 材料と方法

平成 24 年の稚エビ調査は、平成 23 年に実施された高知市浦戸湾、須崎市須崎湾、土佐市浦ノ内湾、黒潮町蠣瀬川、四万十市四万十川、宿毛市内外ノ浦のうち、須崎湾を除いた計 5 地域の水深 1.5m 以浅のコアマモ場、アオサ場、干潟を対象とした(図 12、13、14)。調査期間は平成 24 年 5 月 21 日から平成 24 年 10 月 27 日の間で、各地点において月 1 回の調査を行った。ただし、5 月の浦ノ内湾と 6 月の蠣瀬川及び四万十川は調査を実施しなかった。

採集は、干潮時にサーフネット(図 15a、開口幅 1.5m、目合 1 mm)とプッシュネット(図 15b、開口幅 1.5m、目合 3 mm)を曳網した。曳網時にはレーザー式距離計で曳網距離を測定した。また、浦ノ内湾のアオサ場の調査では、アオサ類の繁茂期に網による曳網が不可能となるため、50cm 方形枠(以下、コドラート)による採集を 4 回行った。採集されたえび類の大きさは頭胸甲長(以下、CL)を測定した

平成 23 年調査結果から、クマエビ稚エビの分布には藻場と塩分が重要であることが示された。そこで、採集場所の環境情報は調査時の底層及び表層の水温と塩分に加えて、浦戸湾仁井田、四万十川 2 地点、蠣瀬川、内外ノ浦に水温塩分データロガー ONSET 社製 HOBO®U24 を設置し、調査期間全体の環境変動を調べた。また、藻場の情報についても定量的な情報を収集するため、被度調査と藻類の採集を行った。被度は調査時に各地点において 1m 方形枠中の藻場の被度を目視で 10 回観察した。藻類の採集は各地点において直径 16.5cm、面積 0.0214m²の円形コドラートを用いて 3 回行い、株数と破損していない葉の葉幅、葉長を調べた。

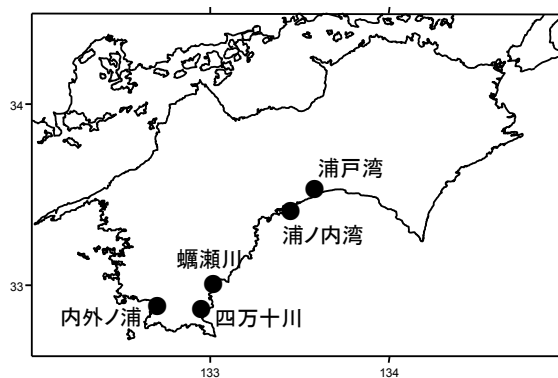


図 12 調査海域及び河川の位置

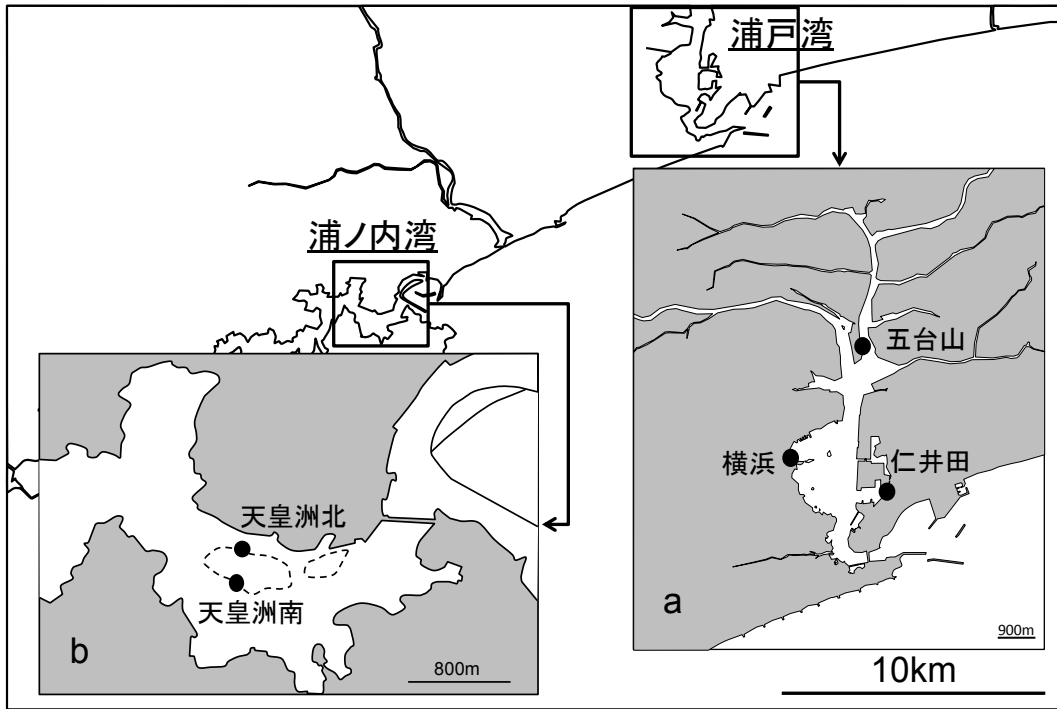


図 13 高知県中央部の調査地点（a：浦戸湾、b：浦ノ内湾）

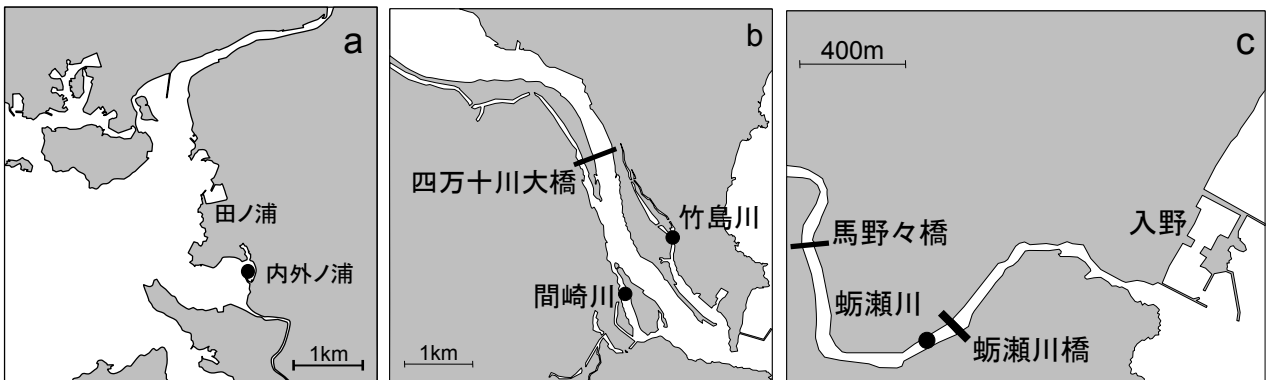


図 14 高知県西部の調査地点（a:宿毛、b:四万十川、c:蛸瀬川）

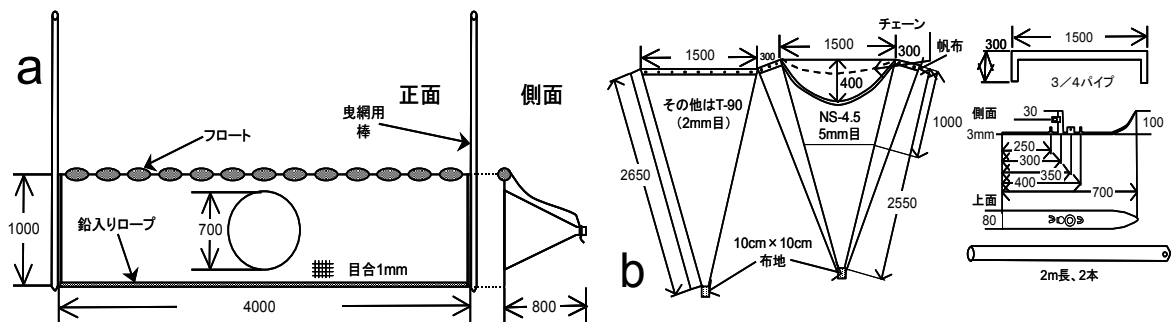


図 15 調査に使用した網。a：サーフネット、b：プッシュネット、

表2 採集方法及び地点別のえび類採集個体数

	クマ エビ	ウシ エビ	クルマ エビ	ヨシ エビ	クルマ エビ 科sp.	エビ ジャコ 類	テッポ ウ エビ類	シラタ エビ	スジ エビ類	テナガ エビ類	ユメ エビ類	不明	計
サーフネット													
五台山	2		2	1		64					375	1	445
仁井田	61	21							1,894			2	1,978
横浜	38	7		3		6			71				125
天皇家北	21	1	12						16		24	1	75
天皇家南	29		5						75		1,694		1,803
蛸瀬川	58	33	35	1	2				12			6	147
間崎川	1	39		9					433			1	483
竹島川	7	18		75		1			60	2		2	165
内外ノ浦	3								32		1,232		1,267
計	220	119	54	89	2	71			2,593	2	3,325	13	6,488
プッシュネット													
五台山			30	1		669			4		6	1	711
仁井田	35	21	3						278				337
横浜	20	15		6		1			52				94
天皇家北	30		25	1		4							60
天皇家南	11		41	2						34			88
蛸瀬川	7	13	4	4	1		1		2				32
間崎川	1	78		68				3	182	18			358
竹島川		20	1	101			1		504				639
内外ノ浦	49								1,435				1,484
計	153	147	104	183	1	694	36	3	2,457	18	6	1	3,803
コドラート													
天皇家北	2								1			1	4
天皇家南	1								4	1			6
計	3								4	2		1	10
全体													
五台山	2		32	2		733			4		381	2	1,156
仁井田	96	42	3						2,172			2	2,315
横浜	58	22		9		7			123				219
天皇家北	53	1	37	1		4			17		24	2	139
天皇家南	41		46	2					76		1,694		1,897
蛸瀬川	65	46	39	5	3		1		14			6	179
間崎川	2	117		77				3	615	18		1	841
竹島川	7	38	1	176			1		564	2		2	804
内外ノ浦	52								1,467		1,232		2,751
総計	376	266	158	272	3	765	40	3	5,052	20	3,331	15	10,301

(3) 結果と考察

本調査において採集されたえび類は 10,301 個体で、各採集方法別の採集個体数はサーフネットが 6,488 個体、プッシュネットが 3,803 個体、コドラートが 10 個体であった（表 2）。種まで同定されたくるまえび類及びヨシエビは 1,072 個体で、クマエビは 376 個体出現した。各地点のサーフネットで採集されたくるまえび類の種組成を比較すると、内外ノ浦、浦ノ内湾ではクマエビがほとんどで、仁井田、横浜ではクマエビを主体にウシエビも出現した。一方、四万十川ではクマエビが少なく、間崎川ではウシエビ、竹島川ではヨシエビが多かった。また、プッシュネットでは、五台山、浦ノ内湾ではクルマエビが多く、竹島川ではヨシエビが多く採集された。

クマエビの地点別採集状況をサーフネットとプッシュネットのデータをまとめたデータから算出した平均密度で比較すると（図 16）、平均密度は全ての地点で 8 月にピークがあり、8 月のピークは高知県西部よりも中央部の方が高かった。

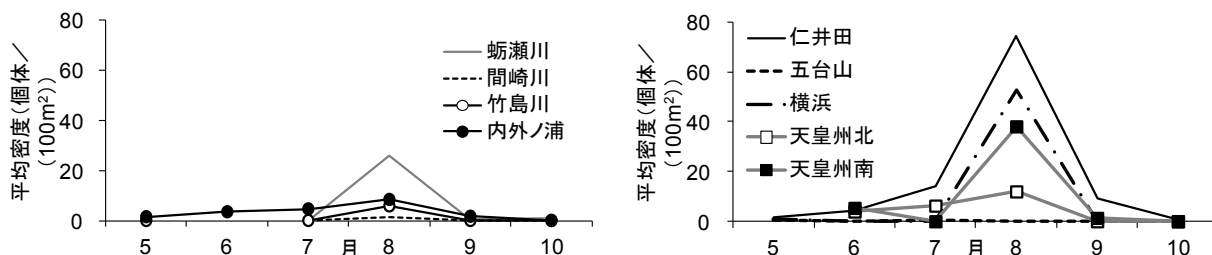


図 16 平成 24 年度に採集されたクマエビの平均密度の推移

採集されたクマエビの CL は（図 17）、内外ノ浦と横浜では 2mm～7mm の個体が多かったが、その他地点のうち、採集個体数が多かった蛸瀬川、天皇家北、天皇家南、仁井田では 2mm～3mm の小型個体が多かった。

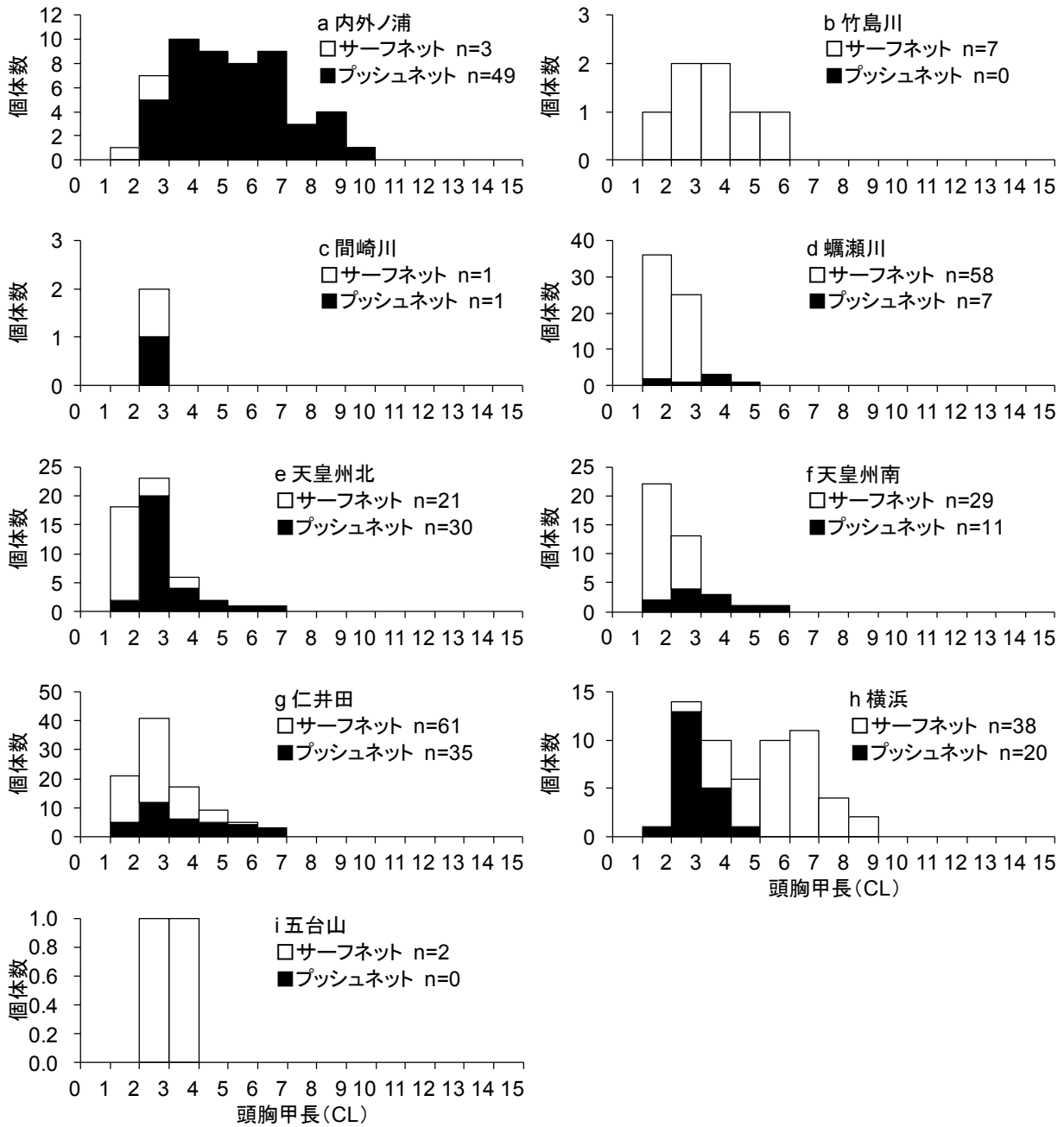


図 17 平成 24 年度調査で各地点において採集されたクマエビ稚エビの CL 組成

各採集地点のコアマモにおける株密度、葉幅、葉長、葉面積の推移は（図 18～21）、7～8 月以降に多くの場所でピークとなり、その後、減少傾向となった。ただし、竹島川の葉幅、葉長、葉面積は 9 月以降に増加傾向を示した。

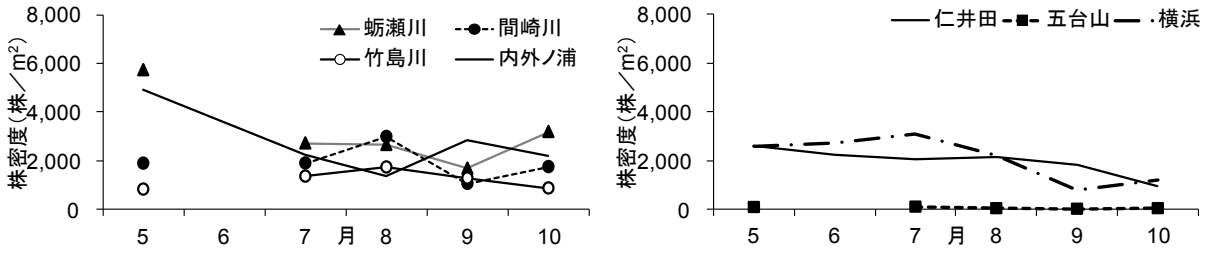


図 18 平成 24 年度に採集されたコアマモの平均株密度の推移

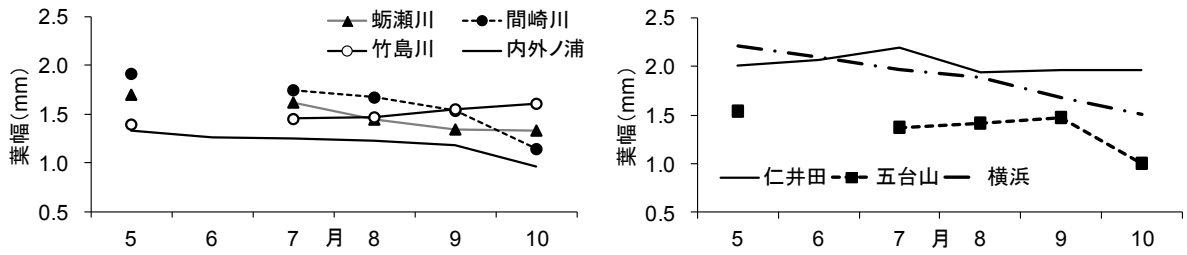


図 19 平成 24 年度に採集されたコアマモの平均葉幅の推移

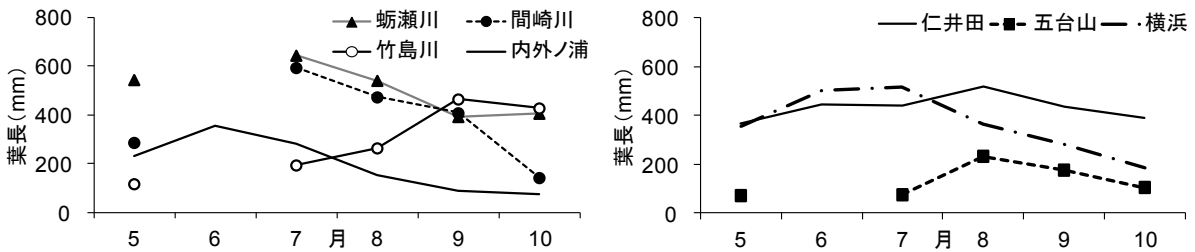


図 20 平成 24 年度に採集されたコアマモの平均葉長の推移

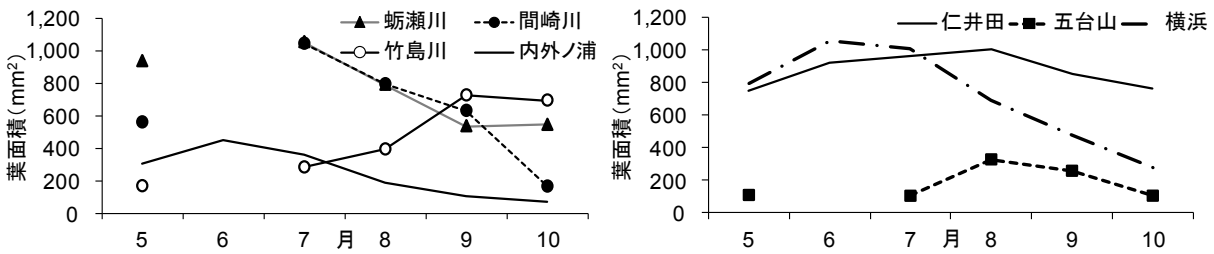


図 21 平成 24 年度に採集されたコアマモの平均葉面積の推移

クマエビ稚エビの採集密度が最大となる 8 月におけるコアマモの状態を比較した（図 22）。株数、葉幅、葉長、葉面積それぞれを目的変数とした地点間における一元配置分散分析に処した結果、全ての目的変数において有意な異質性が検出された（株数； $df=6$ 、 $F=225.7$ 、 $p<0.001$ 、葉幅； $df=6$ 、 $F=90.8$ 、 $p<0.001$ 、葉長； $df=6$ 、 $F=104.0$ 、 $p<0.001$ 、葉面積； $df=6$ 、 $F=90.1$ 、 $p<0.001$ ）。そこで、地点間で Bonferroni 補正による多重比較検定を行った結果、株数は全ての地点間で、葉長は仁井田、蛸瀬川、間崎川と他地点の間で、葉幅は横浜、仁井田と他地点の間で、葉面積は仁井田と横浜、蛸瀬川、間崎川と他地点の間で有意に異なった（ $p<0.001$ ）。また、各地点におけるこれら 4 形質間の相関係数で有意だったのは、葉面積と葉長（ $r=0.78$ ）、葉面積と葉幅（ $r=0.77$ ）、葉長と株数（ $r=0.75$ ）であった（ $p<0.05$ ）。

平成 23 年の本調査の結果、クマエビ稚エビの分布には、藻場の存在が必須であることが明らかにされたが、平成 24 年調査の結果、コアマモ藻場のコアマモの状況は調査地点によって異なることがわかった。そこで、次にこのようなコアマモの地域的な変異がどのようにクマエ

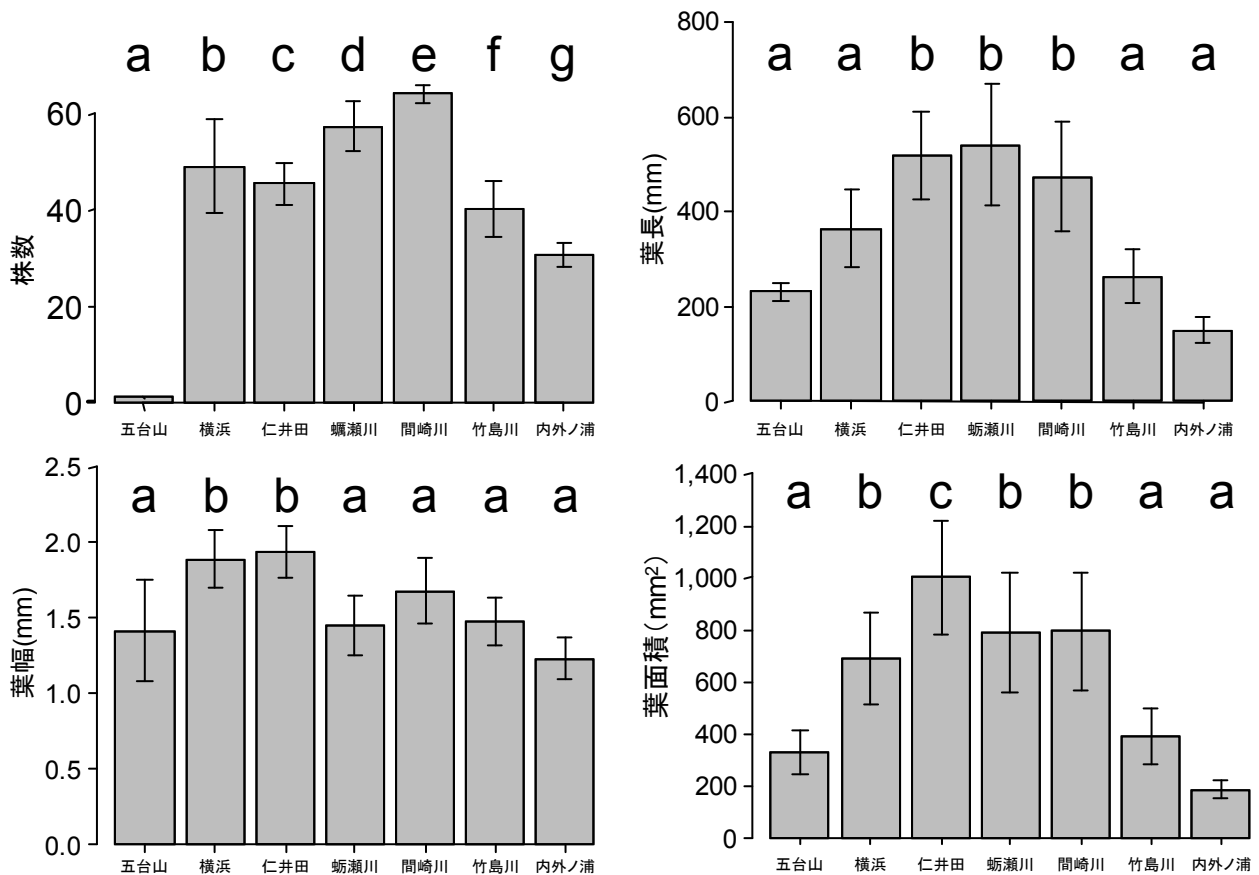


図 22 平成 24 年 8 月に採集されたコアマモにおける形質の違い。

各図上のアルファベットは異なるアルファベット間には Bonferroni 補正した多重比較により統計的に有意に異なることを示す。(左上：株数、右上：葉長、左下：葉幅、右下：葉面積)

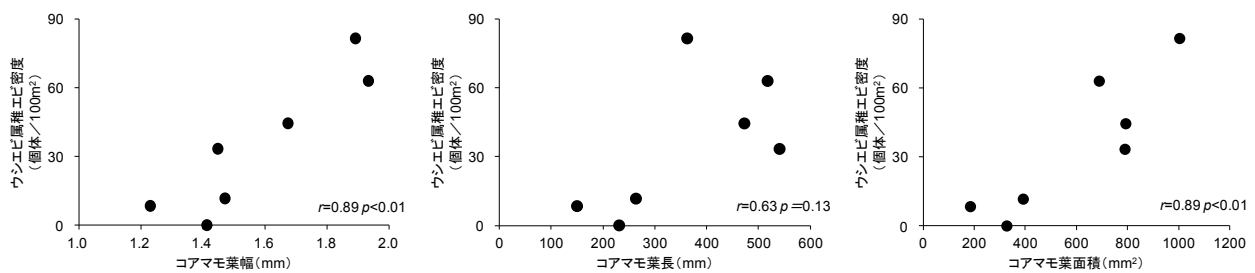


図 23 8 月におけるウシエビ属稚エビ密度とコアマモ葉幅、葉長及び葉面積の関係

ビ稚エビの分布と関わりがあるのかを検討した。クマエビの出現密度は全ての地点で 8 月に最大となったため (図 16)、クマエビ稚エビが調査場所を生育場として利用する盛期として、8 月の採集結果と環境条件を比較した。

8 月に各地点で出現したクマエビ密度と前述のコアマモ 4 形質 (葉面積、葉長、葉幅、株数) に有意な相関は検出されなかった。しかし、クマエビとウシエビ両方を含めたウシエビ属密度とコアマモ葉面積及び葉幅の間には有意な相関が検出された (図 23、それぞれ $r=0.89$ 、 $p<0.01$ 、 $r=0.89$ 、 $p<0.01$)。葉面積は葉幅×葉長で算出されるため、ウシエビ属稚エビ密度と葉面積及び葉幅に有意な相関がある場合、葉長とウシエビ属稚エビ密度の間にも有意な相関が検出されることが見込まれる。しかし、本解析において葉長とウシエビ属密度の間には有意な相関は検出されなかった (図 23、 $r=0.63$ 、 $p=0.13$)。これには、2つの原因が考えられた。

第1は葉長データのばらつきが大きいことに起因する場合である。これについては、本調査は平成25年も継続予定のため、データ数を増やすことによって検討できると考えられた。第2はウシエビ属密度が水深に影響され、葉長との相関が低下する場合である。本調査におけるコアマモ場の水深は0.0~1.5mで、仁井田、横浜、竹島川では、干潮時の水深は0.3m以下と浅かった。このような場所では、ウシエビ属が分布できる範囲は水深に規定され、コアマモの長さが反映されにくい可能性が考えられた。

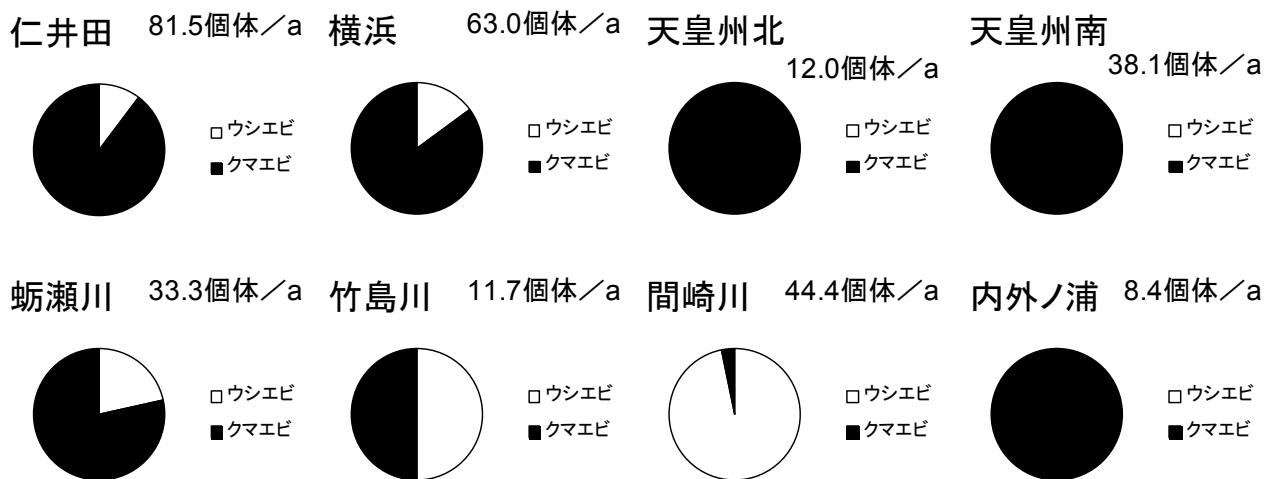


図24 8月の各採集地点におけるウシエビ属稚エビ密度とクマエビ、ウシエビの比率。
(五台山におけるクマエビ、ウシエビの密度は0)

前述のコアマモの生態情報とウシエビ属密度には有意な相関が検出されたが、各地点のウシエビ属、すなわち、クマエビとウシエビの比率は場所によって大きく異なった(図24)。この結果の原因はクマエビ稚エビの分布に塩分が深くかかわっているためと推察された。平成23年の調査結果より、クマエビは塩分が高く、安定した場所を好む傾向があり、塩分が低いか、不安定な場所ではウシエビが優先する傾向が認められている。本解析の結果から、クマエビの分布条件を抽出するには、塩分情報とコアマモの情報を組み合わせて重回帰分析等を行う必要があると考えられた。本調査の結果は単年度の予備的な結果であることから、データロガーの結果も含めた塩分と分布密度の解析については、平成25年の結果を含めて行うこととする。

5 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。須崎市役所産業課職員の方には、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。

また、天然稚エビ調査では、土佐清水漁業指導所の谷口正雄水産業普及指導員、齋田尚希技師、谷知宏技師、宿毛漁業指導所の占部敦史技師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。

6 参考文献

- 1)黒原健朗・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23年度高知水試事報 2013; 109: 131-149.
- 2)石川徹・田井野清也・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21年度高知水試事報 2011; 107: 144-157.

- 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.