

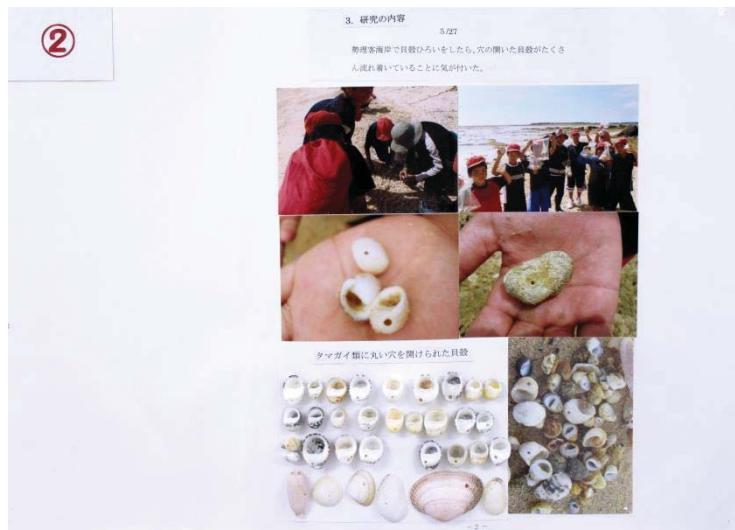
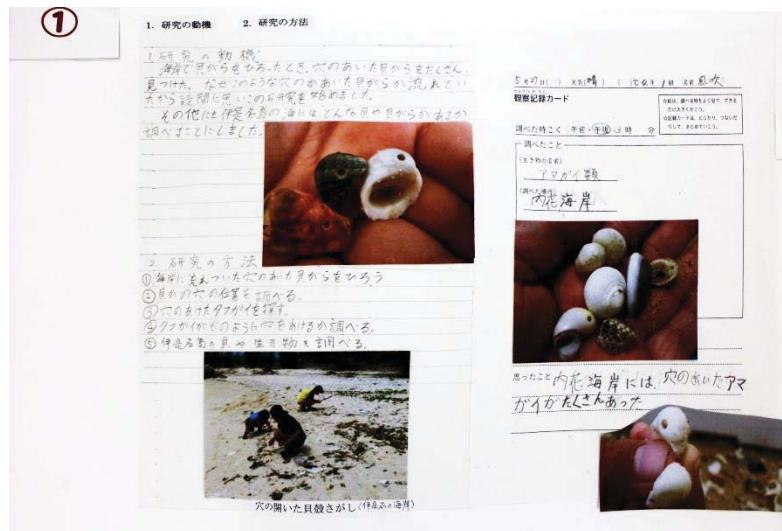
沖縄県知事賞

第36回沖縄青少年科学作品展

伊是名島の貝殻調べ

伊是名村立伊是名小学校

6年 島袋 龍騎 6年 名嘉 潤椰 6年 上原 潤一郎 6年 濱里 優希
6年 新城 宏昂 5年 新田 歩夢 4年 東江 風吹



③

穴が開けられてない貝殻にヤドカリは入っていた。

アマカイの穴にあしゃく
ヤドカリが穴のあいたから
にあいってじろり調べ
るよほんどのヤドカリの
あいさつからにあい
てることかわかった
50ひき調べたるせんぶ
穴のあいさつからには
いっていた。

おせ穴のあいさつから
にはいよか考えぞ見ました。
たゞ人穴のあいた見つけようと
われてしまふかうだと思いま
すヤドカリはやがてあいさ
るかくにんしてあいせい
ることかわかった。

-3-

④

ホウジョウタマガイ

(タマガイ科)

リスガイ

貝に穴を開けて捕食するタマガイを探した。
内花干潟で砂にもぐらうとしているタマガイを見た。
エサになるアマガイは、砂にもぐって逃げようとした。
透明のコップに入れて様子をみるとしたら、軸樋を出し
てタマガイに付着しているか食べようとはせずコップの
中を歩くだけであった。二枚貝とアマガイをせめて
水槽で飼育して観察したが、貝のふたを閉めて動かなくな
ってしまった。タマガイがアマガイを捕って軸樋で後ろにく
っ付け砂の中にもぐって丸い穴を開けて中身を潜かして
捕食する場面は、観察出来なかった。

-4-

⑤

ホウジョウタマガイ

(タマガイ科)

スナジャリン
タマガイ科の貝

ホウジョウタマガイ
クチグロタマガイ
ホウジョウタマガイ
リスガイ

穴を開けて食べる肉食貝のタマガイを見つけた。
同じタマガイ(同士でも共食)するようで、丸い穴が開いて
流れ着いたクチグロタマガイも見つかった。
頭と脚を粘液でこねて作った「スナジャリン」もたくさん
見つかった。

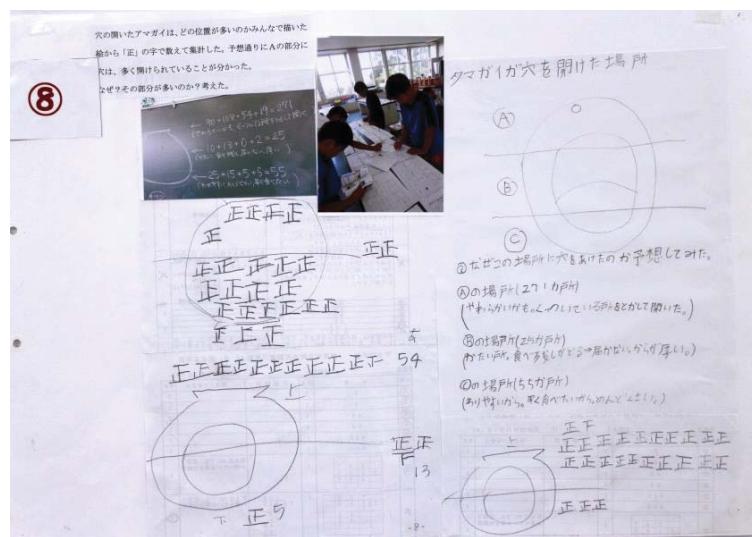
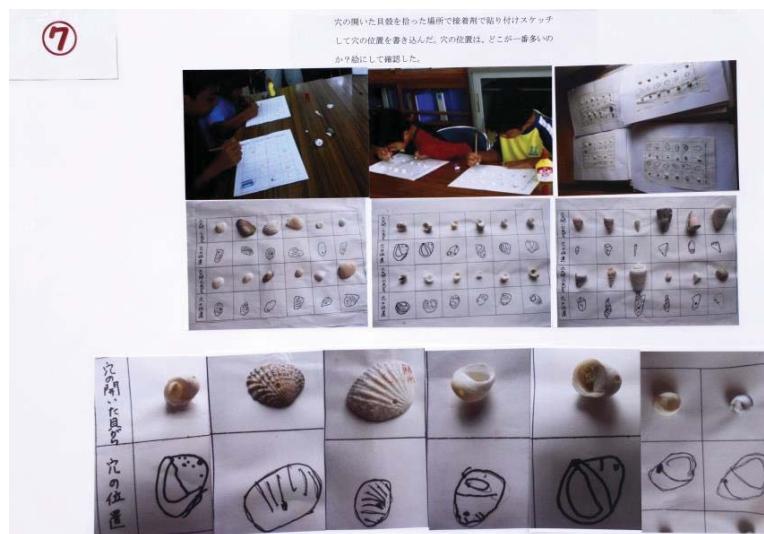
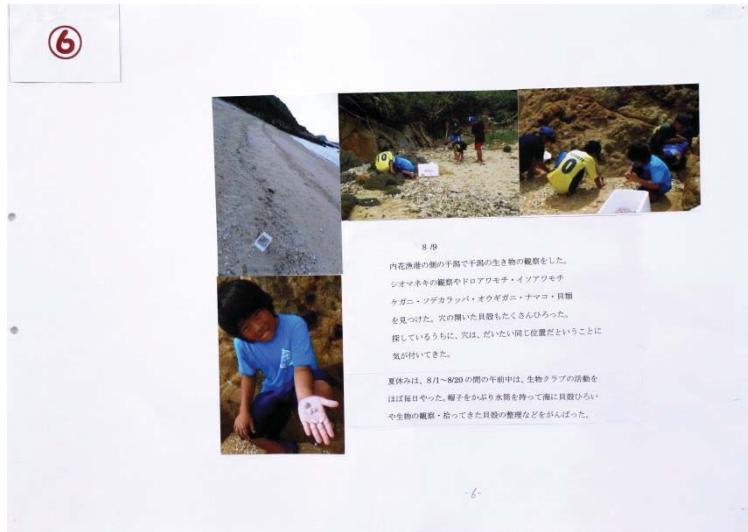
観察カード

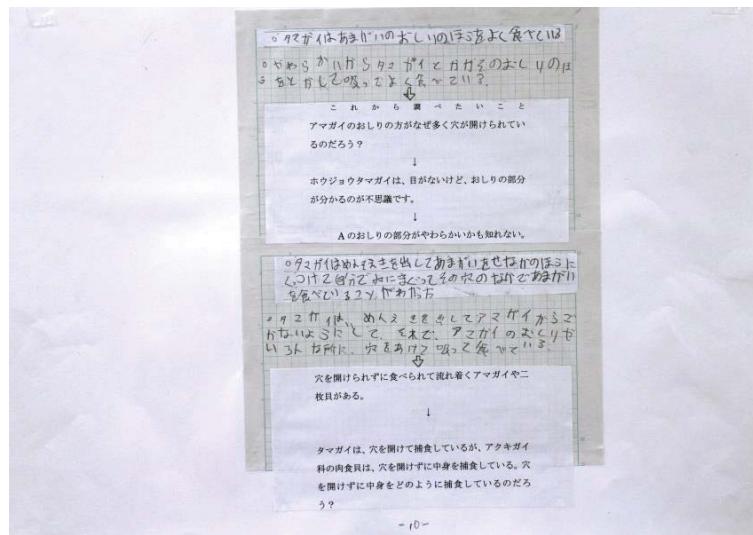
調べたこと
(主な行動)
ホウジョウタマガイ
(調べた原因)
内花干潟

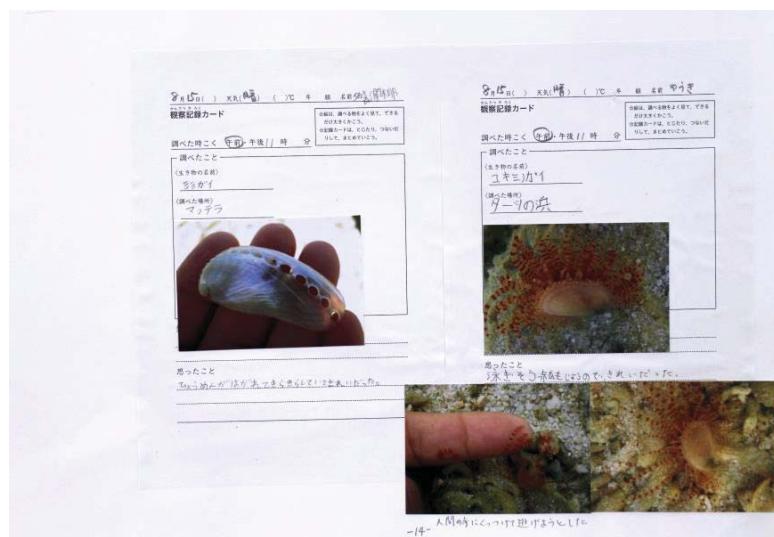
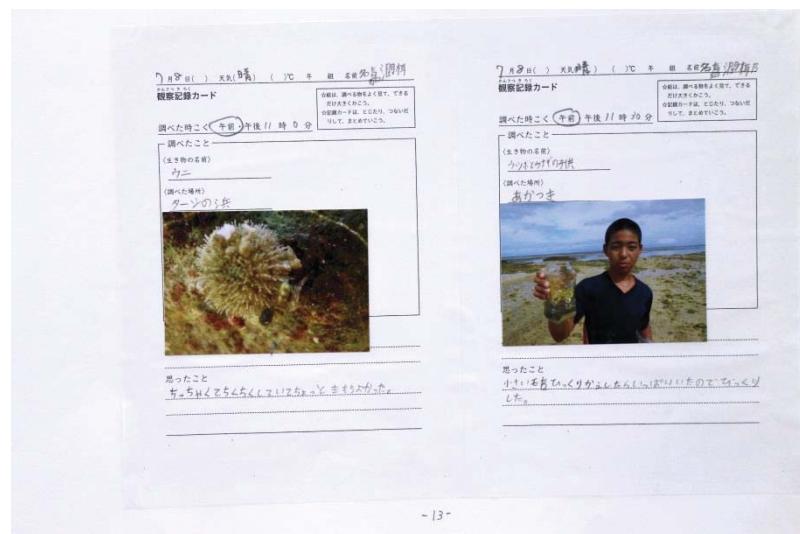
見つけたこと
ホウジョウタマガイに目がな
レバ、気がついた。

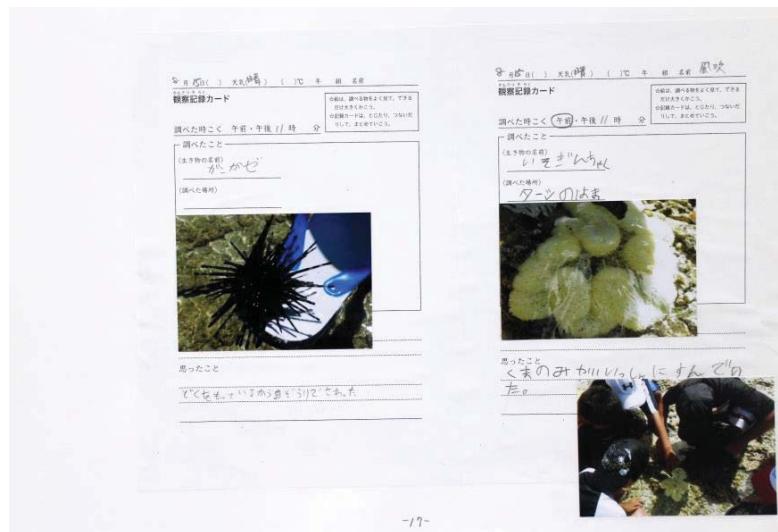
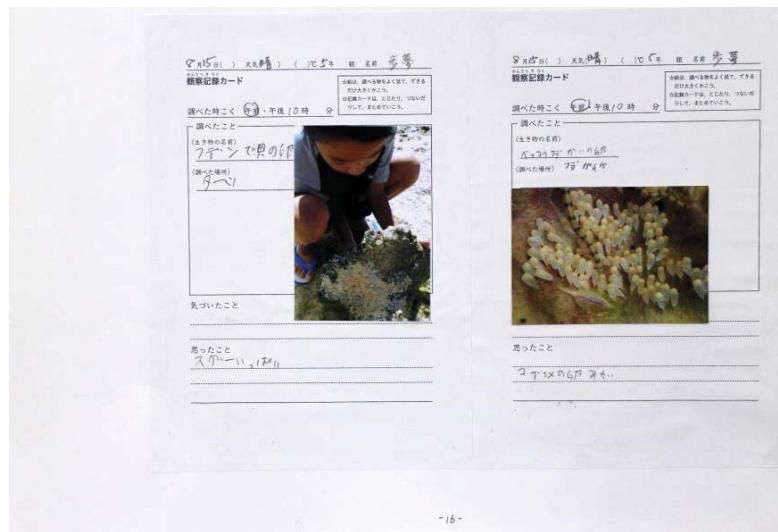
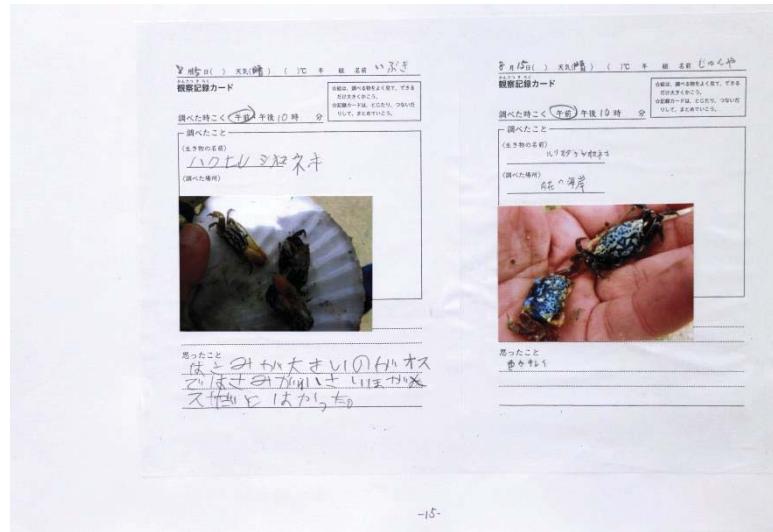
スナジャリン
タマガイ科の貝

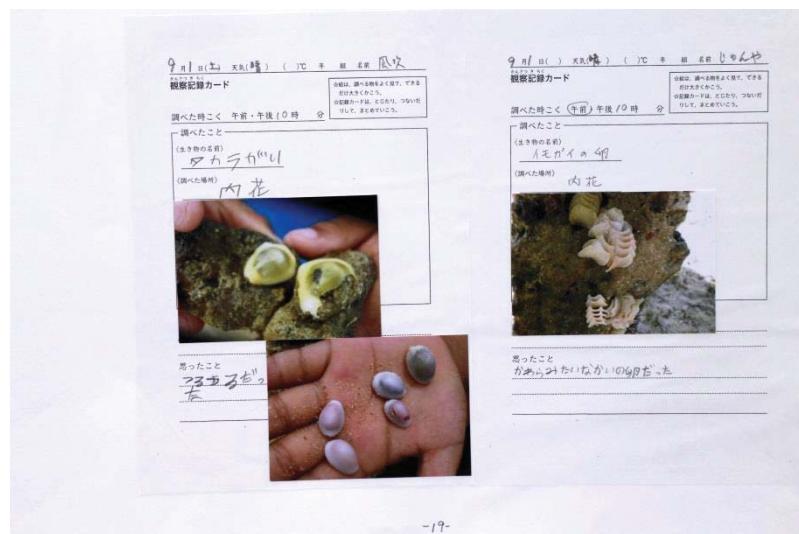
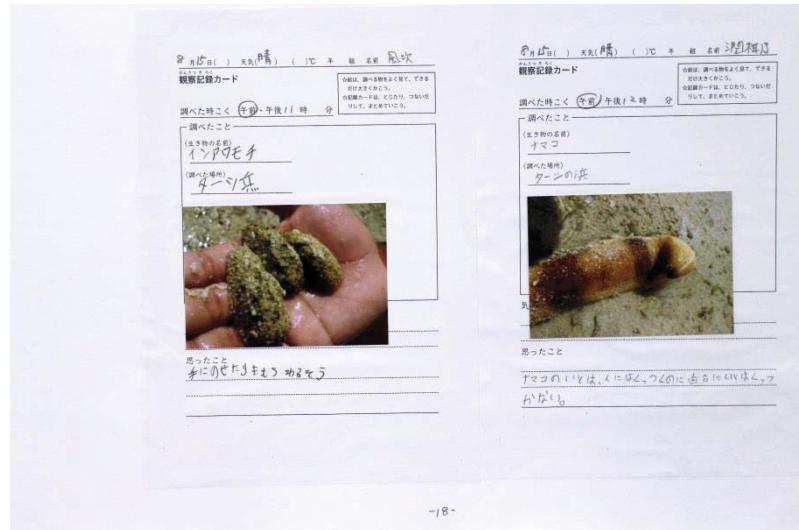
-5-

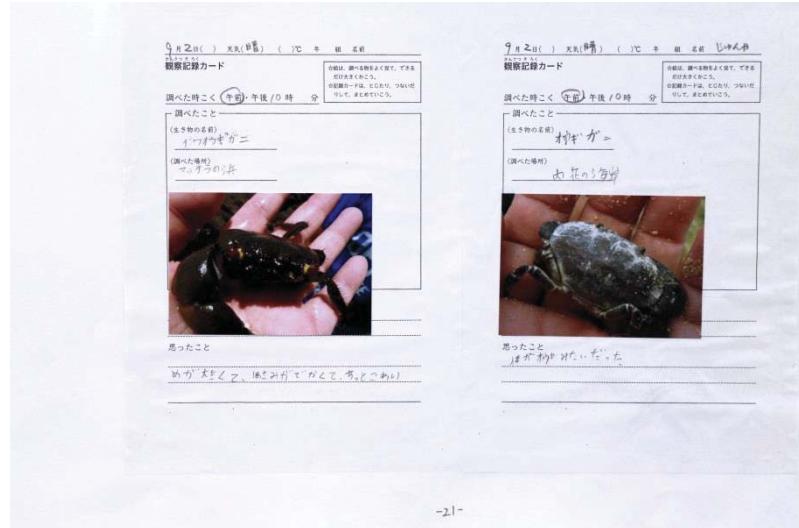




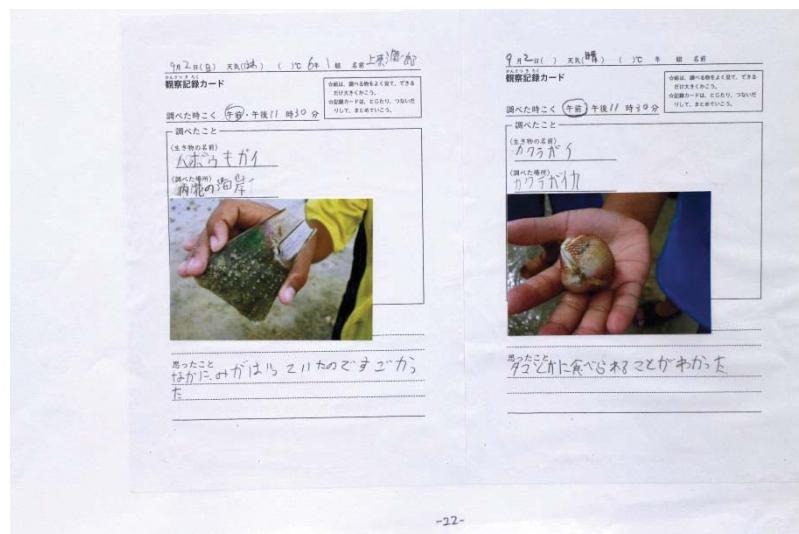








-21-



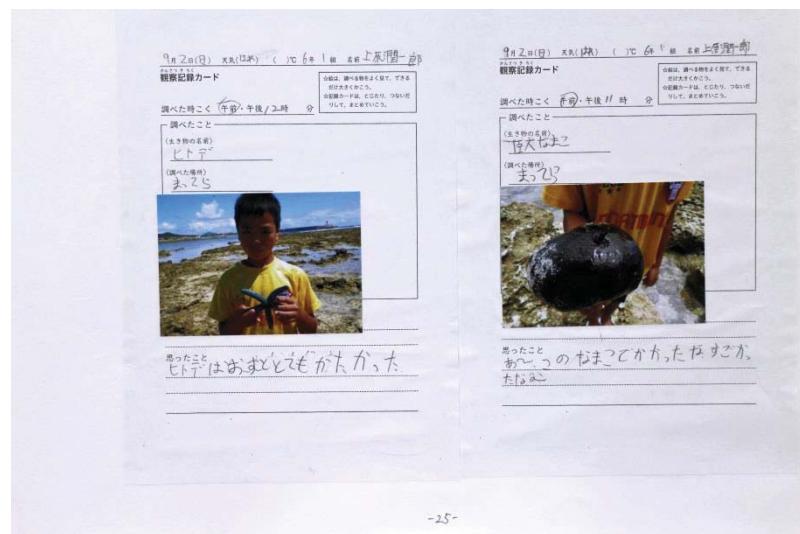
-22-



-23-



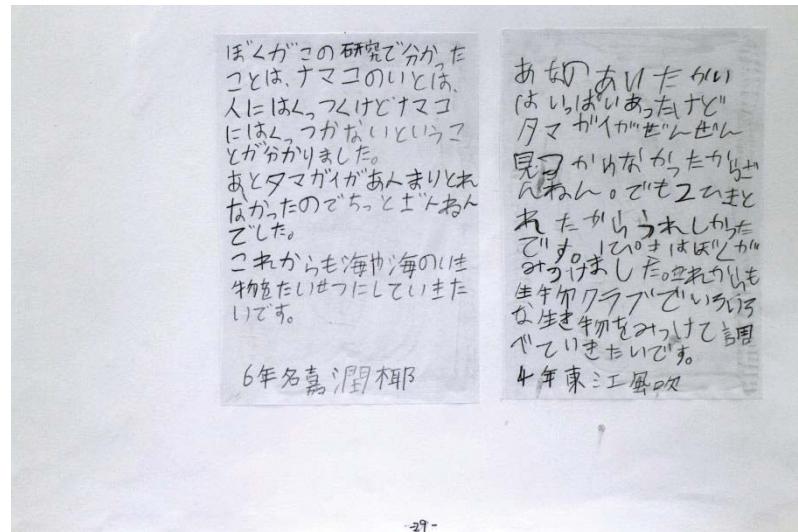
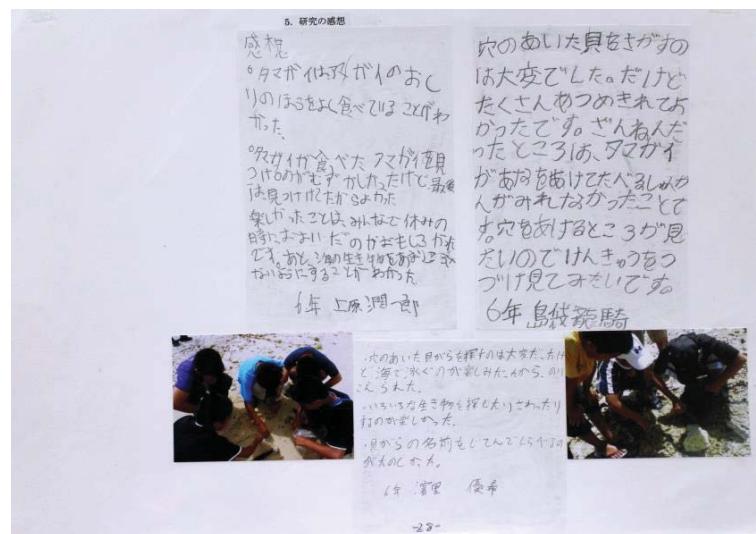
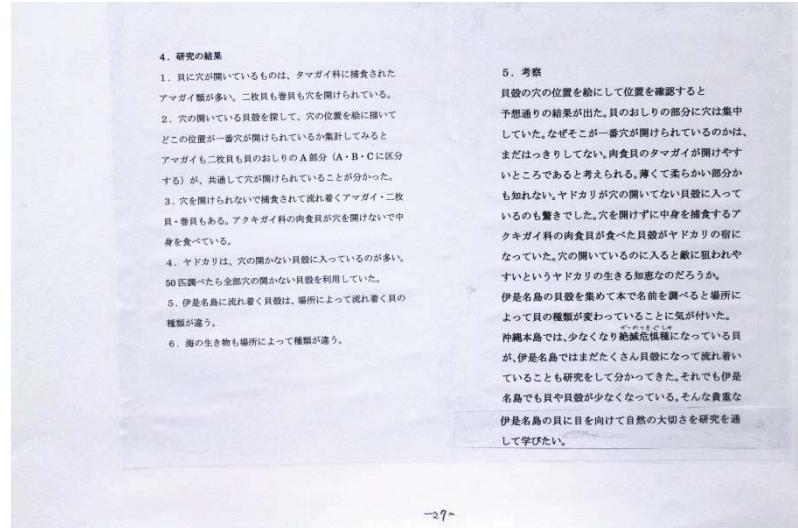
-24-



-25-



-26-



講評

海辺で採集した貝殻の多くに穴が開いていることに気づき、なぜこのような貝殻が多く見られるのか疑問を持って取り組んだ研究です。

研究の手順として、始めに穴の開いた貝殻を採集していますが、サンプルの量が膨大であるにも関わらず、それらを一つ一つ丁寧に台紙に貼りあわせており、研究への熱意と粘り強さを感じられます。これらは、アマガイ類が多く、タマガイ科の貝に捕食されたものであり、その穴の位置を記録にとっています。集計の結果、Aの部分に共通して穴が開けられていること、ヤドカリは穴の開いていない貝殻を利用していることがわかりましたが、数多くのサンプリングが後ろ盾となり、信頼性も高いものだと思います。

残念ながら、タマガイが実際にアマガイを捕食する場面を観察することはできなかったようですが、今後とも継続して研究を続けるうちに、その場面を見るかもしれません。

また、伊是名の海で見られる貝や海の生き物についても調査をしていますが、生き物の生息場所を地図上にプロットしていくと、その分布の様子から、新たな疑問や仮説が生まれるかも知れません。生き物の見られる場所も、時間や潮の様子によって固定しているのか、移動するのかなど、今後の発展的な研究も期待されます。

伊是名の自然豊かな海を慈しみ、これからも、科学的な目を持ってさらに深く追究していってほしいものです。

【受賞のポイント】

長期的・継続的な研究であり、膨大なサンプルを丁寧に扱う態度に好感を持ちました。多くの事実（データ）を集めて、その結果から結論を導出していることの妥当性、標本の一つ一つにきちんとした観察記録をつけ、伊是名の海の生き物たちへの愛情が感じられることから、沖縄県知事賞にふさわしい作品であると判断しました。

沖縄県知事賞

第36回沖縄青少年科学作品展

沖縄本島西屋部川の水生生物調査Ⅱ

～甲殻類の抱卵期と成長を追う～

名護市立屋部中学校

3年 北村 育海

1. はじめに

僕は川が好きで、幼稚園のころから父に川に連れて行ってもらい、生き物を採集していた。中学1、2年生の時には、屋部川に住んでいる鳥類に興味を持ち2年間調査を行った。小学6年生の夏には、西屋部川の上流、中流、下流での水生生物相の調査をした。その結果、下流ではテナガエビ類やヌマエビ類の種類と個体数が多く確認できた。西屋部川は、あまりきれいな川とは言えないが、その川にたくさんの生き物がいてとても感動した。抱卵メスも確認できたので、産卵期がどのくらい続くのか興味を持った。エビ類が増えるためには、抱卵期を知ることは重要だと感じた。図鑑で調べたところ、春～夏などと掲載されていることが多く、何月～何月までということまでは書かれていなかった。沖縄本島は亜熱帯気候のため河川水温が本州、四国、九州などと比べて高いと思うので、エビ類は年中抱卵しているのではないかと予想した。そこで、実際に毎月調査をして、抱卵期を調べようと思った。また、体長などを測定して、野外で成長が追えるかどうかを調べることにした。

2. 仮説の設定

沖縄本島は亜熱帯気候のため一年を通して河川水温が高いと思われる。次の仮説を設定した。

仮説：西屋部川は年中水温が高いので、エビ類は年中胞卵個体がいる。

3. 調査対象生物

西屋部川の調査対象生物は以下の通りとしました。

- ・甲殻類（ヌマエビ類・テナガエビ類・カニ類）

4. 調査場所

西屋部川下流

西屋部川は長さ5.2kmで、流域面積は8.0km²である。中山から旭川を通り、屋部中学校の北方で東屋部川と合流する河川である。調査場所は下流にあり、左岸はコンクリートで護岸されていて、川底には砂や泥がたまっている。川の両側に雑草が茂っている。大雨が降ると赤土が流れ出し川の水がオレンジ色になる。見た目の水はあまりきれいに見えない。調査に行くたび

に、水量や川の形態（瀬と淵）が変化する。

調査河川図を図1に示した。この図の範囲内に調査地点を設置したが、今回、貴重な種類も確認できたため、細かい場所は示さないこととした。



5. 調査方法

(1) 調査期間

2012年10月～2013年9月に調査を実施した。

(2) 水質調査

パックテストによる水質調査を行った。調査項目は次のとおり。pH, COD, 全硬度, リン酸態リン, アンモニウムイオン, 亜硝酸イオン, 硝酸イオン。その他に、水温計による水温の測定、測定器による溶存酸素(DO)、電気伝導度、濁度の測定を行った。

(3) 生物調査

①甲殻類の採集

柄の長いタモ網で川岸や川底をすくって採集した。特に川底では網を逆さにして置き、流れに沿って川底を足でけり込む「キック・スウェーピング法」を行った。瀬や淵、川岸など多様な環境で採集した。

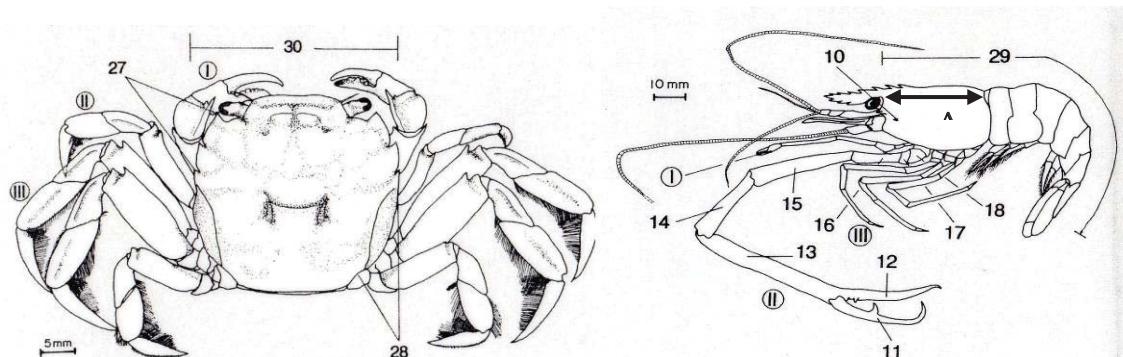
タモ網での採集に加えて、トラップ採集も実施した。カニかごとペットボトルトラップの二種類を使った。カニかごは市販のものを使った。ペットボトルは上部3分の1を切り取り、それを逆にして差し込み、エサの匂いが流れ出るようにキリで穴を開けた。

カニかごとペットボトルトラップを、2つずつ生き物のいそうな草の影等に仕掛けた。トラップは、設置してからなるべく一週間以内に回収するようにした。

②甲殻類の体サイズの測定

採集した甲殻類は、肉眼で種の同定が可能な個体は、現地で測定後に逃がした。種の同定に実体顕微鏡が必要な場合は、採集後に広口ペットボトルに入れて、エタノールで保存し、自宅にて実体顕微鏡で観察・同定後に測定を行った。

体サイズの測定部位は、エビ類では体長と頭長(頭胸甲長)とした。体長は、眼の窪みから中央尾肢末端までとし、頭長(頭胸甲長)は眼の窪みから頭胸甲の末端までとした。カニ類では、甲幅とした。甲幅は最大甲幅を測定した(図2)。



各部の名称。1 頭胸部, 2 腹部, 3 額角, 4 第1触角鞭状部, 5 第1触角柄部, 6 爪
2触角鞭状部, 7 第2触角葉片部, 8 毛束, 9 第1-5腹肢, 10 肝上棘, 11 可動指
(指節), 12 不動指, 13 掌節, 14 腕節, 15 長節, 16 座節, 17 基節, 18 底節,
19 指節, 20 前節, 21 額角棘, 22 眼後棘, 23 頸溝, 24 尾節, 25 尾肢, 26 尾扇,
27 前側縁, 28 後側縁, 29 体長, 30 甲幅, I-VI 第1-6腹節, ①-⑤ 第1-5胸脚。

図2 甲殻類の各部の名称と測定部位

エビ類は体長(29番)と頭長(頭胸甲長)(A番)、カニ類は甲幅(30番)を測定した。

図の出展：鈴木廣志・佐藤正典、1994. かごしま自然ガイド 淡水産のエビとカニ。
西日本新聞社。

6. 調査結果

(1) 降水量

西屋部川が流れている名護市の2012年10月1日～9月30日までの日毎の降水量を図3に示した。データは気象庁のものを利用した。今年は、5月初旬の連休後に梅雨入りし、6月下旬に梅雨明けしたが、その後7月～9月はほとんど降らなかった。

2012年10月17日日は94.5mmという集中豪雨があった。その後は梅雨に入り5月11日に81mm、16日に74mm、23日に50mm、6月10日に57.5mmの降水量があったが、その後、7月23日の44mm、8月13日の24mm、25日の33.5mm以外に多く雨は降っていない。

今年は、2月、3月と7～9月の降水が少ない年だったといえる。

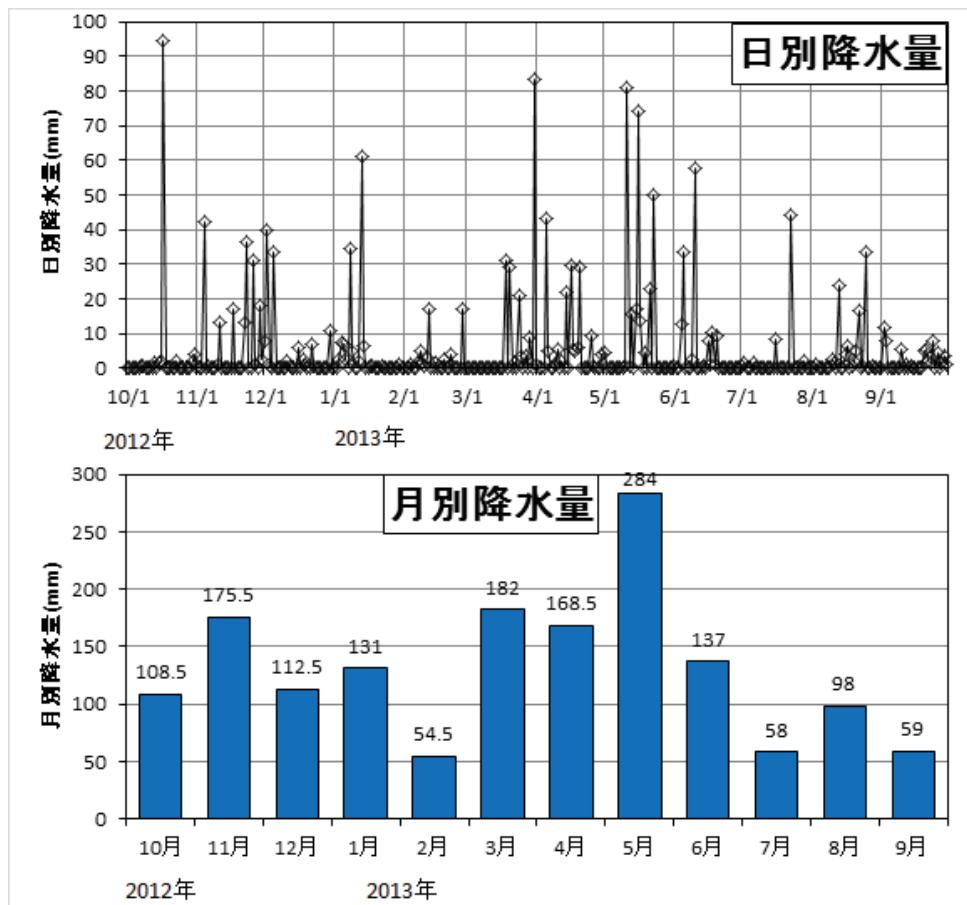


図3 名護市の降水量（2012年10月～2013年9月）

(2) 水質調査

パックテストや測定器による水質調査結果を図4に示した。

①水温

水温は、年間を通して19.5～25.3℃の範囲であった。このうち、20℃未満になったのは、2013年1月12日の19.8℃と2月17日の19.5℃のみであった。

②pH

pHは酸性かアルカリ性かを知るための数値である。6.8～8.5の範囲が、水生生物が生息するのに適しているといわれている数値である。

pHは7.5～7.9の数値を示した。全体的に見て、やや弱アルカリ性である。

③ COD（化学的酸素要求量）

COD（化学的酸素要求量）とは有機物を分解する際に、必要な酸素量を表す。数値が高いと汚れがひどいということが分かる。河川の下流水は2~10mg/Lといわれている。魚の種類によっても異なるが、魚が生息できる河川の水のCOD値は5mg/L以下とされている。一般的に、COD値が20mg/Lを超えると、下水の水と同じであると言われている。

CODは0~13mg/Lの範囲であった。数値が10mg/L以上になったのは、2012年10月、2013年5~7月、9月であった。

④ アンモニウム態窒素

アンモニウム態窒素は、水質汚染の指標である。家畜のし尿や生活排水などに含まれる窒素は分解されるとアンモニウムイオンになる。この値が高いことは、生活排水からの汚染源が近いことを示す。また、工場排水、田畠からの肥料分の流入が考えられる。数値の目安としては、河川下流の水では、0.5~5mg/Lであり、下水や汚水は5mg/L以上となっている。

アンモニウム態窒素は0.2~1mg/Lの範囲であった。

⑤ 亜硝酸態窒素

亜硝酸態窒素の値が高いことは、家畜やし尿や生活排水などが流れ込んでいる可能性がある。数値の目安としては、河川の上流水が0.0018~0.03mg/L、河川の下流水が0.09mg/Lである。

亜硝酸態窒素は0~0.5mg/Lであった。そのうち11月~5月までは0mg/Lであった。

⑥ 硝酸態窒素

家畜のし尿や生活排水などに含まれる窒素は分解されるとアンモニウムイオン、亜硝酸イオン、そして最後に硝酸イオンに変化する。硝酸態窒素の値が高いことは、以前、生活排水などが多かったことを示す。数値の目安としては、0.2~0.4mg/Lが雨水、0.2~1.0mg/Lが河川の上流水、2.0~6mg/Lが河川の下流水、地下水、湧水である。

硝酸態窒素は0~1mg/Lであった。8月10日は0mg/Lであった。

⑦ リン酸態リン

リン酸態リンは、生活排水や化学肥料、農薬など人間の影響で汚れているほど数値が上昇する。数値の目安としては、河川上流域では0.05mg/L以下、下流域では0.1~1.0mg/Lといわれている。

リン酸態リンは0~0.1mg/Lであった。

⑧ 溶存酸素 (DO)

溶存酸素は水に溶けている酸素の量である。きれいな水にはたくさんの酸素が溶け込んでいる。目安としては、溶存酸素が7.5mg/L以上の水には、アユなどのきれいな水にすむ魚が生息できる。2mg/L以下になるとひどい悪臭がでて、魚が棲めなくなります。

溶存酸素は5~9.85mg/Lであった。

⑨ 電気伝導度

電気伝導度はイオンの量を表す数値であり、汚れた水はイオンを多く含むことが多い。目安としては、河川上流が0.05~0.1mS/cm、河川下流が0.2~0.4mS/cm。ただし、海水が流入したり、硬度が高い河川では、電気伝導度は高い数値になりやすいといわれている。電気伝導度は0.442~0.538mS/cmであった。したがって、河川下流の目安値よりも、やや高い数値がでていた。

⑩濁度

濁度は 1.5~16.9 であった。そのうち 10~1 月が 10 未満であった。

⑪全硬度

カルシウム硬度とマグネシウム硬度の合計量を全硬度という。数値の概略の目安は以下のとおり。0mg/L : 蒸留水。10~100mg/L 未満 : 軟水。100mg/L 以上 : 硬水。

全硬度は 50~150 mg/L であった。1 月 12 日のみ、50 mg/L であった。その他は、全て 100mg/L 以上の数値を示した。したがって、西屋部川の河川水は硬水であると考えられる。

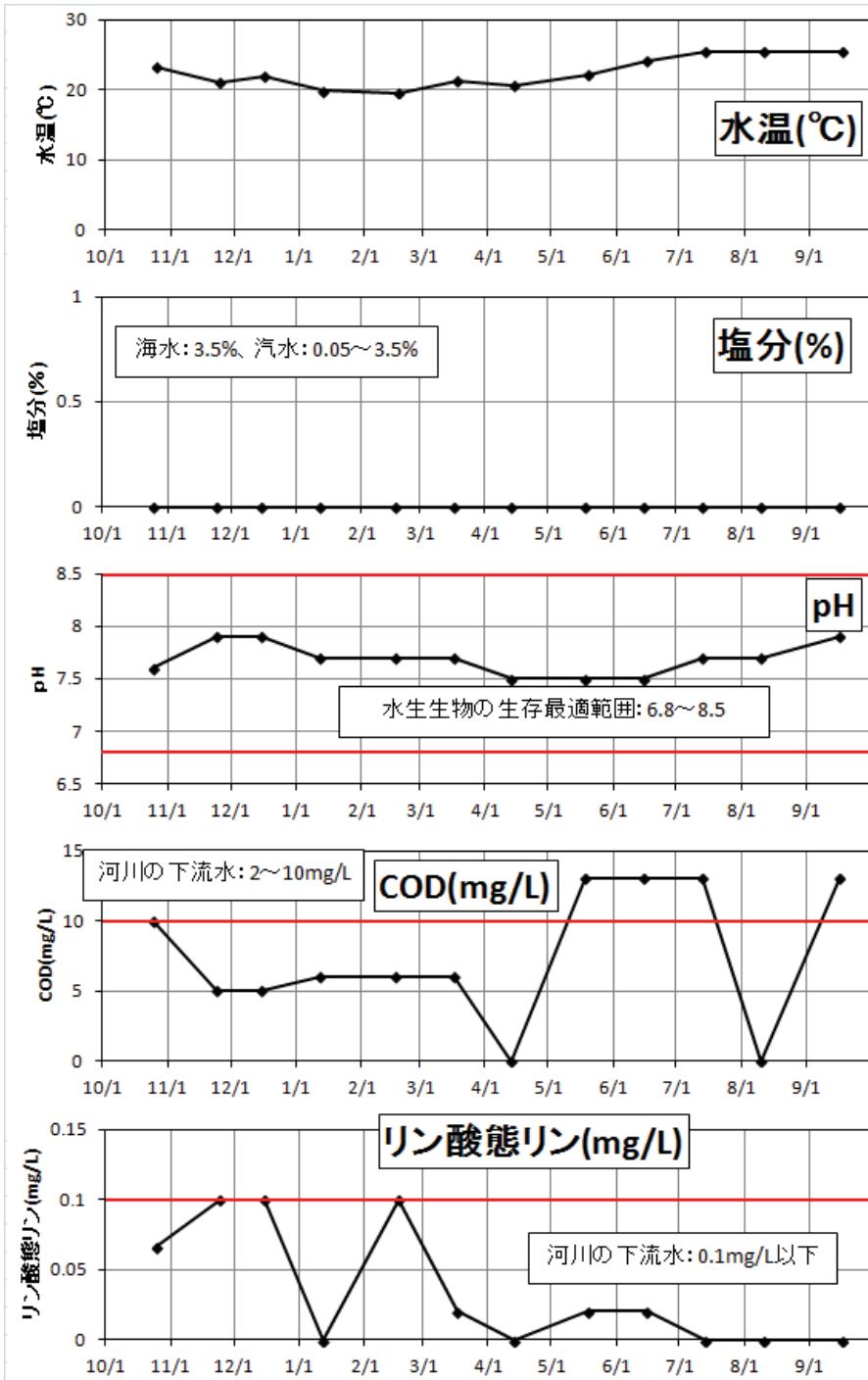


図 4 西屋部川における水質調査結果

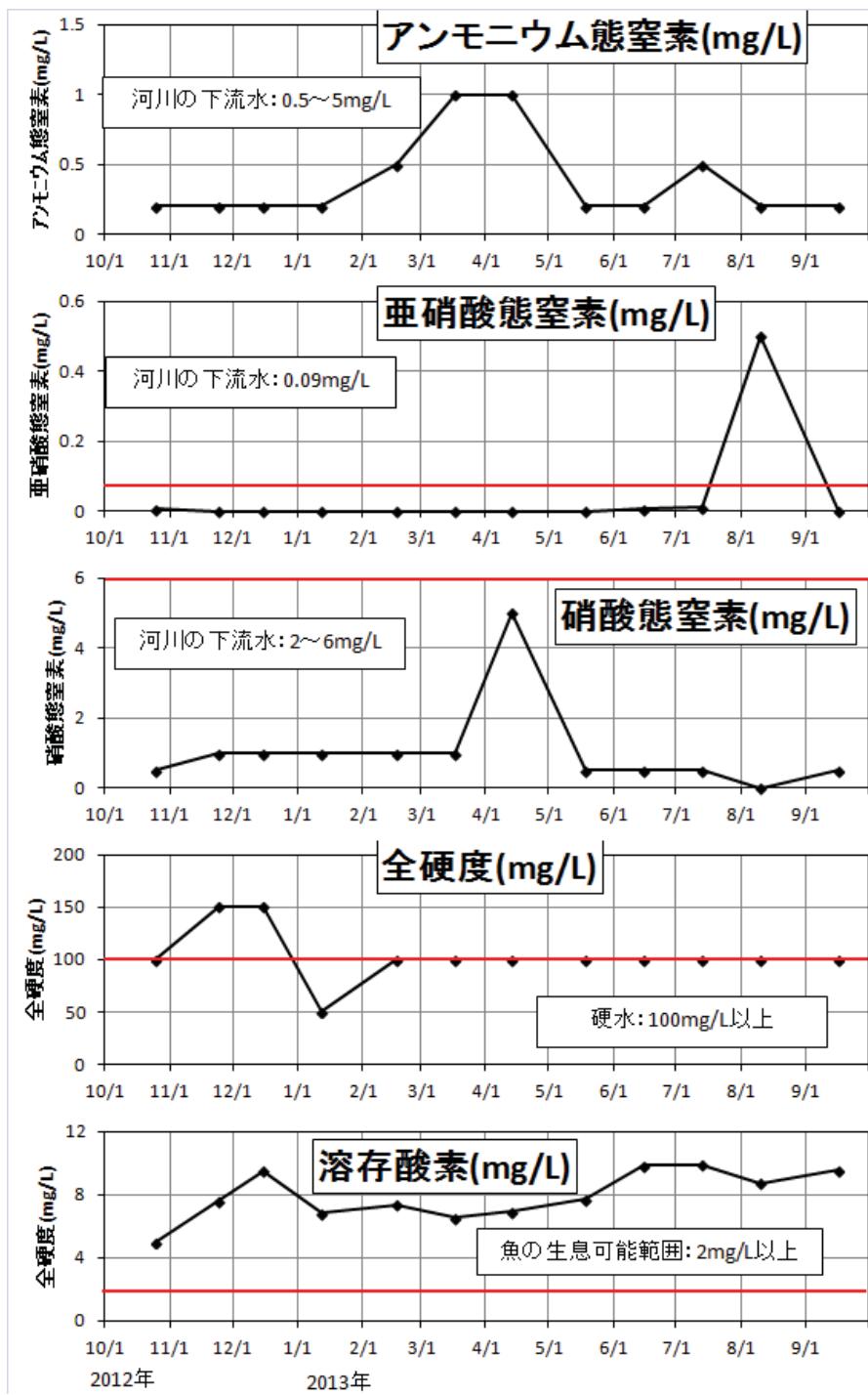


図4 つづき 西屋部川における水質調査結果

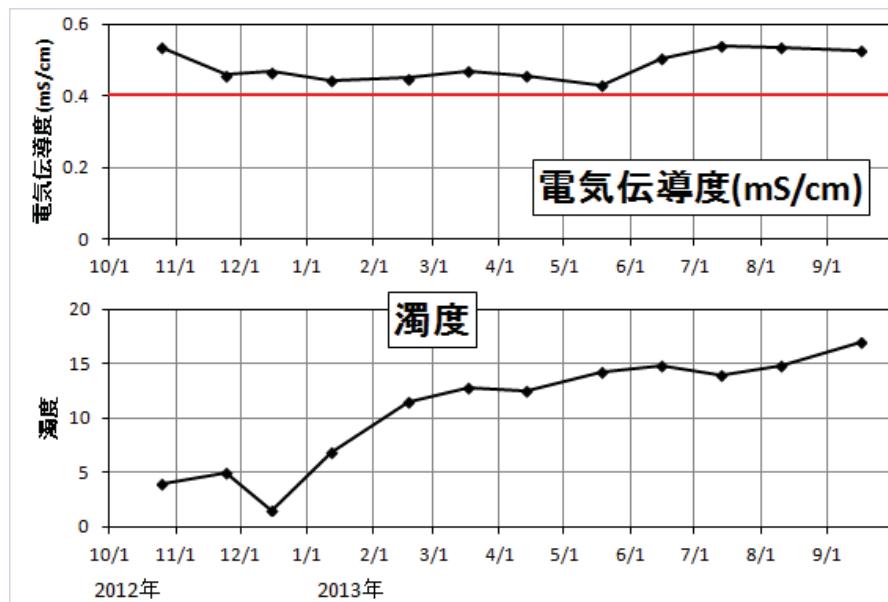


図4 つづき 西屋部川における水質調査結果

(3) 生物調査

①水生生物の確認種

西屋部川における甲殻類の確認種リストを表1に示した。

確認種はヨコエビ目1種、ヌマエビ科7種、テナガエビ科5種、サワガニ科1種、モクズガニ科2種の合計16種確認できた。

②甲殻類の採集個体数

常に個体数が多く確認できたのは、ヌマエビ科ではツノナガヌマエビとミゾレヌマエビであった。テナガエビ科では、ザラテテナガエビとネッタイテナガエビであった。

表1 西屋部川における甲殻類の確認種リスト

科名	種名	H24.10.25	H24.11.24	H24.12.15	H25.1.12	H25.2.17	H25.3.17	H25.4.13	H25.5.18	H25.6.15	H25.7.13	H25.8.10	H25.9.16
1 ヨコエビ目	ヨコエビ目						1						
2 ヌマエビ	オニヌマエビ						2	4					
3	ツノナガヌマエビ	20	23	43	78	84	246	114	121	43	29	86	42
4	ヤマトヌマエビ		2					3			1		
5	ミゾレヌマエビ	87	147	116	70	32	150	30	23	6	2	65	32
6	ヒメヌマエビ					4	21	12	2	1	1		
7	トケナシヌマエビ	9	33	6	16	5	34	25	18	1	1	11	
8	リュウガヌマエビ	1		1	2		1	4			1	6	6
9 テナガエビ	ザラテナガエビ	19	14	10	18	17	23	12	14	21	2	22	18
10	ミナミテナガエビ	17	18	12	10	4	9	1	1	19	9	24	12
11	ヒラテナガエビ	8	5	11	4	3	2	8	11	26	21	31	34
12	コジンテナガエビ	8	6	5	4	9	16	16	12	4	3	4	37
13	ネッタ行ナガエビ	10	15	13	20	23	20	28	18	20	2	31	28
14 サワガニ	サカモサワガニ	11	2	1	5	3	4	7	3	1	2		
15 モクズガニ	モクズガニ	3	4	7	3	5	5	39	12	8	7	23	8
16 オオヒライガニ	オオヒライガニ	8	3	6	1	4		6	5	3	1		5
出現種類数		12	12	12	12	12	14	15	12	12	14	10	10
総個体数		201	272	231	231	193	534	309	240	153	82	303	222

③甲殻類の抱卵メスの出現期と体長と頭長

表2に西屋部川におけるエビ類の抱卵メスの出現期と体長と頭長を示した。図5に西屋部川におけるエビ類の抱卵メスの体長組成を示した。今回の調査では、カニ類の抱卵メスが採集できなかったので、エビ類のみを示した。

ヌマエビ類では抱卵メスの出現期が最も長い種は、ツノナガヌマエビで、(3~12月)であった。次に、ミヅレヌマエビが(3~9月)と長く、ヒメヌマエビ(3~7月)、トゲナシヌマエビ(4~6月)と続いた。なお、オニヌマエビとヤマトヌマエビ、リュウグウヒメエビについては、採集個体数が少なく、抱卵メスが採集できなかった。

テナガエビ類では、抱卵メスの出現期が最も長い種は、ザラテテナガエビで周年確認できた。次に、ネッタイテナガエビが3~11月と長く、ミナミテナガエビ(3~8月)、ヒラテテナガエビ(4~9月)と続いた。コンジンテナガエビは4月、9月、10月のみ抱卵メスが確認できたが、今回の調査ではそれ以外の月では確認できなかった。

抱卵メスの体サイズについて見てみると、ヌマエビ類では体長20~30mmで抱卵メスになる傾向が見られたが、ツノナガヌマエビとヒメヌマエビでは約16mmから抱卵メスになることが確認できた。テナガエビ類では、ザラテテナガエビとミナミテナガエビとヒラテテナガエビでは40~60mm程度で抱卵メスとなる傾向がみられた。コンジンテナガエビは個体数が少なかったが、90~100mm程度で抱卵メスとなり、今回確認できたテナガエビ類では最大であった。ネッタイテナガエビでは、抱卵メスの体長は27~55mmであり、今回確認できたテナガエビ類では最小であった。

表2 西屋部川におけるエビ類の抱卵メスの出現期と体長と頭長

No.	科名	種名	出現期	体長(mm)			頭長(mm)		
				最大値	平均値	最低値	最大値	平均値	最低値
1	ヌマエビ	ツノナガヌマエビ	3~12月	30.77	24.67	16.40	7.05	5.34	3.40
2		ミヅレヌマエビ	3~9月	30.28	24.06	10.14	6.11	5.14	1.93
3		ヒメヌマエビ	3~7月	26.86	21.57	16.14	6.78	4.90	3.65
4		トゲナシヌマエビ	4~6月	26.14	22.67	20.73	6.23	5.66	4.88
5	テナガエビ	ザラテテナガエビ	周年	62.00	46.49	35.00	18.00	13.22	6.00
6		ミナミテナガエビ	3~8月	68.00	56.06	44.00	20.00	17.00	13.00
7		ヒラテナガエビ	4~9月	68.00	52.37	40.00	23.00	16.13	12.00
8		コンジンテナガエビ	4月、10月	100.00	96.25	92.00	30	28.5	28.00
9		ネッタイテナガエビ	3~11月	55.00	39.56	27.00	19.00	12.34	8.00

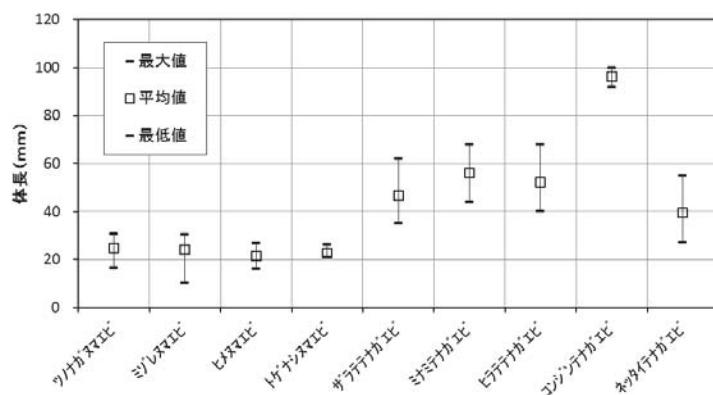


図5 西屋部川におけるエビ類の抱卵メスの体長組成

④甲殻類の月別体長組成

図 6～16 に比較的多く確認できた甲殻類の月別体長組成を示した。

ツノナガヌマエビでは、個体数の最も多い体長組成は 10～11 月では 10～15mm、12～5 月では 15～20mm であったが、3～5 月では 20～25mm の個体数も 2 番目に多くなっていた。6 月では 20～25mm の個体が最も多かったが、25～30mm の個体が 2 番目に多くなっている、その全てが抱卵メスであった。7 月では 20～25mm の個体数と 25～30mm の個体数が同じになり、25～30mm の個体は 6 月と同様に全て抱卵メスであった。8 月には再び 10～15mm の個体数が多くなっていた。抱卵メスは 3～12 月まで確認できた（図 6）。

ミゾレヌマエビでは、個体数の最も多い体長組成は 10～12 月では 10～15mm、1 月では 10～15mm と 15～12mm が同数で最多となり、2 月では再び 10～15mm の個体数が最多となっている。また、2 月からは 25～30mm の個体が確認され、3 月にはさらに大きな 30～35mm の個体が確認されている。抱卵メスは、3 月と 5～6 月と 8～9 月に確認できた。抱卵メスの体サイズは、3 月では 25～30mm と 30～35mm で確認され、5 月には 20～25mm と 25～30mm で確認されている。6 月は 25～30mm で確認され、8 月には 20～25mm で確認されている。抱卵メスの体サイズが 5 月と 8 月で小さくなる傾向が見られた（図 7）。

ヒメヌマエビでは、10～1 月は採集できなかった。2 月では 10～20mm の個体が確認され、3 月では 5～25 の範囲で確認でき、10～15mm が最多であった。4 月では 5～20mm であり、10～15mm が最多であった。抱卵メスは、3～7 月まで確認できた。抱卵メスの体サイズは、3～4 月では 15～20mm であり、5 月では 25～30mm、6 月では 20～25mm、7 月では 25～30mm であった。3～4 月では、5～10mm という小さな体サイズの個体が確認できた。8 月ではヒメヌマエビは採集できなかった（図 8）。

トゲナシヌマエビでは、10～11 月では 5～10mm の個体数が最多となり、12～4 月では 10～15mm が最多であるが、1～3 月にかけて 15～20mm の個体数が増加し、3～6 月にかけて 20～25mm の個体が確認された。7 月ではトゲナシヌマエビは採集できなかった。8 月では 5～10mm、10～15mm の個体が確認できた。抱卵メスは、4～6 月まで確認できた。抱卵メスは 20～30mm の個体が多かったが、5 月では 25～30mm の個体も確認できた（図 9）。

ザラテテナガエビでは、10 月では 20～79mm と広範囲の体サイズが確認されている。10～11 月では 20～29mm の個体数が最多であり、12 月では 40～49mm が最多、1～3 月では再び 20～29mm の個体数が最多となっているが、3 月では 0～9mm、10～11mm の小さな個体が確認されている。4～6 月では 40～49mm が最多、7 月では 30～39mm が最多、8 月では 40～49mm と 50～59mm が最多であるが、60～69mm、70～79mm の個体も確認されている。抱卵メスは 11 月を除く全ての月で確認できた（図 10）。

ミナミテナガエビでは、3～8 月まで抱卵メスが確認できた。10～11 月では 10～19mm の個体数が最多であり、12～1 月では 20～29mm が最多、2 月では 30～39mm が最多となり、3 月では 50～59mm が最多、4～5 月では 40～49mm、6 月では 50～59mm の個体数が最多となるが、60～69mm と 70～79mm の個体数も確認されている。7 月では 10～19mm の個体数が最多であるが、60～69mm を中心としたもう一つの個体数のピークが見られた。8 月では 50～89mm の範囲で同数ずつ確認できた（図 11）。

ヒラテテナガエビでは、10 月では 10～19mm の個体数が最多、11～12 月では 20～29mm が最多、1 月では 40～49mm が最多となっている。2 月では 30～49mm の個体が確認され、3 月では 20～29mm と 40～49mm が確認された。4 月では 20～29mm、40～49mm、60～69mm の個体が確

認され、5月では60~69mmの個体数が最多となり、6月では10~19mm、40~49mmの個体数が最多となり、2つの個体数のピークが見られた。この2つのピークは8月まで確認できた。抱卵メスは、4~9月まで確認できた（図12）。

コンジンテナガエビでは、採集個体数が比較的少なかったが、小さな個体と大きな個体の2つの個体数のピークがほぼ1年間を通して確認できた。抱卵メスは、4月と10月に確認できた（図13）。

ネッタイテナガエビでは、10月では10~20mmの個体と、30~55mmの個体の2つのピークが見られ、11月にもその傾向が続き、12~1月では15~55mmまでの広い範囲で個体が確認できた。2月では25~30mmの個体数が最多となるが、10~15mmの小さな個体も確認できた。3~5月では30~35mmの個体数が最多となり、6月では40~45mmと50~55mmの個体数が最多となった。7月では30~35mmと40~45mmの個体数が最多となり、2つの個体数のピークが見られたが、体サイズの出現範囲は広く、10~50mmまで確認されている。8月では15~20mmの個体数と、35~40mmの個体数が最大となり、2つの個体数のピークが見られた。抱卵メスは、3~11月まで確認できた（図14）。

サカモトサワガニでは、採集個体数が比較的少なかったが、10月では10~15mmの個体数が最多となり、11月では5~10mmと35~40mmの個体が確認され、12月では5~10mmが確認された。1~3月では10~20mmの個体が確認でき、4月では10~15mmの個体数が最多となるが、5~10mmの個体も確認できた。5月では5~10mmと15~20mmが確認でき、6月では20~25mmが確認でき、7月では15~25mmが確認できた。8月ではサカモトサワガニは採集できなかつた。抱卵メスは年間を通して採集できなかつた（図15）。

モクズガニでは、年間を通して比較的小さな個体が多数確認できたが、大きな個体は11月と5月に60~65mmの個体が確認できた。甲幅が15mm未満の個体は3月を除く全ての月で確認できた。特に、4~7月では、5~10mmの個体数が最多となり、8月では10~15mmの個体数が最多となった。抱卵メスは年間を通して確認できなかつた（図16）。

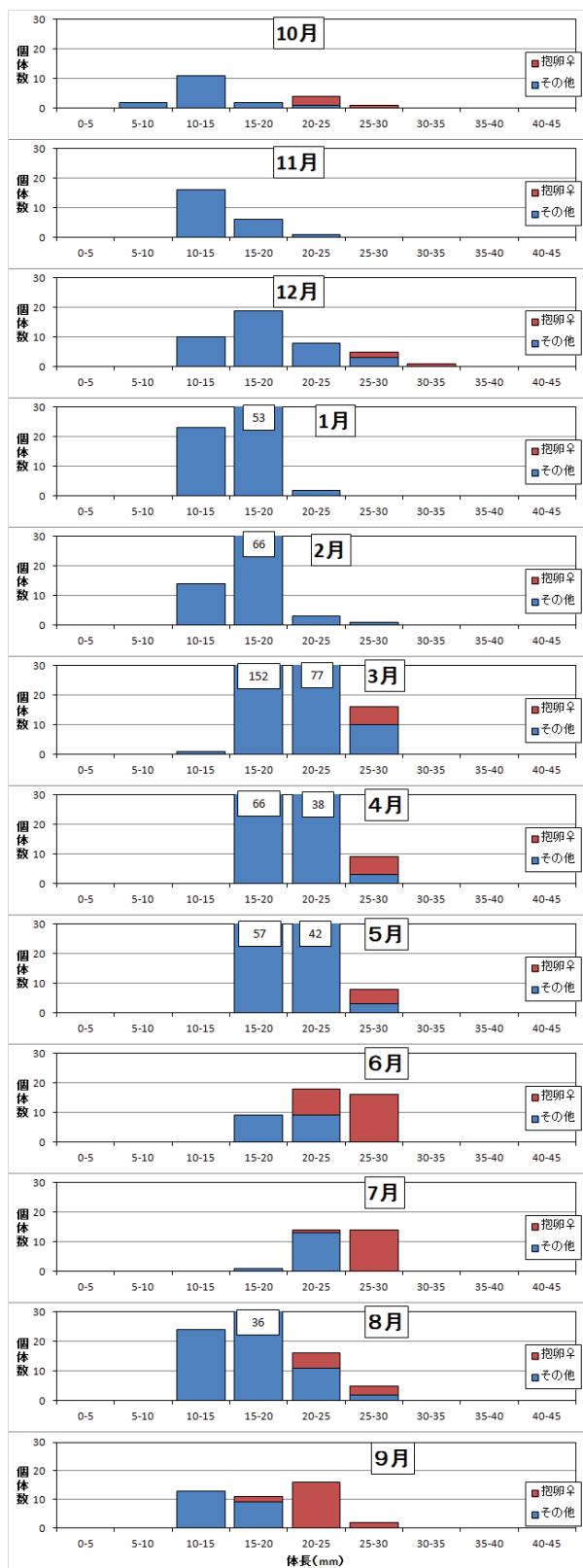


図6 ツノナガヌマエビの月別体長組成

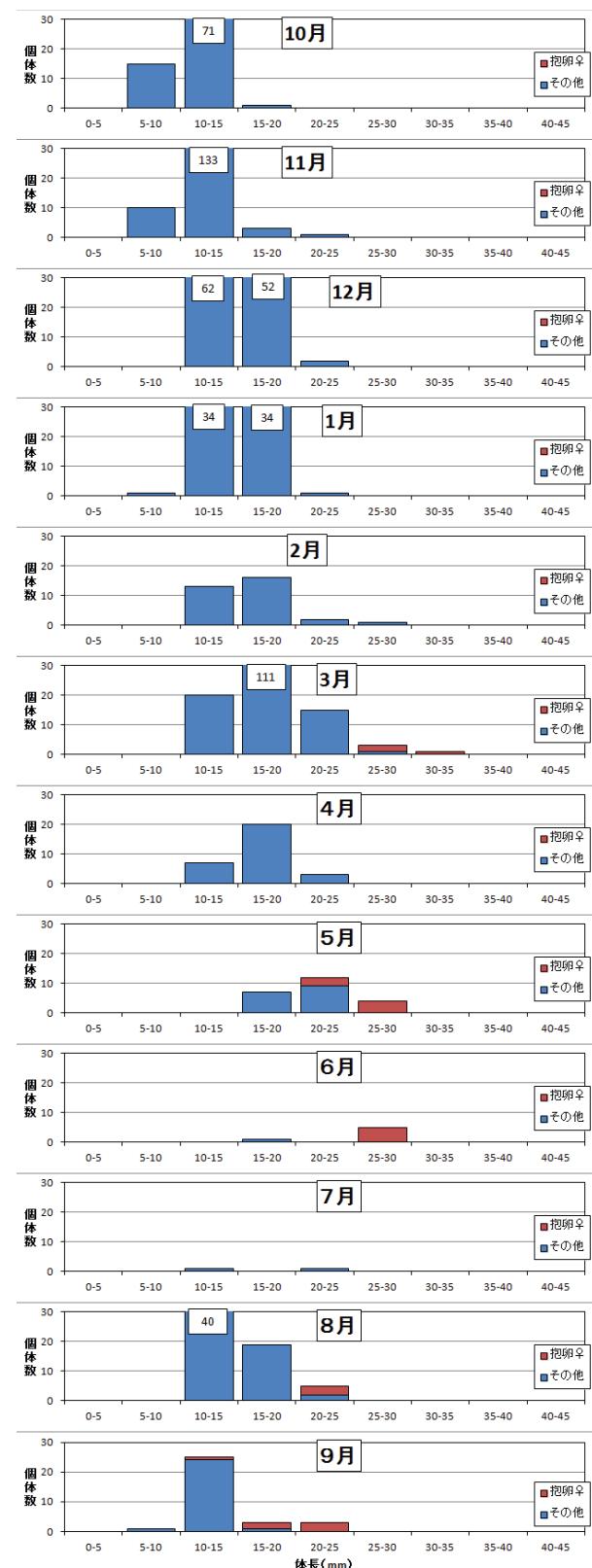


図7 ミヅレヌマエビの月別体長組成

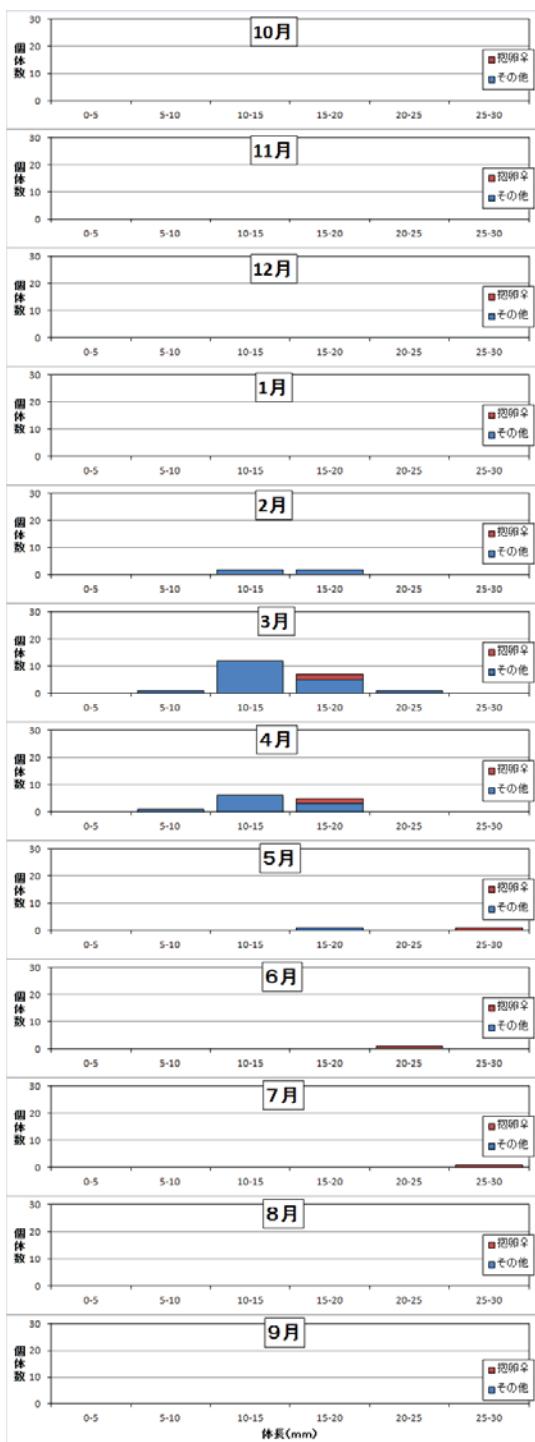


図 8 ヒメヌマエビの月別体長組成

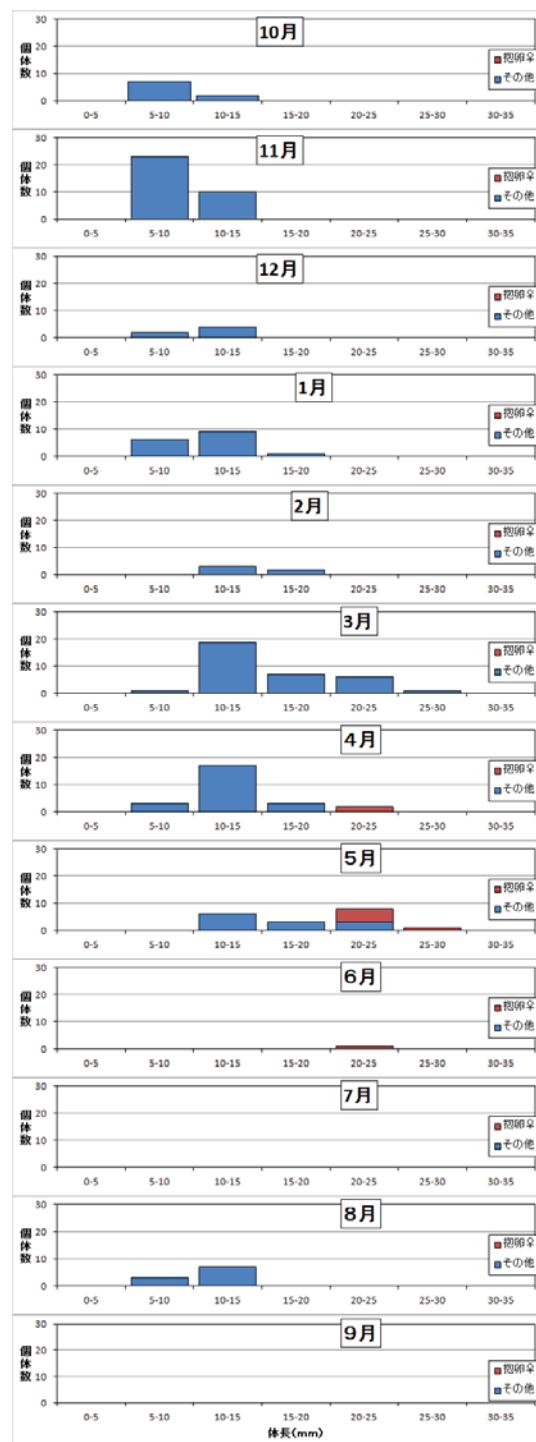


図 9 トゲナシヌマエビの月別体長組成

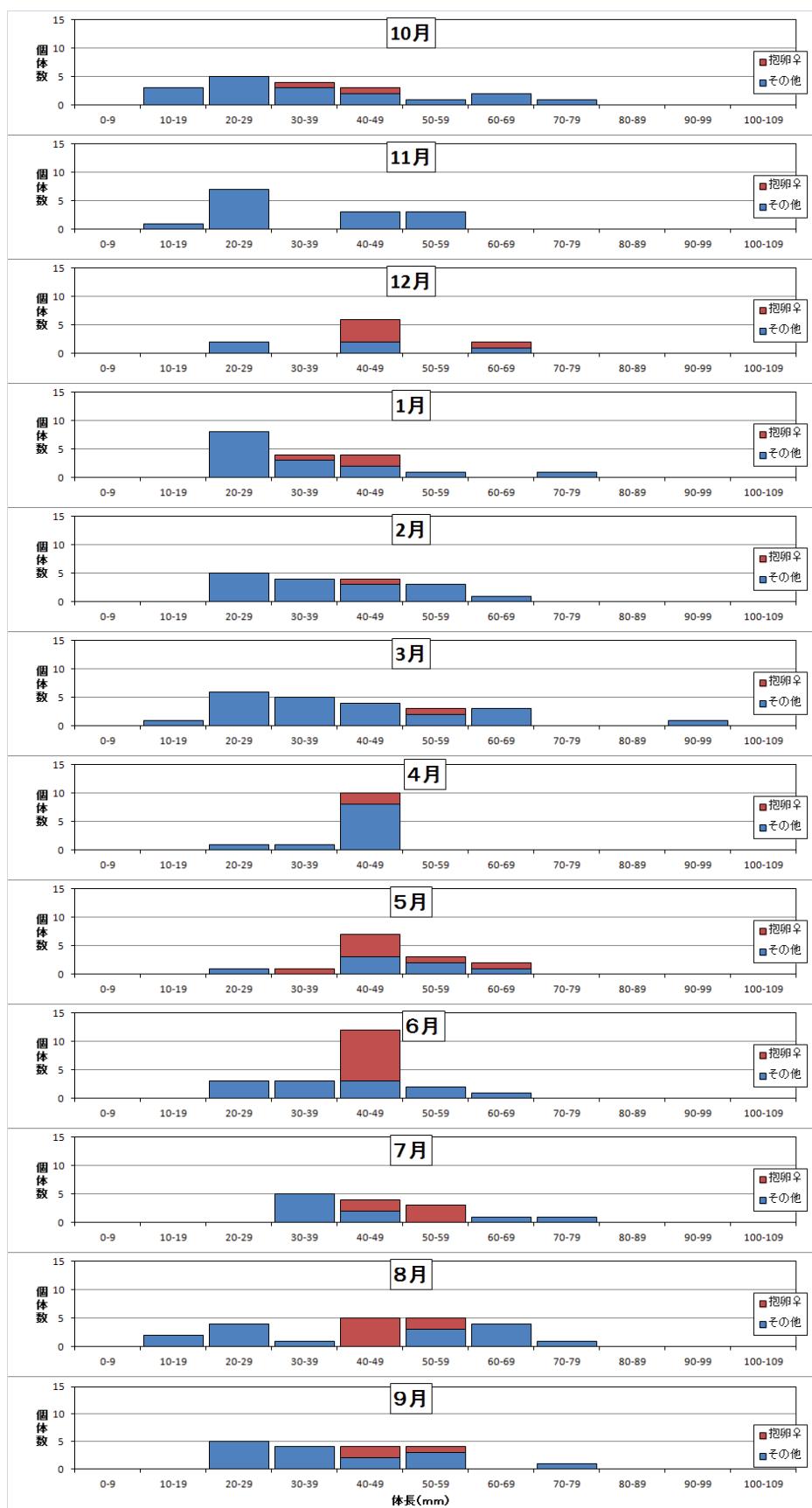


図10 ザラテテナガエビの月別体長組成

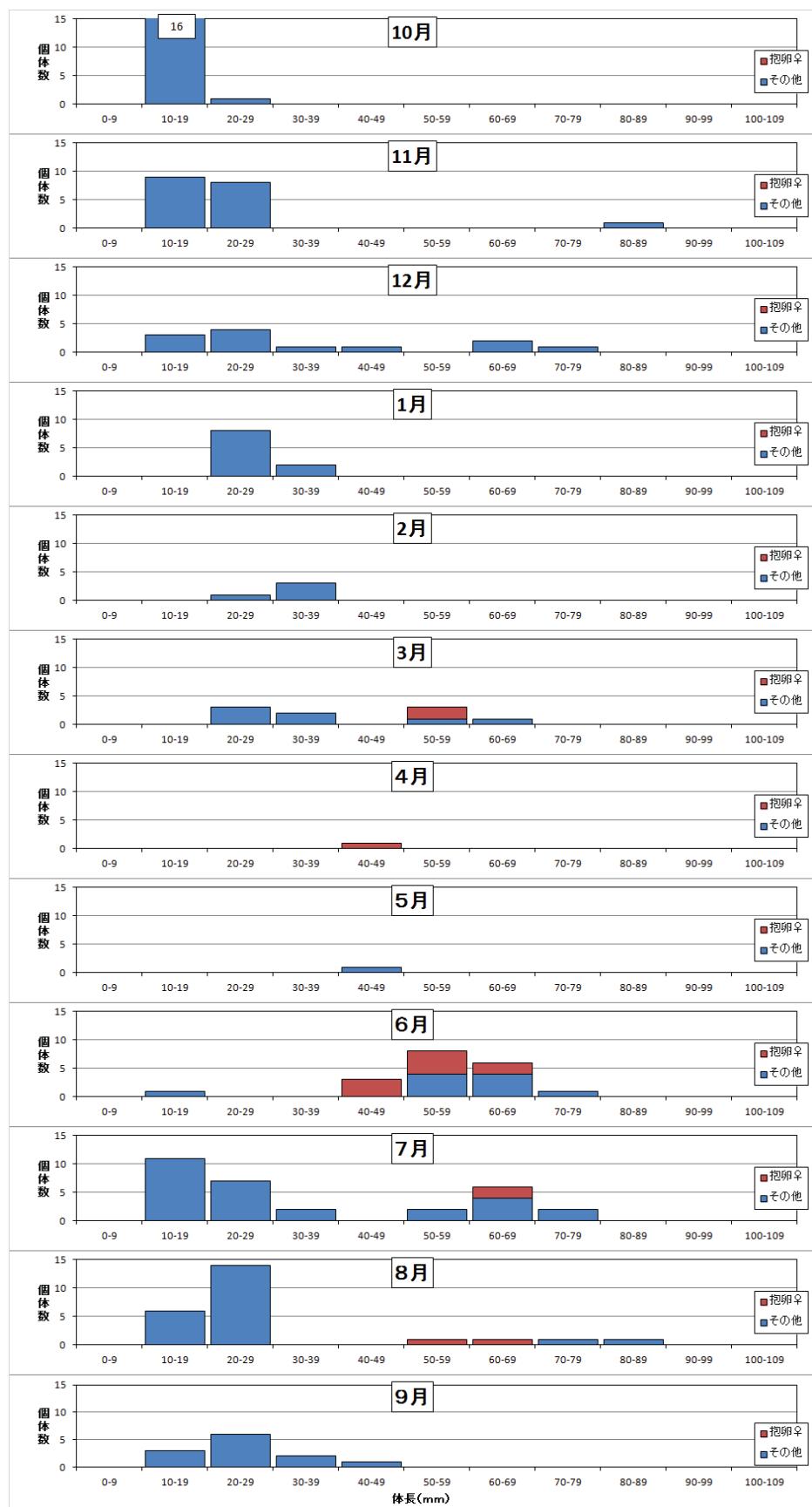


図 11 ミナミテナガエビの月別体長組成

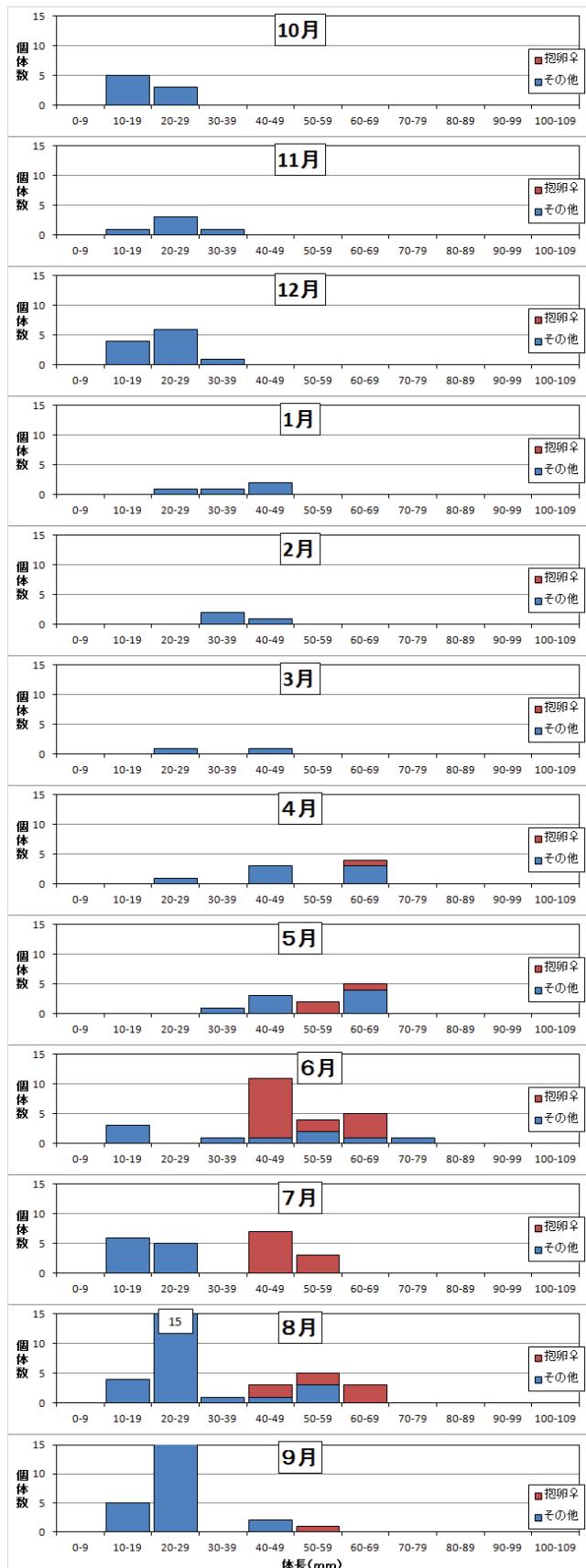


図 1-2 ヒラテテナガエビの月別体長組成

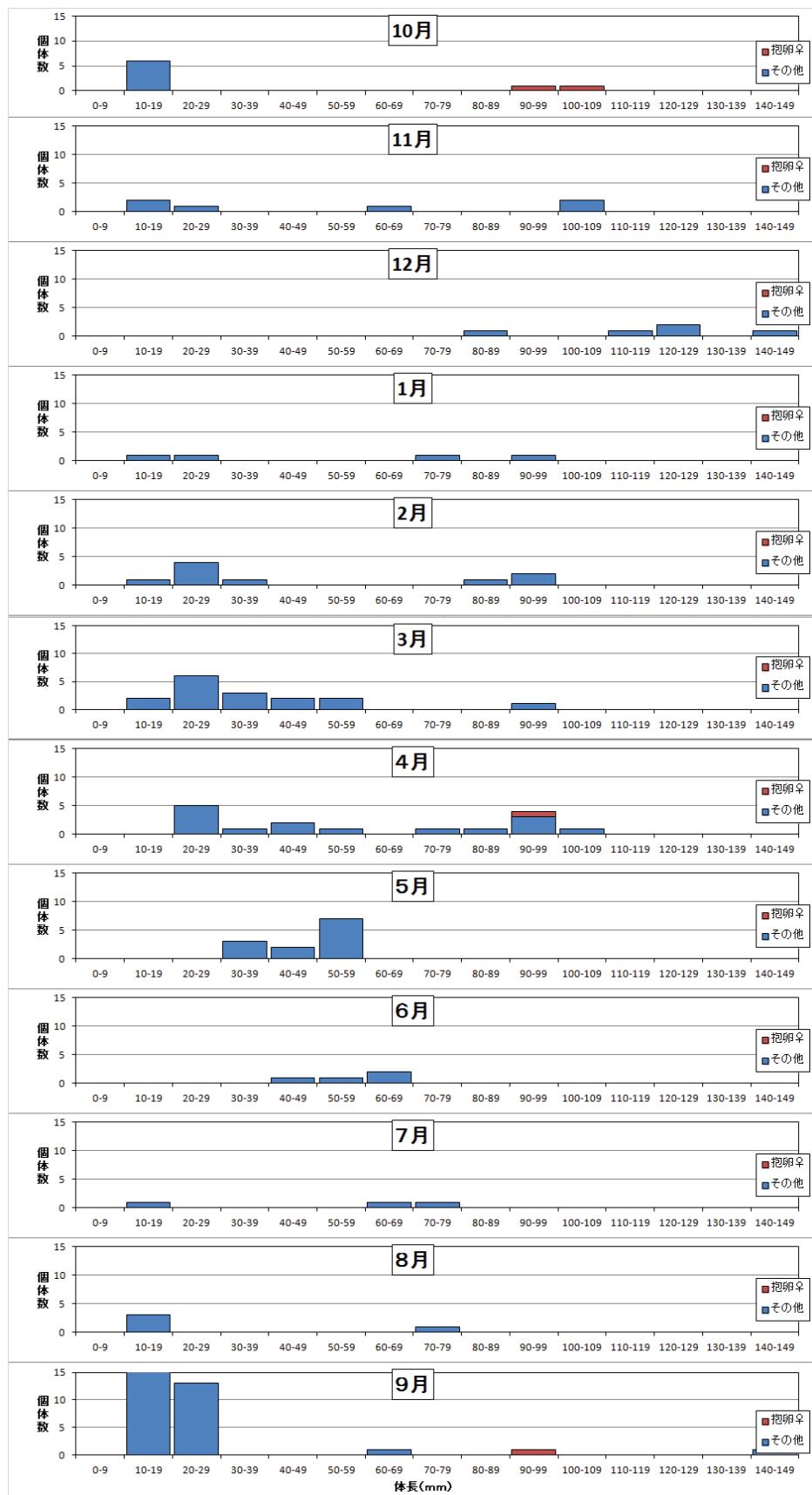


図 13 コンジンテナガエビの月別体長組成図

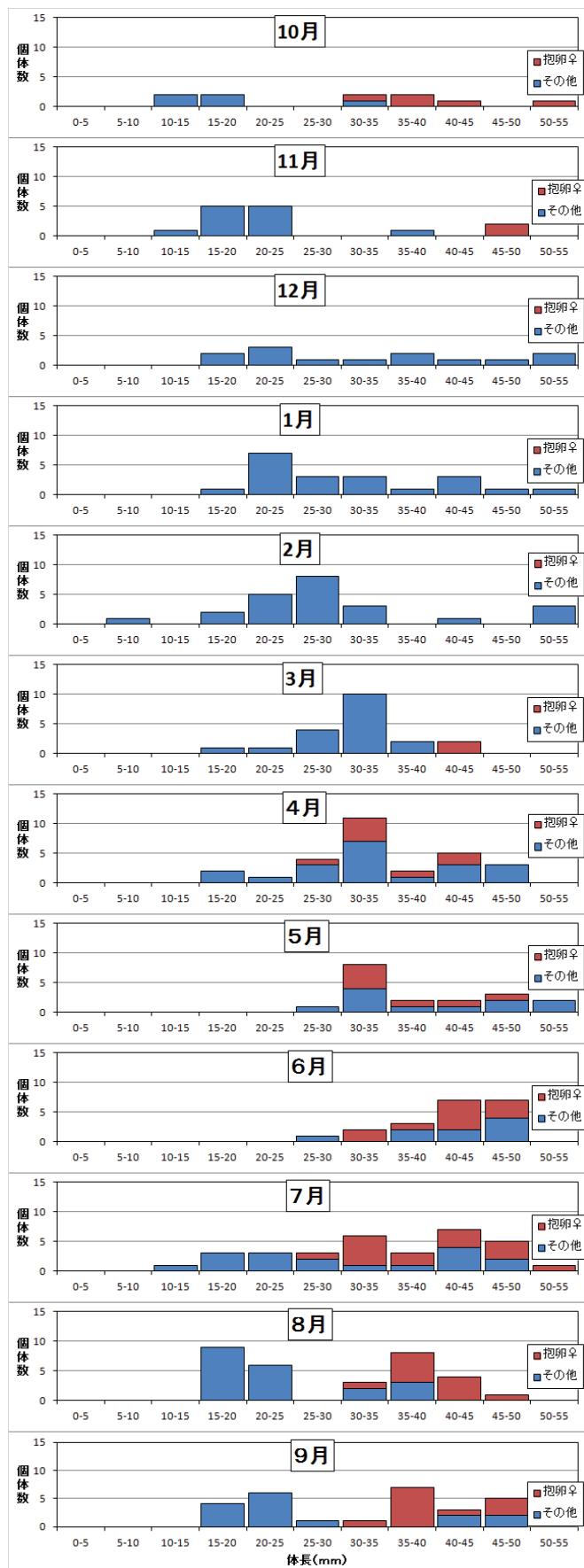


図14 ネッタイテナガエビの月別体長組成図

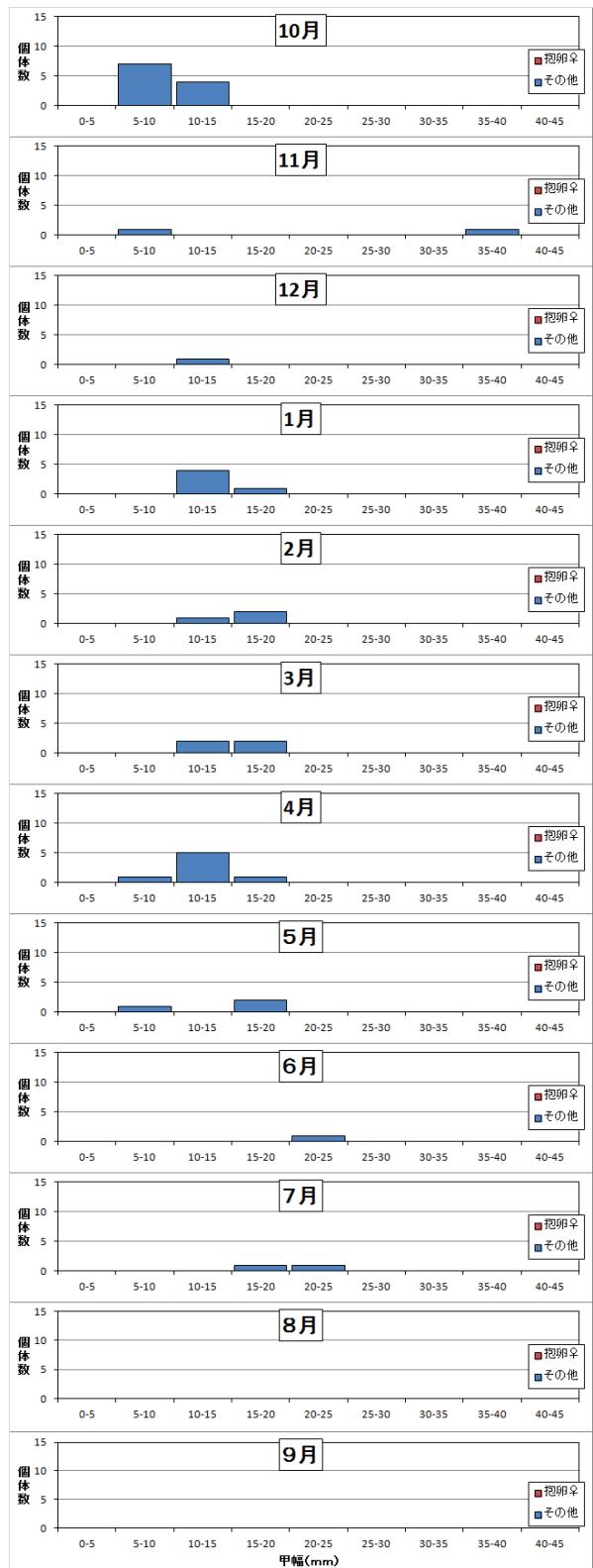


図 15 サカモトサワガニの月別甲幅組成図

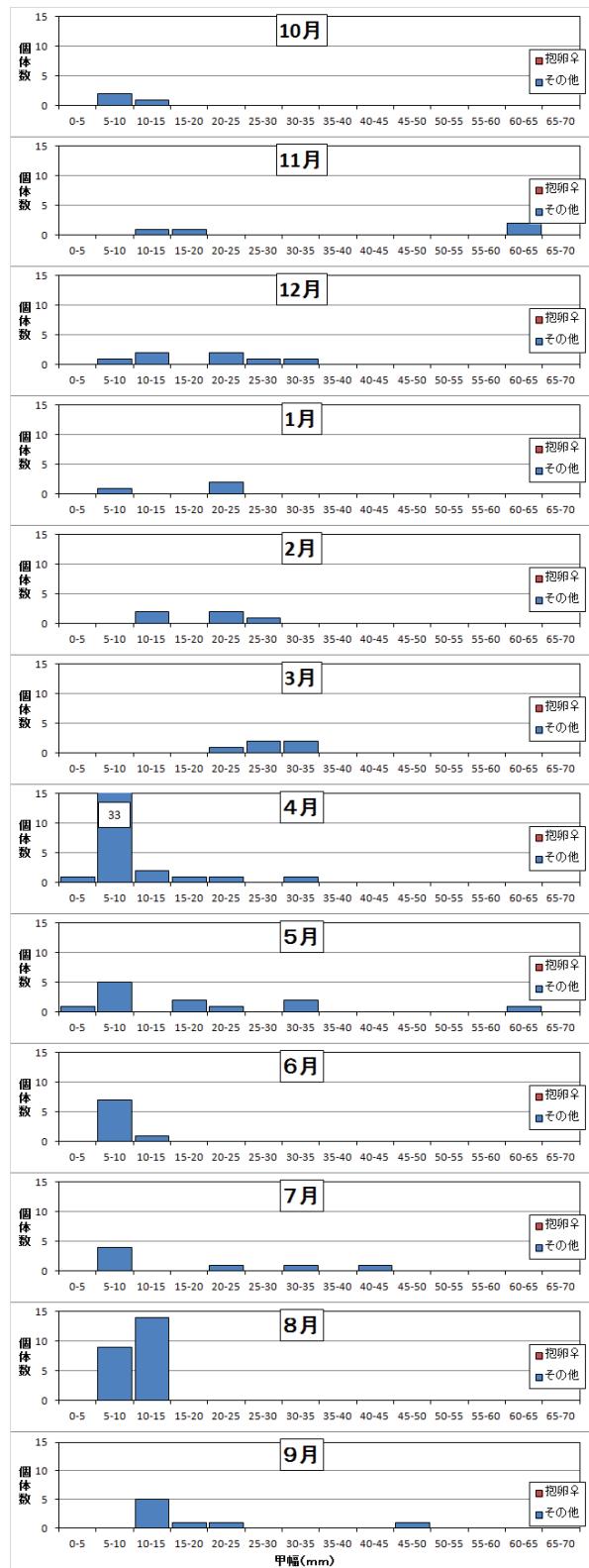


図 16 モクズガニの月別甲幅組成図

7. 考察

①降水量

名護市の降水量のデータから、今年はとても雨が長く降り続いていることが分かります。7月～8月の期間は常に降雨がある状態でした。調査期間中において、1週間以上雨が全く降らなかったのは、7月10～17日までの8日間のみでした。

②水質調査

水質調査の結果から、各水質項目は比較的安定しており、きれいな水の状態でした。しかし、大雨が降った7月19日の水質調査では、本川上流の大家傍と本川下流の勝見橋では水がオレンジ色に濁って、濁度がとても高くなり、透視度がとても低くなりました。それに対して、二又橋では濁度が少し高くなり、透視度が少し低くなりました。したがって、大雨が降って赤土が流入するのは本川の上流からであり、支流の二又橋上流からは赤土が流入しないことが分かりました。このことは、本川上流の大家傍周辺にはミカン畑などの耕作地が多く、赤土が流出しやすい状態にあると考えられます。

③生物調査

生物調査の結果から、本川下流の勝見橋と本川上流の大家傍はコガタシマトビケラ属の1種が優占種であることが分かりました。それに対して、支川の二又橋の上流ではタニガワカゲロウ属の1種が優占種であることが分かりました。このことから、本川では河床がやや安定しており、支川では河床が不安定である可能性が考えられます。生物学的水質階級の判定では、3地点とも水質階級はきれいな水を示す「I」と判定され、実際に測定した水質調査の結果とほぼ一致していました。

④仮説の検証

水質調査結果から、上流から下流まで支流を含めて、水質はあまり汚染されていませんでした。しかし、雨が降ると本川は水が濁って水質が悪化することが分かりました。仮説のように上流がきれいな水で下流が汚い水という結果は得られませんでした。

生物調査結果から、上流の方が下流よりも生物の種類数と個体数が多いという結果は得られませんでした。下流には上流よりも水生昆虫の種類はやや少ないですが、その代りに甲殻類や魚類が多いことが分かりました。甲殻類や魚類の中には、一生の間に海と川を行き来する生物多いため、このような生物が下流で多く見られたと考えられます。

8. 今後の課題

今回は一地点だけで調査を行ったので、中、上流域に住む生物の抱卵期を追えませんでした。次は中、上流域まで調査して今回の調査で成長期、抱卵期を追えなかった生物について明らかにしていきたいです。

9. 感想

僕は、屋部川について小学校6年生の時に水生生物、中学1、2年の時に鳥を調べてきた。水生生物については、調べていた地点でまだ調べ足りない部分があったので、中学3年生になってもう一度調べなおしてみようと思った。そうすると、小学生の時には分からなかったことを新たに知ることができて、屋部川の興味と不思議がさらに深まりました。調査

では、寒い日に水の中に入ったり、また夏の暑い日の調査など、体力的に大変な日もあった。時々、弟がついてきて一緒に採集をした日は、癒された。しかし、小さなヌマエビを取りすぎてしまうので、その時の同定には時間がかかった。他にも設置したトラップが大雨によって流されてしまうなど大変なことも多かった。他にも入力作業では調査票を見ながら間違えないように少しづつ入力して、そのあと見直しをしたり、集計したりそれのまた見直しなどとても大変だった。

今回の調査では、貴重な生物が確認できた。その希少種保護のために、この環境を維持するために、川にごみを捨てたり、むやみに生き物を持ち帰ったりしてほしくない。

10. 謝辞

今回の研究をするにあたって、両親には毎回調査に同行してもらって、調査の手伝いをしていただいた。

今年も琉球新報社主催の「新報サイエンスクラブ」からは助成金をいただいた。

ご協力いただいた関係者の方々に、深く感謝する。

11. 参考文献（著者名 50 音順）

- 岡内完治、2002. 新版 だれでもできるパックテストで環境しらべ. 合同出版.
- 沖縄生物教育研究会、2004. フィールドガイド 沖縄の生きものたち. 新星出版.
- 河合唯史・中田和義、2011. エビ・カニ・ザリガニ 淡水甲殻類の保全と生物学. 生物研究社.
- 幸地良仁、1992. おきなわの川. むぎ社.
- 幸地良仁、1999. 名護市天然記念物調査報告・4 名護市の淡水魚. むぎ社.
- 鈴木廣志・佐藤正典、1994. かごしま自然ガイド 淡水産のエビとカニ. 西日本新聞社.
- 武田正倫、1995. エビ・カニの繁殖戦略. 平凡社.
- 西島信昇、2003. 琉球列島の陸水生物. 東海大学出版会.
- 山崎浩二、2008. 淡水産エビ・カニ ハンドブック. 文一総合出版.

講評

丁寧な観察・調査、そして様々な外的要因(環境要因)のデータ収集、レポートの論理的展開など、高いレベルを満たしたレポート(研究)です。研究テーマに対し、的確にアプローチがなされており、場当たり的ではなく、研究計画をしっかりと練り、取組んだ様子が伝わる作品です。またレポートやパネルのまとめ方や伝え方など、スムーズに理解できるような配慮がなされており、多くの皆さん的手本となります。

水温と抱卵期との関係については、研究を継続しているとある程度予測できると思いますが、客観的な数値データを基に論じ結論づける手法が、科学的視点と手法として優れています。ただ、外的要因と抱卵期との関係性についての研究も取り組むことができれば、水質調査のデータが生かされてくると思います。

各種エビの成長については、継続した観察期間が必要になります。自然界では、他の生き物に補食されることも考えられることから、個体レベルでの成長を継続的に観察することは難しい作業になります。今後、寿命については、飼育し、自分で確認することも必要になってきます。そしてエビの種類によっては、出現する時期の違いからエビどうしの関係(競争など)などについても、観察してみてはいかがでしょうか。

今後の課題に示したように、今後調査範囲を広げて研究を継続するようですが、その際生息地の環境の違いから生じる変容が考えられます。これまで以上に各種エビの生態的、形態的な側面についての研究もおこなうことで新たなことが発見できる可能性があります。いろいろ考え方を巡らせると分からぬことや興味を惹く事柄が浮かんでくると思いますが、広い視野で物事をとらえつつ、自分の伝えたいことを明確に焦点化した研究をおこなってください。期待しています。今後の課題には示されていませんでしたが、巣の張り方について個体差(サイズや性別など)との関係が無いか、種ごとに違いは無いか、など気になりました。

沖縄県知事賞

第36回沖縄青少年科学作品展

琉球伝統菓子の復元と普及を目指して

沖縄県立北部農林高等学校

2年 仲宗根 夏希 2年 重 佳菜 2年 比嘉 梢 2年 宮城 貴織
1年 渡嘉敷 有太 1年 比嘉 敬人 1年 比嘉 駿一 1年 比嘉 優一

I テーマ設定の理由

私たちが住む沖縄県は、廃藩置県が起きる1871年までの約450年間、琉球王朝として栄えてきました。その頃は、薩摩と中国の日中両属関係にあり、その生活文化は特異なもので、特に食文化では両国の材料や技法を融合させた琉球独自の食文化を築き上げてきました。

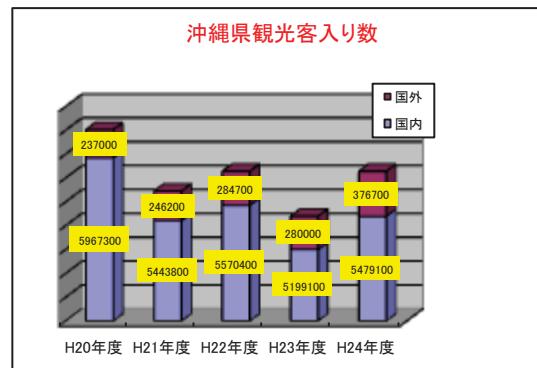
昨年、本県に訪れた観光客は約592万人（沖縄県観光政策調査）。

訪れた観光客が帰省する際、多くの特産品を買い求めていきます。

土産品の中でも琉球伝統菓子「ちんすこう」は、沖縄を代表するお土産の1つです。

ちんすこうが現在の様な焼き菓子になったのは明治41年頃になります。

私たちは、その明治時代に使われていた材料を使い、当時の味を復元し、後世に伝えていきたいと考えテーマを設定しました。



II 実施計画

- 1 平成24年 (1) ちんすこうの歴史と原材料調査
(2) アグーについての調査
(3) アグー脂肪の確保とラード精製
- 2 平成25年 (1) ちんすこうの市場調査及び工場見学
(2) ちんすこうレシピの検討
- 3 平成26年 (1) 成分分析
(2) 販売に向けた企業との連携

III 実施内容

1 ちんすこうの歴史と原材料調査

(1) ちんすこうの歴史について

ちんすこうは琉球王朝時代、王府に仕え、最後の包丁人といわれる「新垣淑規」によって考案されました。

その頃は、蒸した小麦粉に砂糖とラードを混ぜ、そのまま食べていました。

淑規の3代目にあたり、沖縄初の菓子司、「新垣淑康」は、明治41年、沖縄で初めての菓子店を開業した際、その頃流行っていたレンガ窯で焼いて作ったのが今のスタイルです。

更に、淑康の三男、淑扶によって、当時、丸くて大きかった菊型の形を、米軍基地で使用されていたクッキー型を使い、細長く食べやすい形にしました。

そのちんすこうが、今も受け継がれ、沖縄を代表する土産品の一つとなっています。

(2) 原材料について

王朝時代の料理やお菓子の資料は、戦争によって殆ど焼失されており、調査は難航を極めました。

そこで、琉球菓子に詳しい沖縄調理師専門学校校長の安次富先生から原料について学んだり、県立図書館で調査を行いました。

ちんすこうに使われる原料は、小麦粉、砂糖、ラードで、「与那城御殿御菓子并万例帳」(1879年発行)によると、その当時には、きんそ糕(ちんすこう)の材料として「白糖」「麦之粉」は、既に存在していることが明記されていました。

ラードについては、「ぶた油」としか書かれていなく、県内で飼育されていた豚の脂を使っていたことが推察されます。

「那覇市史」によると、「昔は都市・農村を問わず、どの家庭にも豚舎があり、数頭の豚を飼育していた」と掲載されていることから、県内で飼育されていた豚の脂を用いて作っていたと断定しました。

更に、その豚の特徴として次の表のように書かれていました。

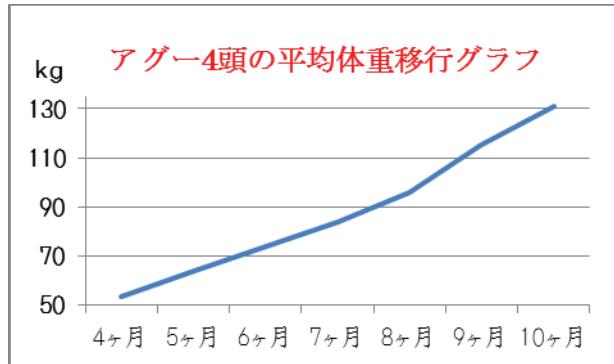
明治時代の豚の特徴

品種は島豚といって、黒色で背が湾曲し、腹部が垂れ下がった頗る晩熟性の豚だが、優れた肉質、仔育てがよく、粗食に耐える特質を持っていた。

現在の豚は、生後6ヶ月で約90kgにもなるが、島豚は1ヶ年以上飼育してやっと60kg程度に成長する。

その特徴と全く同じ豚が、本校で飼育されている「アグー」であることを確信しました。

以上の結果から、ちんすこうの復元には、小麦粉、上白糖、アグーのラードを使用することにしました。



2 アグーについての調査

アグーは、世界の三大ブランド豚に挙げられている豚です。

戦後は、大型で発育が早く、産子数の多い西洋品種が導入されたため、小型で発育が遅く、産子数の少ないアグーは一時期、絶滅に瀕していました。

1981年、名護博物館がアグーの全県的な調査を実施した結果、約30頭が確認されました。

そのうち18頭が本校に集められ、1984年より雑種化を取り除くための戻し交配が行われました。

1993年、遂に戦前に近い形質を備えたアグーを復元する事に成功しました。

更に、本校ではアグーと西洋種を掛け合わせたチャーガー(この豚も品種はアグー)の開発にも成功しました。

世界の三大豚は何と何と何？

- ①スペインのイベリコ豚
- ②中国の金華豚
- ③そして沖縄県のアグー豚

3 アグー脂肪の確保とラード精製

(1) アグー脂肪の確保

アグーの脂は、一般豚に比べ不飽和脂肪酸が多いことで知られています。

背脂にあたるA脂肪やそれ以外のB脂肪は貴重で、高値で売買されています。

そこで、本校のアグーやチャーゲーを解体している石川さんに相談したところ、腹脂肪といわれる部位については廃棄しており、それであれば、提供できるとのことで、その腹脂肪を地道に集めることにしました。



解体をしている石川さん

A脂肪は県内では600円、本土では1200円で売買されていると話していました。

(2) ラードの脂肪酸測定

脂は、飽和脂肪酸が多いほど融点が高く、食感も悪く、体にも良いものとはされていません。

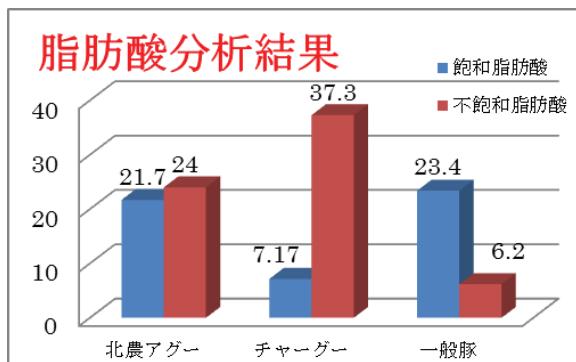
一方、不飽和脂肪酸は、構成する分子の構造に二重結合を持ち、融点が低いことから、口溶けが良く、風味も良く、甘みを感じるとされています。

そこで、一般豚、北農アグー、チャーゲーの脂肪酸を分析し、脂肪酸についてどのくらいの割合で含まれているのかを比較しました。

実験は、沖縄県総合教育センターにてガスクロマトグラフィーを用いて実験しました。

その結果、一般豚の飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸の比率は約79:21で、飽和脂肪酸がかなり多いことが分かりました。

逆に、チャーゲーの飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸比率は16:84と、不飽和脂肪酸が多く、とても良い脂であることが分かりました。



(3) ラードの精製

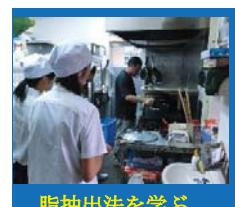
アグー専門店「長堂屋」では、調理で残った脂を使って、ちんすこうを作つており、早速ラードの作り方について習う事にしました。

長堂屋では、脂の塊を細かくカットし、それを直火で抽出、ラードにしていました。

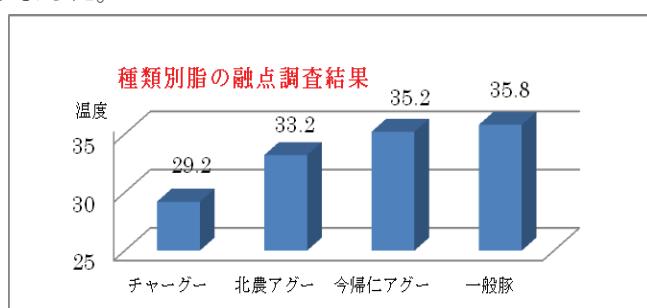
私たちも同じ操作を行い、精製ラードを作りました。

その精製ラードの歩留まりは約79.4%で、不純物もかなり含まれている事が分かりました。

また、一般豚とアグー脂の融点について調べた結果、チャーゲーが最も低く、不飽和脂肪酸が豊富に含まれていることが裏付けられました。



脂抽出法を学ぶ



4 ちんすこうの市場調査及び工場見学

私たちの目的は、元々のちんすこうの復元にあるため、プレーンのちんすこうがどれくらいあり、どの様な特徴があるか調査しました。

その結果、同じ原料を使っていても製造している会社によって味や食感が全く異なることが分かりました。

更に、ちんすこうが出来るまでを調べるため工場見学をしました。

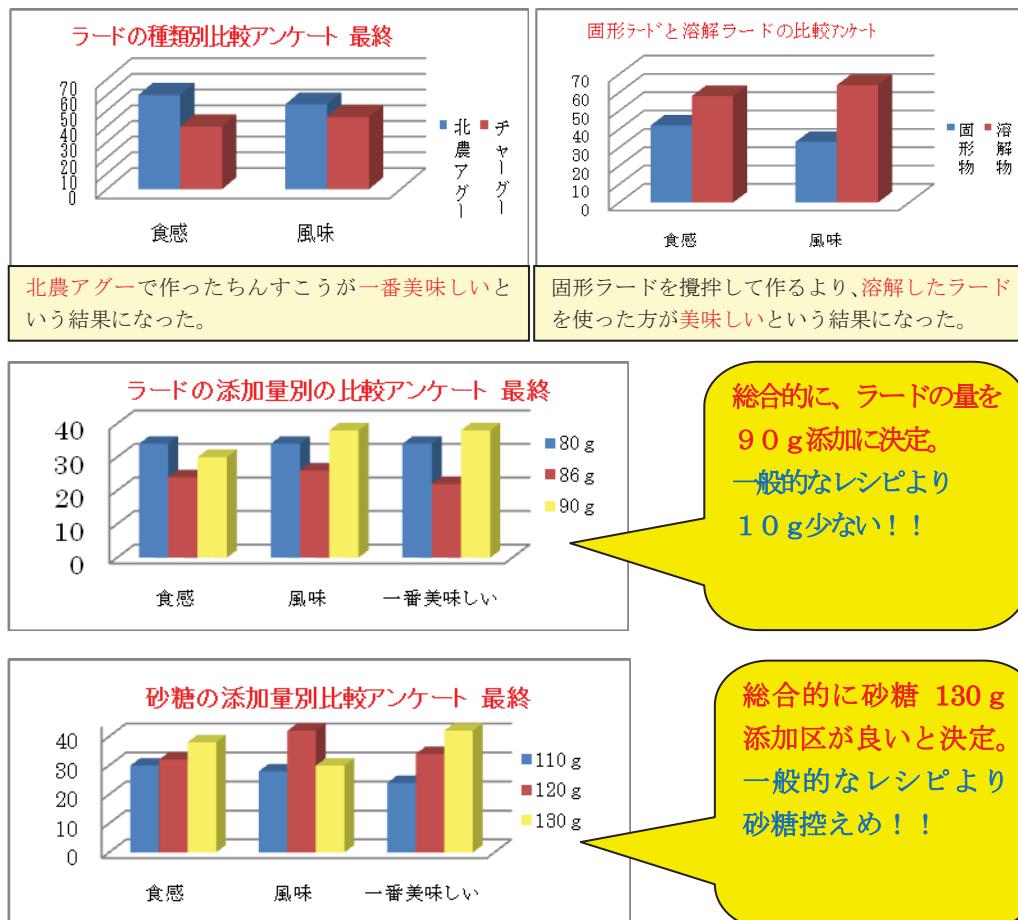
工場見学では手作り体験にも参加させてもらい、使用した器具をお借りし、それを参考にオリジナル製造器を作ることができました。

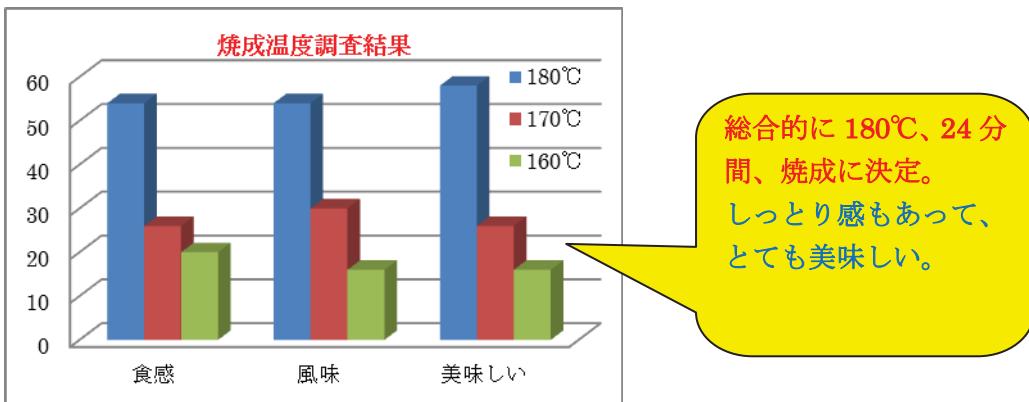


5 ちんすこうレシピの検討

私たちは、精製したラードを使用し、レシピの検討を行いました。

その結果、アグーのラードで作った方が最も美味しいという評価で、溶解したラードの量を 90 g、上白糖を 130 g、小麦粉 200 g を使用し、上火 180°C、下火 160°C で焼成することで、一番美味しいレシピの開発が出来ました。





6 販売に向けた取り組み

(1) 精製ラードの確保

これまでに集めた脂肪はレンダリング（油の精製）をしなければなりません。

私達は、原料脂肪の物流を製菓原材料卸業の「有限会社 木原商会」に委託し、福岡県の「株式会社 日本食品」で、精製ラードを作ってもらうことにしました。

この取り組みは、全国でも初めてで、今後、世界三大豚のアグーラードを使った新しい商品が開発されることが期待でき、沖縄の特産品開発に大きく貢献できる研究になりました。



(2) 成分分析とカロリー計算

完成した製品の各種成分を分析し、カロリー計算をしました。

実験項目は三大栄養素の蛋白質、炭水化物、脂質の3つです。

①蛋白質はセミ・ミクロケルダール法で実験しましたが、何度も行つても、分解の際に試料等が塊になつたため、JMC法で行いました。



その結果、7.8%の蛋白質が含まれていました。

②炭水化物についてはフェノール硫酸法で行い、本校にある、分光光度計を用い実験しました。



その結果、47.5%の炭
水化物が含まれていまし

③脂質についてはソックスレー脂肪抽出法で分析しました。



その結果、21.2%の脂
質が含まれていました。

以上の結果から

$$\text{蛋白質} \quad 7.8\% \times 4 = 31$$

$$\text{炭水化物} \quad 47.5\% \times 4 = 190$$

$$\text{脂 質} \quad 21.2\% \times 9 = 190$$

以上を合計し、およそのカロリーを算出しました。

その結果、できた商品のカロリーは100gで
411カロリーであることが分かった。

(3) 有限会社「新垣菓子店」との連携

有限会社「新垣菓子店」は、ちんすこう考案者の7代目にあたる淑豊さんが代表取締役専務として、琉球菓子を中心に提供している会社です。

県内のちんすこう製造会社でも、最も有名で歴史のある菓子店です。

私達は、アグーのラードを使い、現在のちんすこうが出来た頃の味を是非、伝統があり、考案者である新垣淑規の子孫の会社に作って欲しいと思い、相談したところ、快く商品開発の手助けをしてもらうことになりました。

打合会を何度も繰り返し、レシピやネーミング、価格設定等のアドバイスを受けながら、1月25日より販売開始。

売上の一部はメッシュサポートへ寄付することも決まっており、地域に大きく貢献できる取り組みができました。



できあがった個装包材

IV まとめ

- 1 ちんすこうを考案した方や、その歴史について調べることが出来、明治時代に使われていた原材料を特定することが出来た。
- 2 明治時代に飼育されていた豚が、本校で飼育しているアグーであることが分かった。
- 3 アグー豚の脂を精製し、ラードを作ることが出来た。また、脂肪酸や融点、抽出歩留まりについて調べることが出来た。
- 4 市場調査や工場見学を行い、製品作りに役立つことが出来た。
- 5 試食アンケートを何度も行い、レシピを完成させた。
- 6 福岡の製油会社でアグーラードが精製された。
- 7 各種成分分析を行い、おおまかなカロリー計算が出来た。
- 8 ちんすこうの老舗菓子店から、私達の作った復元ちんすこうが販売された。



遂に明治時代のちんすこうを復元！

V 今後の課題

アグーの脂で精製ラードが作られたのは、全国でも初めてのことでの、今後、沖縄県の特産品が開発されることになると思います。

私達も、アグーラードを使った新商品開発に、これからも取り組んでいきたいと思います。



講評

沖縄の伝統菓子「ちんすこう」を文化的・歴史的背景から迫り、地道に研究をすすめています。原料のラードについても同校にて飼育したアグーを活用して付加価値をつけている点は、農業分野における生産系学科と加工系学科間の連携学習として示唆を与えています。商品化に向けた取り組みも市場調査結果に基づいて、オリジナルの型抜き器を製作したり、アンケート結果を活用して加工品の質の向上を図るなど高校生らしい工夫がみられます。また、成分分析についても安易に分析機関に依頼することなく、教科書レベルの実験については、学校の施設を用いて自分たちで行い、日頃の学習を大切にしている所は好感が持てます。

これらの研究の結果、県内企業とタイアップして商品化された「ちんすこう」が本県の新たな特産品として広く県内外へ普及していくために、活動が継続・発展していくことを望みます。