



# 『遠くまで飛べ！ 紙ブーメラン』

那覇市立安謝小学校 5年 仲村日和

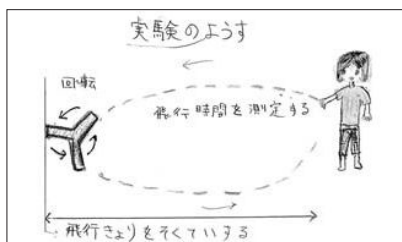
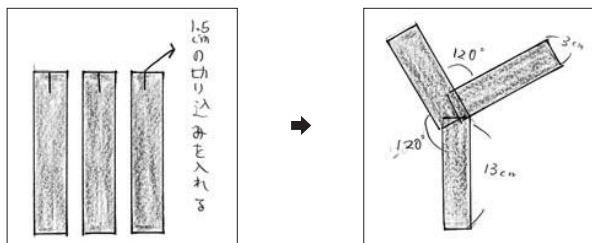
物理部門

## きっかけ

私は4年生の時に「よく飛ぶ紙コプターの条件をさがせ！」というテーマで「飛行」について実験を行いました。「よく飛ぶ」ためには、様々な条件が必要であることが分かりました。5年生の今年、紙製のブーメランを作製し、飛行距離、き道、回転、風のえいきょうなどにも注目しながら、より詳しく「飛ぶ」ための条件を探っていきたいと思い、実験を始めました。

## 基本の紙製ブーメランの作り方

1. 工作用厚紙を長さ13cm、幅3cmの長方形に3枚切る。
2. 羽の一方に1.5cmの切り込みを入れる。
3. 3枚の厚紙の切り込みをお互いが食い込むよう差し込む。
4. 3枚の羽を120°づつ角度を保ち、広げる。
5. 中心をホッチキスで留める。



## やること

1. ブーメランの羽の長さについて。
2. ブーメランの素材と厚みについて。
3. ブーメランの羽の枚数と角度について。
4. ブーメランの羽の形について。
5. ブーメランの羽のひねりとそり(角度)について。
6. ブーメランの羽とおもりについて。
7. ブーメランが描くき道、角度、回転、戻ってくるときの高さについて。
8. 風のえいきょうについて。

## (実験上の注意)

1. 条件は1つだけかえて他はかえない。
2. 平均をとる時は5回以上実験をし、最大値と最小値をはぶいた結果で平均をだす。
3. きよりははかるときは、最長きよりになるようにしっかりと観察する。

## 実験1：ブーメランの羽の長さについて

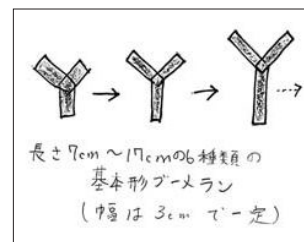
### 実験1-1 羽の長さを変える

#### (実験の方法)

羽の長さを7cm、9cm、11cm、13cm、15cm、17cmにして、3枚羽の基本のブーメランを作製する。(羽の幅は3cmで一定とする)風のない室内でブーメランを投げ、飛行時間と飛行きよりを5回測定する。



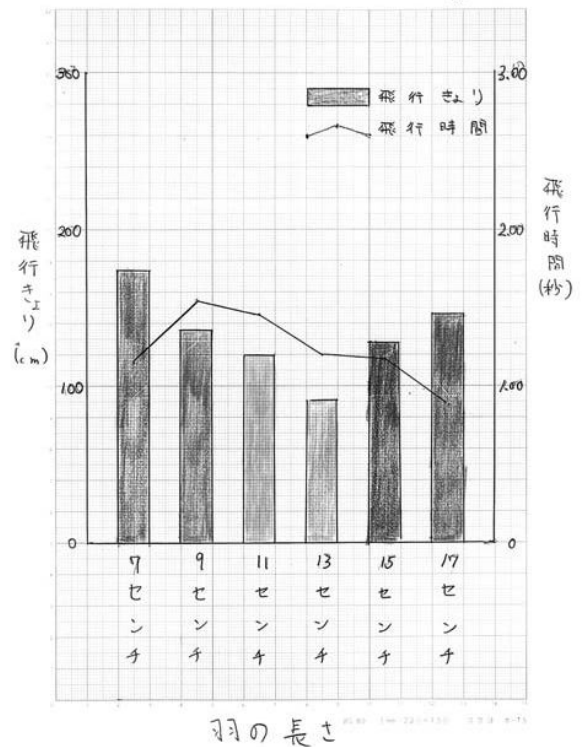
製作したブーメラン



(実験の結果)

羽の長さ	7 cm		9 cm		11 cm	
	時間 (秒)	きより (cm)	時間 (秒)	きより (cm)	時間 (秒)	きより (cm)
1 回目	1.43	195	1.53	90	1.77	80
2 回目	1.13	160	1.43	124	1.37	140
3 回目	1.17	150	1.77	90	1.47	88
4 回目	1.13	186	1.33	87	1.30	121
5 回目	1.07	196	1.70	98	1.50	131
平均	1.15	165	1.55	137	1.45	120
き道						
飛行の様子	上に高く上がる。手元に戻ってこないで、途中でくるくる回転して落ちる。		上にふわあんと上がって、手元に戻ってくる。行きも帰りも同じくらいの回転スピード。		回転が少しゆっくりとなり、ブーメランの軌道が少しひろくなった。	

実験 1-1 : 羽の長さ と 飛行きより・飛行時間の関係



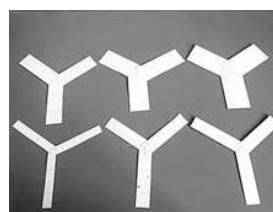
<実験でわかったこと>

1. ブーメランの羽の長さは、短すぎても長すぎてもいけない。適当な長さがある。適当な羽の長さは11cm~15cmくらいである。
2. 羽が短いと回転しながら高くまい上がり、まわりながら近づいて降りてくる。
3. 羽がある程度の長さがあると、横長のだ円軌道を描き、回転がゆっくりと安定し、しっかりと同じ軌道でもどってくる。

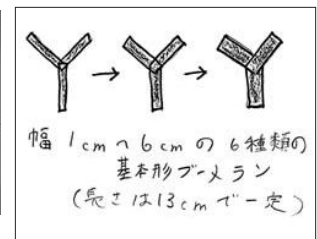
実験 1-2 羽の幅を変える

(実験の方法)

羽の幅を 1 cm、2 cm、3 cm、4 cm、5 cm、6 cm にして 3 枚羽の基本ブーメランを作製する。(羽の長さは13cmで一定とする) 風のない室内でブーメランを投げ、飛行時間と飛行きよりを 5 回測定する。



製作したブーメラン

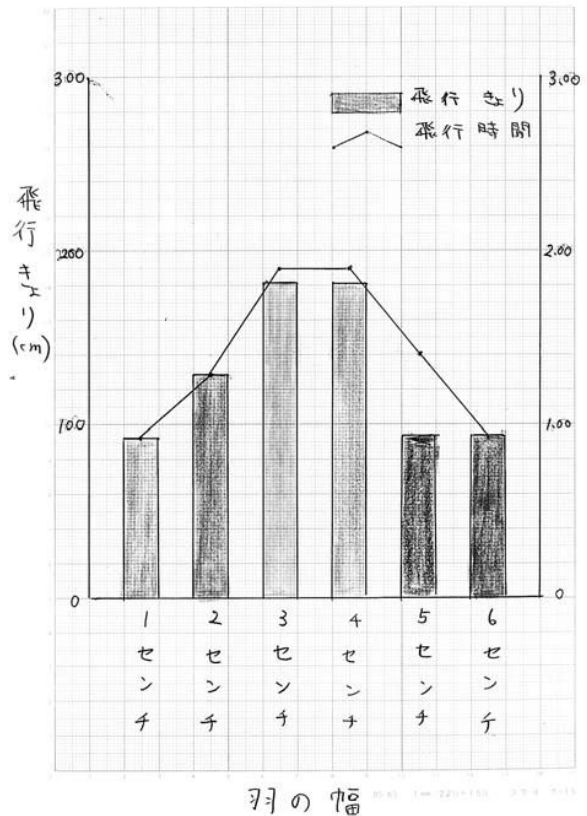


羽の長さ	13 cm		15 cm		17 cm	
	時間 (秒)	きより (cm)	時間 (秒)	きより (cm)	時間 (秒)	きより (cm)
1 回目	1.03	81	1.13	97	1.07	213
2 回目	1.33	101	1.47	81	0.90	165
3 回目	1.40	103	0.96	92	0.93	120
4 回目	1.13	95	1.20	136	0.76	181
5 回目	1.13	77	1.17	152	0.78	153
平均	1.20	91	1.17	128	0.87	146
き道						
飛行の様子	回転はゆっくりとなり、ブーメランの軌道がよこにひろがった。		回転はとてもゆっくりとなり、軌道がさらによこにひろがって戻ってくる。		回転が不安定でもどってこない。途中で落ちる。うまく回転しない。	

(実験の結果)

羽の幅	1 cm		2 cm		3 cm	
	時間(秒)	きより(cm)	時間(秒)	きより(cm)	時間(秒)	きより(cm)
1回目	0.97	80	1.40	76	1.87	276
2回目	0.83	84	1.10	109	1.87	286
3回目	0.86	108	1.54	92	2.03	297
4回目	0.93	88	1.23	91	2.03	290
5回目	1.10	75	1.23	102	1.97	297
平均	0.92	92	1.29	128	1.90	181
き道						
飛行の様子	あまり回転はしない。手元に戻りきれず、途中で落ちる。		ゆっくりな回転で、ブーメランは手元に戻ってくる。安定した円の軌道をえがく。		ゆっくりきれいな回転をする。大きく長い円の軌道をえがく。	

実験1-2: 羽の幅と飛行きより・飛行時間の関係



羽の幅	4 cm		5 cm		6 cm	
	時間(秒)	きより(cm)	時間(秒)	きより(cm)	時間(秒)	きより(cm)
1回目	1.97	145	1.42	93	1.03	99
2回目	1.47	219	1.30	124	0.83	95
3回目	2.03	308	1.40	97	1.13	93
4回目	1.87	200	1.37	91	0.93	89
5回目	1.85	198	1.53	87	0.80	92
平均	1.90	181	1.40	94	0.93	94
き道						
飛行の様子	ゆっくりとした回転で、安定した軌道をえがく。遠く飛んで、もどってくる。		ゆっくりと回り、上にあがって、高い位置で手元にもどってくる。		高くあがって戻る。軌道は細長く、せまい幅をえがく。行った道戻るかんじ。	

<実験でわかったこと>

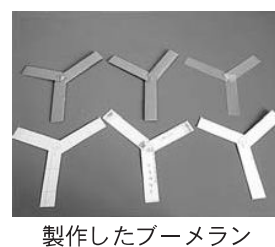
1. ブーメランの幅は、細すぎても太すぎてもいけない。適当な幅がある。適当な羽の幅は2cm~4cmくらいである。
2. 羽の幅が広いと、回転しながら高くまい上がり、高い位置の軌道を保ちながら、やや直線的に戻ってくる。
3. 羽の幅が変わると、描く軌道が縦長になったり、横長になったりと変化する。

実験2: ブーメランの素材と厚さについて

実験2-1: ブーメランの素材を変える

(実験の方法)

厚紙、ハガキ、段ボール、塩化ビニール、牛乳パックなどの素材を使い、3枚羽の基本ブーメランを作製する。(羽の幅3cm、長さ13cm)風のない室内でブーメランを投げ、飛行時間と飛行きよりを5回測定する。



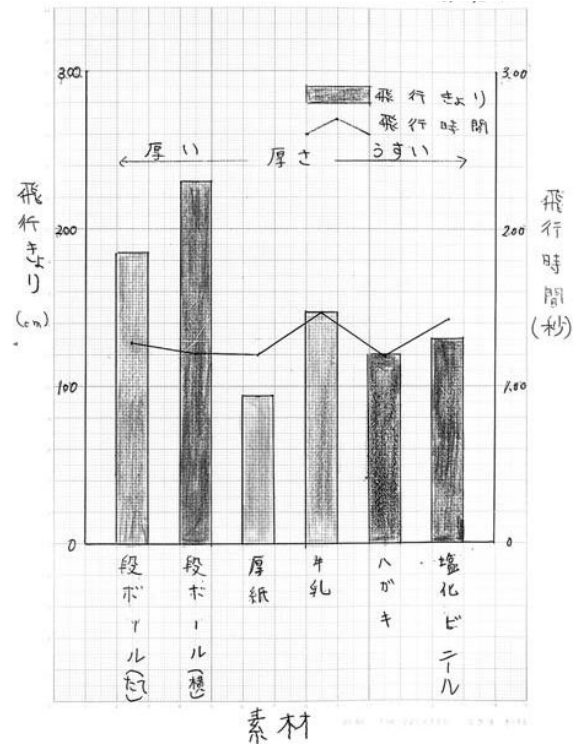
ポイント  
同じ段ボールでも紙の方向を変えて空気が入るものと入らないものをつくった。

...空気が入るタイプ  
 ...空気が入らないタイプ

(実験の結果)

素 材	厚 紙		ハ ガ キ		牛 乳 バ ッ ク	
	時 間 (秒)	き よ り (cm)	時 間 (秒)	き よ り (cm)	時 間 (秒)	き よ り (cm)
1 回 目	1.17	87	2.14	210	1.37	137
2 回 目	1.27	93	1.17	110	1.50	151
3 回 目	1.17	88	1.30	144	1.63	134
4 回 目	1.47	94	1.07	105	1.37	114
5 回 目	1.17	126	1.03	119	1.53	154
平 均	1.20	93	1.18	120	1.47	147
き 道						
飛 行 の 子 様	ゆっくりきれいな回転で、安定したきどうをえがく。		ゆっくりせんかいして、大きな縦長のだ円をえがく。高くあがってまわる。		少しはやく回転し、安定した飛行をする。手元に戻ってくる。	

実験 2-1 : プーメランの素材と飛行きより・飛行時間の関係



素 材	段ボール(たて)		段ボール(横)		塩化ビニール	
	時 間 (秒)	き よ り (cm)	時 間 (秒)	き よ り (cm)	時 間 (秒)	き よ り (cm)
1 回 目	1.27	157	1.43	253	1.37	110
2 回 目	1.33	225	1.27	275	1.33	118
3 回 目	1.37	158	1.10	208	1.33	96
4 回 目	1.13	168	1.13	258	1.57	161
5 回 目	1.27	174	1.20	158	1.67	145
平 均	1.29	185	1.20	230	1.42	130
き 道						
飛 行 の 子 様	よく回転するが、かえりは1/4くらいまでしかもどらない。		遠くに飛び、回転するが、もどってこない。少しだけもどって落下する。		ふんわりと回転し、安定したきどうを描く。高くあがり、低く戻る。	

<実験でわかったこと>

1. プーメランの羽には、適した素材がある。少し厚みがあり、硬さがあるほうが安定した軌道を描き、きれいに飛ぶ。
2. 同じ素材(段ボール)をつかったのでも、紙の切り方(切り口)によって飛びかたが違う。段ボールを空気が入らないように切った方が遠くまで飛ぶが、旋回したあと、どちらも途中で落下して戻ってこない。
3. あまり厚すぎると、プーメラン自体の重みで回転できないのではないかと思った。

実験 2-2 : プーメランの羽の厚さを変える

(実験の方法)

ハガキを1枚、2枚、3枚、4枚と張り合わせ、3枚羽の基本プーメランを作製する。(羽の幅3cm、長さ13cm)風のない室内でプーメランを投げ、飛行時間と飛行きよりを測定する。



製作したプーメラン

ポイント

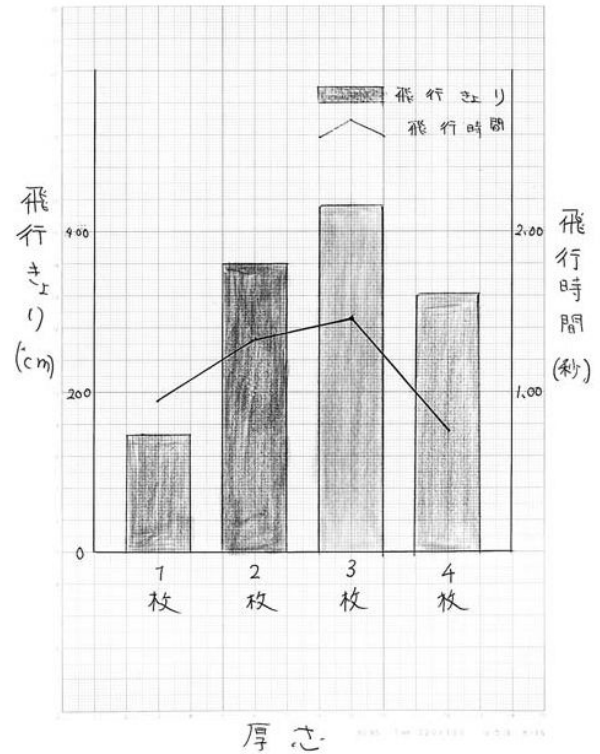
最初、工作用の厚紙をはりあわせてたが、2枚はりあわせたら重くて飛ばなかった。(失敗) そこでもっとうすいハガキを使用することにした。



(実験の結果)

羽の厚み	1 枚		2 枚	
	時間 (秒)	きより (cm)	時間 (秒)	きより (cm)
1 回目	0.97	161	1.30	356
2 回目	0.93	108	1.30	360
3 回目	1.06	108	1.30	360
4 回目	1.06	152	1.37	360
5 回目	0.83	86	1.37	360
平均	0.95	140	1.32	360
き道				
飛行の様子	カーブするとき、急にかくとまがる。		下からそりあがるかんで上昇し、カーブしてもとにもどる。きれいに同じ軌道をえがく。	

実験 2-2 : ブーメランの厚さと飛行きより・飛行時間の関係



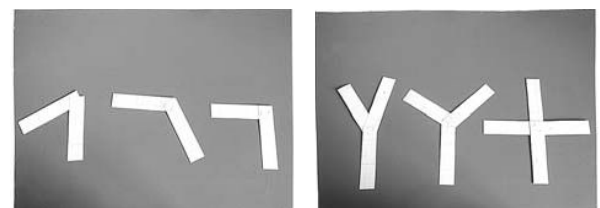
<実験でわかったこと>


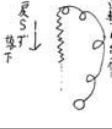
1. ブーメランの羽の厚さは、適当な厚みがある。うすすぎても厚すぎても飛ばない。ハガキは 2 枚程度がきれいな軌道を描き、安定して飛ぶ。
2. 予備実験で厚紙を重ねたブーメランを作ってみたが、2 枚重ねただけで飛ばなくなってしまった。あまり厚すぎるとブーメラン自体の重みで回転が遅くなり、旋回せずに落下してしまう。
3. ハガキ 2 枚重ねでは、下からそり上がる感じでまっ上がった。何度投げても同じように上しようし、きれいな軌道をえがいた。

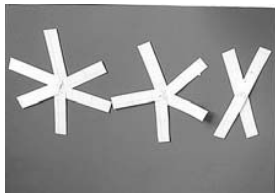
実験 3 : ブーメランの羽の枚数と角度について

(実験の方法)

ブーメランの羽の枚数を 2 枚、3 枚、4 枚、5 枚、6 枚と変化させる。(羽の幅 3 cm、長さ 13cm) また、同じ枚数でも角度を変えて飛行時間と飛行きよりを測定する。風の無い室内でブーメランを投げ、飛行時間と飛行きよりを 5 回測定する。



羽の厚み	3 枚		4 枚	
	時間 (秒)	きより (cm)	時間 (秒)	きより (cm)
1 回目	1.43	420	0.63	350
2 回目	1.43	430	0.49	348
3 回目	1.60	416	1.30	326
4 回目	1.53	423	0.76	313
5 回目	1.36	410	0.90	310
平均	1.46	425	0.76	324
き道				
飛行の様子	きれいなだ円をえがく。遠くまで飛ぶが、かえりは半分くらい戻って落下する。		回転がおそくなり、あまりカーブせずに落下する。重たい感じ。	



製作したブーメラン

ポイント  
 同じ羽の枚数でも羽と羽の角度をかえてみる。  
 角度がちがうと回転や軌道に変化がないか観察する。

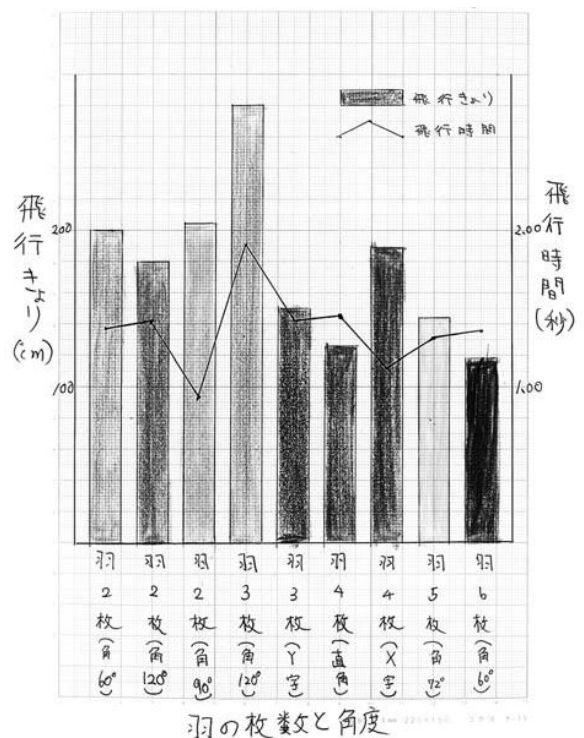
(実験の結果)

紙の枚数	羽 2 枚		羽 2 枚		羽 2 枚	
角 度	鋭角(約60°)		鈍角(約120°)		直角(90°)	
図						
	時 間 (秒)	きより (cm)	時 間 (秒)	きより (cm)	時 間 (秒)	きより (cm)
1 回目	1.36	263	1.67	276	1.27	254
2 回目	1.40	203	1.47	194	0.80	221
3 回目	1.27	247	1.20	238	0.73	138
4 回目	1.37	136	1.27	181	0.70	121
5 回目	1.50	168	1.53	156	1.40	252
平均	1.38	201	1.42	179	0.93	204
き 道						
飛行の様子	くるくると不安定な回転で、カーブして途中で落下する。		回転が安定せず、軌道もいろいろ。手元に戻らず途中で落下する。		不安定な回転。途中で落ちる。	

紙の枚数	羽 3 枚		羽 3 枚		羽 4 枚	
角 度	均等(120°)		Y字		直角	
図						
	時 間 (秒)	きより (cm)	時 間 (秒)	きより (cm)	時 間 (秒)	きより (cm)
1 回目	1.26	128	1.60	138	1.67	193
2 回目	1.31	146	1.39	140	1.43	118
3 回目	1.17	119	1.43	148	1.50	144
4 回目	1.21	125	1.33	138	1.33	138
5 回目	1.28	126	1.47	162	1.47	117
平均	1.91	281	1.41	150	1.45	126
き 道						
飛行の様子	とても安定した回転。同じ軌道をえがく。		とても安定した回転。同じ軌道を描き、低い位置で戻ってくる。		安定した回転で、縦長の細長いだ円をえがく。低い位置にもどってくる。	

紙の枚数	羽 4 枚		羽 5 枚		羽 6 枚	
角 度	X字		均等(72°)		均等(60°)	
図						
	時 間 (秒)	きより (cm)	時 間 (秒)	きより (cm)	時 間 (秒)	きより (cm)
1 回目	1.17	280	1.37	113	1.47	102
2 回目	1.13	144	1.23	153	1.30	126
3 回目	1.33	138	1.33	166	1.27	145
4 回目	0.86	207	1.50	165	1.37	120
5 回目	1.07	0.87	1.03	110	1.43	108
平均	1.12	189	1.31	144	1.37	118
き 道						
飛行の様子	回転が変化し、途中でふわっと浮いたりする。手元まで戻ってくる時とそうでない時がある。		きどうが大きく広いだ円をえがく。ゆっくりと回転し、高い位置にもどってくる。		回転は安定しているが、遠くまで飛ばず、近いきよりで戻ってくる。	

実験3：羽の枚数と角度と飛行きより・飛行時間の関係



<実験でわかったこと>

- 2枚羽のブーメランは不安定な飛行になり、戻ってこないことが多い。一般的なスポーツ用のブーメランは2枚ばねの形なのに、なぜ飛ばないのか、ぎもんに思った。
- 同じ羽の枚数でも羽の間の角度が均等でないと、軌

道が安定せず、途中で変化したりする。

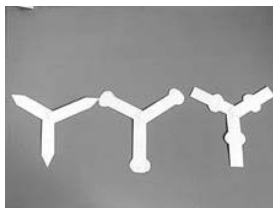
- 羽の枚数が多いとゆっくりと回転し、高い位置を保ったままカーブする。

### 実験4：ブーメランの羽の形について

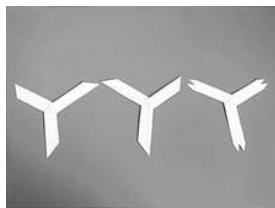
#### 実験4-1：ブーメランの羽(全体)の形を変える

(実験方法)

ブーメランの羽の形を変えてみる。風のない室内でブーメランを投げ、飛行時間と飛行きよりを5回測定する。



製作したブーメラン



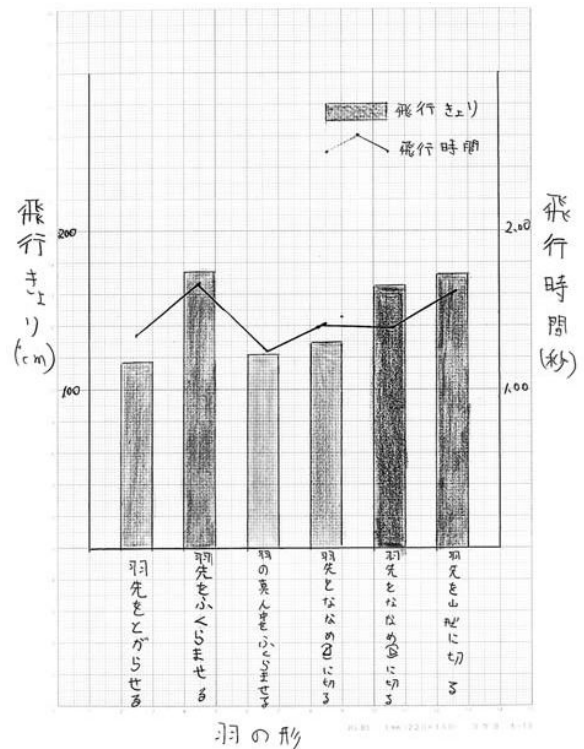
製作したブーメラン

(実験の結果)

羽の形	羽の先をとがらせる	羽の先をふくらませる	羽の真ん中をふくらませる
図			
	時間(秒) 1.17 きより(cm) 99	時間(秒) 1.77 きより(cm) 179	時間(秒) 1.27 きより(cm) 95
1回目	1.17, 99	1.77, 179	1.27, 95
2回目	1.43, 127	1.83, 205	1.20, 148
3回目	1.32, 125	1.37, 175	1.17, 93
4回目	1.40, 141	1.73, 220	1.30, 129
5回目	1.32, 81	1.53, 127	1.27, 124
平均	1.35, 118	1.68, 175	1.25, 122
き道			
飛行の様子	ブーメランが回転中にふわっとういてあがる。手元に同じように戻ってくる。	きどろが変化し、不安定。途中でまがったりする。	戻ってくるときに軌道が変化することが多い。少し不安定な軌道になる。

羽の形	羽先をななめ(∟)に切る		羽先をななめ(∪)に切る		羽先を山型に切る	
	時間(秒)	きより(cm)	時間(秒)	きより(cm)	時間(秒)	きより(cm)
図						
1回目	1.50	125	1.20	142	1.60	163
2回目	1.50	158	1.51	180	1.17	170
3回目	1.23	103	1.27	176	1.53	182
4回目	1.57	156	1.63	160	1.70	195
5回目	1.17	152	1.23	139	1.40	180
平均	1.41	129	1.39	165	1.60	172
き道						
飛行の様子	低いところから急に上がり、不安定な軌道をえがき戻ってくる。	低い位置から高くあがり、不安定な軌道をえがく。	低い位置から高くあがり、不安定な軌道をえがく。	低い位置から高くあがり、不安定な軌道をえがく。	行きはだ円で、カーブを描き、帰りは直線的にもどってくる。	行きはだ円で、カーブを描き、帰りは直線的にもどってくる。

実験4-1：羽の形と飛行きより・飛行時間の関係



<実験でわかったこと>

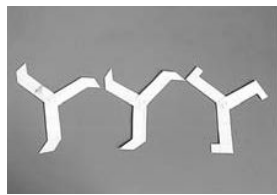
1. 羽を切ったりして変化をつけると、急に上しようしたり、途中でまがったりと変化した軌道を描く。

- 羽に細工をすると動系的にはおもしろいが、確実に手元に戻ってくるというわけではないので、ブーメランの性能としては悪い。
- 投げる方向にむかって切った(羽先左下ななめ $\sphericalangle$ )方が風を切ってうまく飛ぶかと思ったが、逆に切った方が遠くまで飛んだ。風にさからう方が遠くまで飛んだのが不思議だった。

#### 実験4-2：ブーメランの羽(先端)の形を変える

##### (実験の方法)

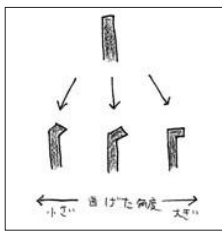
ブーメランの羽(先端)を端から3cmの角度を変えて横に曲げる。風のない室内でブーメランを投げ、飛行時間と飛行きよりを5回測定する。



製作したブーメラン

##### ポイント

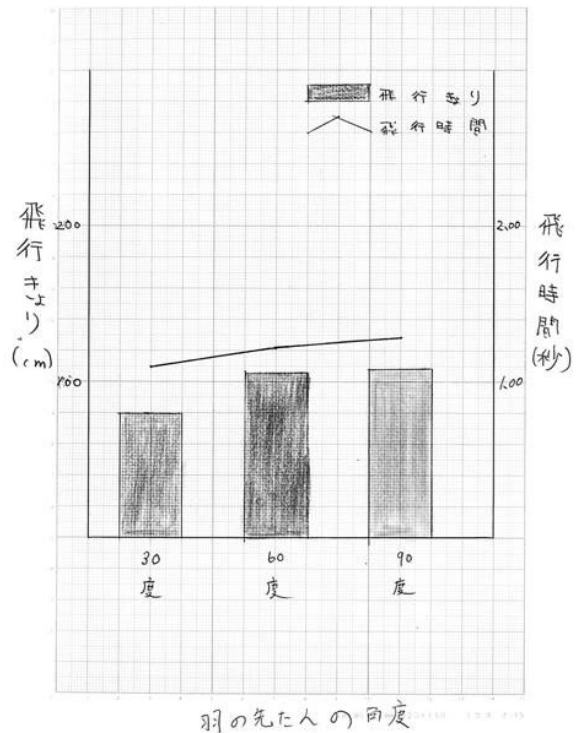
羽全体の形ではなく、羽先の変化が飛行にどういきようするか興味をもった。時代げきで、忍者がなげるしゅりけんが卍形をしていると思ったので、角度をかえてみた。



##### (実験の結果)

羽の先	羽の先端を30度曲げる		羽の先端を60度曲げる		羽の先端を90度曲げる	
	時間(秒)	きより(cm)	時間(秒)	きより(cm)	時間(秒)	きより(cm)
1回目	1.23	104	1.77	110	1.30	90
2回目	1.07	72	1.27	97	1.43	119
3回目	1.07	74	1.07	127	1.30	157
4回目	1.17	94	1.30	96	1.27	80
5回目	0.96	92	1.07	101	1.23	136
平均	1.10	80	1.21	106	1.29	109
き道						
飛行の様子	回転が安定せず、遠くまで飛ばないが戻ってくる。帰りが直線的にもどってくる。		行きよりも帰りが安定してよくなる。回転が全体の不安定だが戻ってくる。		回転がおそく、軌道は不安定。	

#### 実験4-2：羽の先端の形と飛行きより・飛行時間の関係



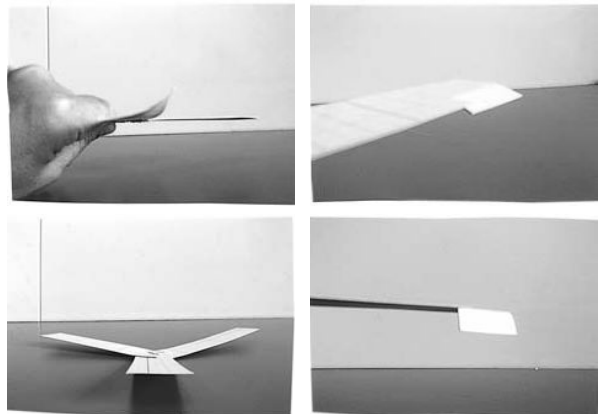
##### <実験でわかったこと>

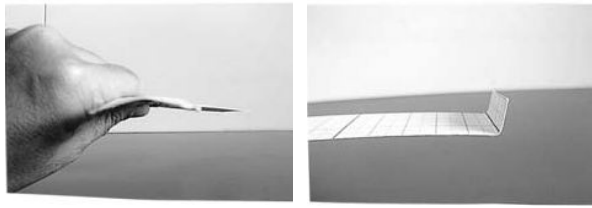
- 羽先を曲げると回転が不安定になる。大きく曲げるとだんだん回転もゆっくりとなり、途中で落ちることもある。
- 曲げると戻ってくる時にやや直線的になった。
- 私がイメージしていたしゅりけんの形卍は不安定であり、まっすぐにとばない。
- 羽先を変化させない、まっすぐの方がブーメランの性能としてはよい。

#### 実験5：ブーメランの羽ひねりとそり、フラップ(角度)について

##### (実験の方法)

ブーメランの羽にひねり、そり、ふくらみ、切りこみ角をつける。風のない室内でブーメランを投げ、飛行きよりと飛行時間を測定する。

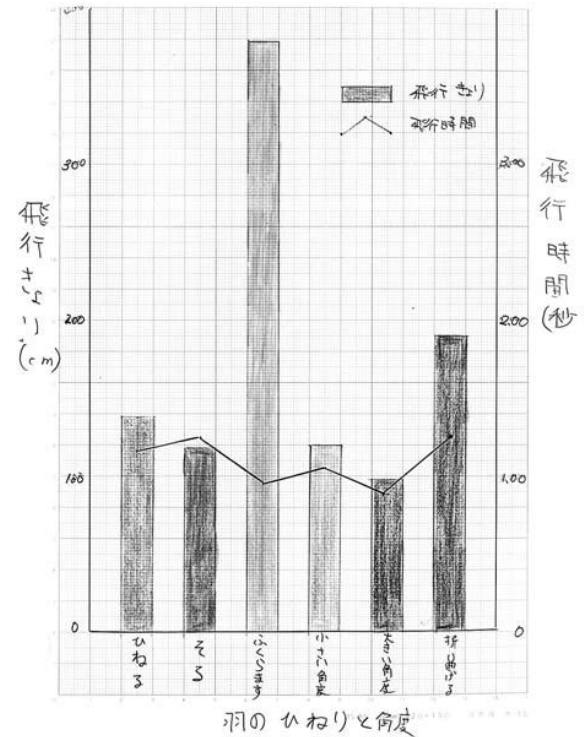




実験5：羽のひねりとその飛行きよりと飛行時間の関係

(実験の結果)

羽の角度	ひねる	その	ふくらます			
図						
	時間(秒)	きより(cm)	時間(秒)	きより(cm)	時間(秒)	きより(cm)
1回目	1.72	145	1.20	126	0.60	455
2回目	1.17	127	1.27	93	0.73	430
3回目	1.10	170	1.30	136	1.00	368
4回目	1.17	161	1.33	123	1.13	340
5回目	1.17	125	1.17	145	1.24	333
平均	1.17	138	1.26	118	0.95	379
き道						
飛行の様子	急げきの上に あがり、回転して 落ちる。回転は不安定。	よく回転するが、 投げたところから あまり左にまがらず もどってくる。	ものすごい カーブをえがいて 投げ、手元より 右にもどってくる。			



<実験でわかったこと>

1. 羽をふくらませると、ものすごいカーブを描きもどってくる。羽先の角度をかえたりするより羽全体をふくらませたり、そらせたりするとブーメランとしてよく機能する。
2. 羽先に飛行機のフラップのように切り込みを入れたら、うまく回転しなかった。3枚それぞれ羽の角度がそろってなかったのかな? と思った。
3. 羽先を曲げると、くるくと面白い回転をした。一方方向に曲げたので落ちるのかと思ったけど、よく回転した。

羽の角度	小さい角度での切り込み	大きい角度での切り込み	羽先をまげる			
図						
	時間(秒)	きより(cm)	時間(秒)	きより(cm)	時間(秒)	きより(cm)
1回目	1.07	112	1.10	147	1.03	227
2回目	1.37	140	0.93	93	1.36	125
3回目	0.86	153	0.87	108	1.27	180
4回目	1.06	130	0.86	89	1.27	176
5回目	1.03	118	0.66	102	1.23	213
平均	1.05	120	0.89	97	1.26	190
き道						
飛行の様子	ゆっくり回転。 高い位置で軌道 をえがき、手元に 戻ってくる。	不安定でゆっ くり。近い場所 でUターンして 戻ってくる。遠く まで飛ばない。	くるくるとお もしろく回転。 とくに帰りによく 回転し、戻って くる。			

実験6：ブーメランの羽のおもりについて

実験6-1：ブーメランの羽のおもりの重さを変える (実験の方法)

ブーメランの羽先におもりをつける。ビニールテープを巻いたり、クリップやがん玉をつけてみる。風のない室内でブーメランを投げ、飛行時間と飛行きよりを5回測定する。

ポイント

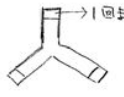
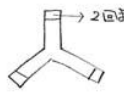
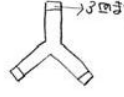
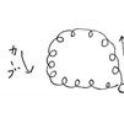
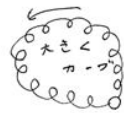

左の製作したブーメランの他にもビニールテープの巻き方を2回、3回にしておもくしたものをつくった。




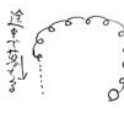
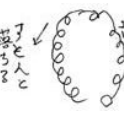

羽先ぜんぶにおもりがくるビニールテープと、部分的なクリップ、羽先の一部のみがんと工夫してみた。



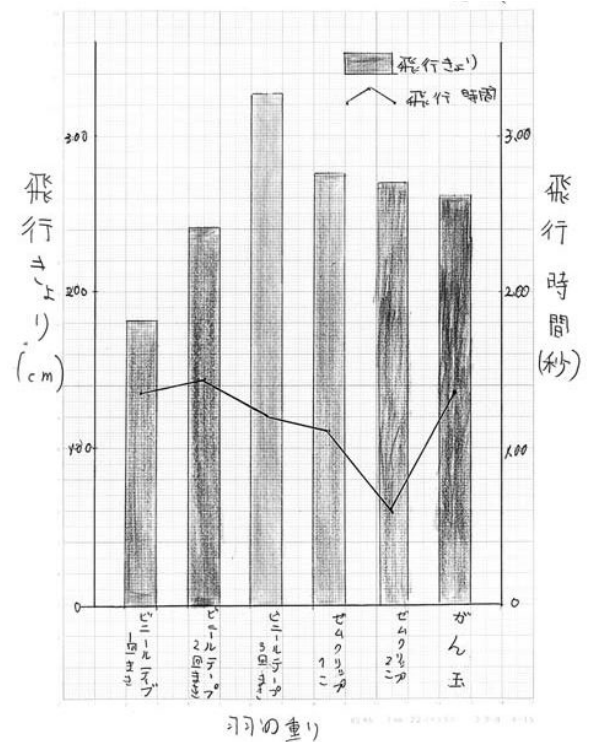
製作したブーメラン

(実験の結果)

羽の重り	ビニールテープ 1回巻き		ビニールテープ 2回巻き		ビニールテープ 3回巻き	
図						
	時間 (秒)	きより (cm)	時間 (秒)	きより (cm)	時間 (秒)	きより (cm)
1回目	1.33	156	1.57	263	1.10	330
2回目	1.93	228	1.47	269	1.57	318
3回目	1.10	205	1.13	277	1.33	320
4回目	1.27	149	1.42	238	1.13	325
5回目	1.47	241	1.40	218	1.17	336
平均	1.36	182	1.43	242	1.21	327
き道						
飛行の様子	ふんわりと回いて、きれいに回転。幅広く回って大きくせんかいする。		幅のひろいきどうを描く。安定した回転で、低い位置で飛ぶ。		非常に幅のひろい軌道を描く。遠くまで飛んできちんと戻ってくるが、少し不安定になってくる。	

羽の重り	ゼムクリップ 1個		ゼムクリップ 2個		がん玉 (釣用おもり)	
図						
	時間 (秒)	きより (cm)	時間 (秒)	きより (cm)	時間 (秒)	きより (cm)
1回目	0.98	302	0.70	310	1.30	272
2回目	1.10	290	0.66	260	1.30	265
3回目	1.33	273	0.61	248	1.50	270
4回目	1.17	268	0.70	240	1.53	274
5回目	1.10	270	0.83	228	1.30	250
平均	1.12	276	0.69	270	1.37	262
き道						
飛行の様子	安定したかいてんで少し戻って落ちる。遠くまで飛ぶ。		高い位置からすとんと落ちてきどうをえがく。遠くまで飛ぶ。		非常に安定した同じきどうをえがく。手元に戻ってきて回転も安定している。	

実験6-1：羽のおもりと飛行きより・飛行時間の関係



<実験でわかったこと>

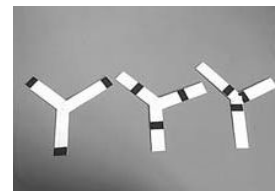
1. ある程度羽に重さがあった方が、より遠くへ飛んだ。
2. テープで重みをつけたほうが、非常に遠くに飛んだ。屋外で遊ぶ時はおもりをつけた方が遠くまで飛んで面白いだろうと思う。
3. おもりは羽をビニールテープで一周してまいた方が安定して遠くまで飛ぶ。クリップなどの部分的なおもりは途中で不安定なきどうになる。

実験6-2：ブーメランの羽のおもりの位置を変える

(実験の方法)

ブーメランの羽の先端、真ん中、中心部にビニールテープ2個まくことで、おもりをつける。

風のない室内でブーメランを投げ、飛行時間と飛行きよりを5回測定する。



製作したブーメラン

ポイント

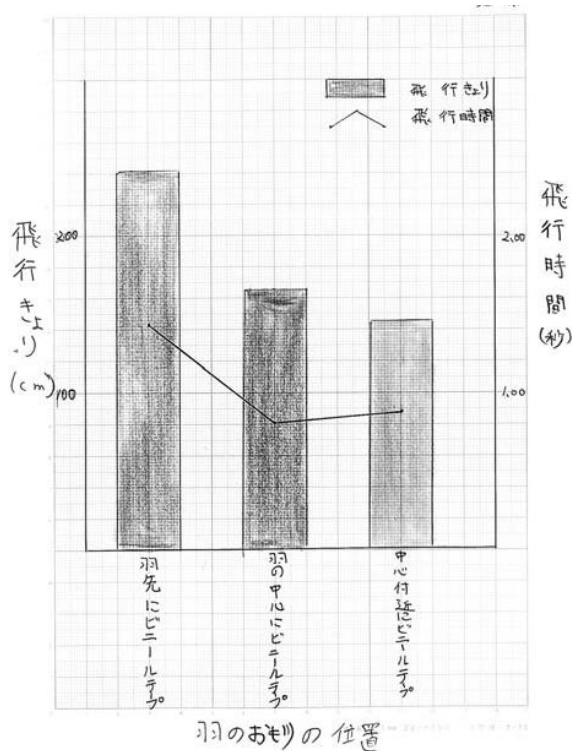
おもりの位置をずらしてみる。

- ・羽先
  - ・羽の中心
  - ・中心にちかい部分
- あまりおもすぎると、とびそうないので、ビニールテープを1回だけまいた。

(実験の結果)

重りの位置	羽先にビニールテープ		羽の中心にビニールテープ		中心付近にビニールテープ	
図						
	時間(秒)	きより(cm)	時間(秒)	きより(cm)	時間(秒)	きより(cm)
1回目	1.57	263	0.90	163	0.90	155
2回目	1.47	269	0.70	139	0.90	130
3回目	1.13	277	0.73	149	0.86	152
4回目	1.42	238	0.80	185	0.80	210
5回目	1.40	218	1.07	147	0.91	150
平均	1.43	242	0.81	166	0.89	146
き道						
飛行の様子	とても幅のひろいだ円の軌道をえがき、低い位置までもどってくる。大きなカーブをえがく。		少し上にうきあがる。回転数は増えるが、不安定にまわる。		ほとんど回転せず、ブーメランにならない。	

実験6-2：羽のおもりの位置と飛行きよりと飛行時間の関係



<実験でわかったこと>

1. おもりは羽先につけたほうが回転も安定し、軌道も大きなものとなる。羽のどこを重くするべきかもブーメランとしての大事な要素となる。
2. 中心部分を重くすると回転しない。
3. 真ん中におもりをかけると回転のバランスが悪くなる。  
中心付近におもりをつけると、真ん中が安定して、よりよく回転すると思ったが、ちがった。

実験7：ブーメランが描くき道、角度、回転、戻ってくるときの高さについて

(やること)

ブーメランは形、大きさ、投げ方によっても描く軌道が違う。いろいろな軌道をかきつし、わかったことをまとめる。

私が気づいた軌道のパターンには、下のようなものがあった。

\*きちんと円を描き、手元に戻ってくる。

\*おち方

- ・なげてすぐ落ちる。
- ・カーブしだして落ちる。
- ・手元近くで落ちる。

\*高低差

- ・投げる → 高く上がる → 低く戻る。
- ・投げる → 高く上がる → 高いまま戻る。

\*落下地点

- ・前、後、左、右

きどりのちがいがおこった原因について考えてみる。

	まっすぐに落ちる時	曲がり始めてからすぐ落ちる	自分の体の右に落ちる
図			
どんな時?	<ul style="list-style-type: none"> <li>・投げる力が弱い。</li> <li>・羽のバランスが悪い。</li> <li>・投げだす角度が低い。</li> <li>・羽の幅がせますぎる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・羽(ブーメラン本体)が重すぎる。</li> <li>・羽のバランスが悪い(羽の枚数が少ない?)</li> <li>・羽の長さが短すぎる。</li> <li>・羽の厚みが厚すぎる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・投げる力が強すぎたとき。</li> <li>・羽をひねったり、ふくらませたりと変化をつけたとき。</li> <li>・羽先に軽めの重りをつけたとき。</li> </ul>

	自分の体の前で落ちる時	自分の体の後ろで落ちる時	自分の体の左で落ちる時
図			
どんな時?	・普通に投げると、このパターンが多い。	・羽をふくらませた時。 ・重みをつけて、強くなげた時。	・投げる力が弱い時。 ・投げ出す時の角度が少しかたむいていた時(たてなげでなく、水平に近かった)

	上にあがって戻ってくる	低く戻ってくる	軌道が途中でデコボコになる
図			
どんな時?	・羽の幅が基本形より少し広い時。 ・適度なかささと厚みがある時。 ・羽の枚数が多い。(5, 6枚) ・羽先をななめに切った時。 ・羽にフラップをつけた時。	・硬い素材(塩化ビニールの時) ・少し重みをつけた時。	・羽に細工をしている時。(とがらせたり、山型にしたり) ・羽が少し軽い時。 ・風のえいきょうを受けた時。

<実験でわかったこと>

1. 投げるときは、横なげ(水平)ではなく、たてなげ(地面に直角)に近いようたいで投げた方がよく飛ぶ。
2. 投げるときは力加減、投げ方(手首スナップ)のこつをつかむまでが、少しむずかしかった。
3. 形や大きさなどで落ちる場所、曲がり方が違ってくる。

実験8：風のえいきょうについて

(やること)

風のえいきょうをうけない室内で実験を行ってきた。今回人工的にせんぷうきで風を起し、せんぷうきを投げる人の前におく、後ろにおく、横におく、下から風を送るという状態を作って飛行状態を調べてみる。

向かい風	飛行時間(秒)
	1回目 1.07
	2回目 1.00
	3回目 0.73
	4回目 1.07
	5回目 1.02
	平均 1.03
様子	手前でせんかいして、とても早くもどる。

追い風	飛行時間(秒)
	1回目 0.83
	2回目 1.23
	3回目 0.86
	4回目 0.80
	5回目 1.03
	平均 0.98
様子	もどらないで、少し曲がったら落下する。

横風	飛行時間(秒)
	1回目 0.83
	2回目 1.23
	3回目 0.86
	4回目 0.80
	5回目 1.03
	平均 0.98
様子	風をうけた部分が横に流されたり、浮き上がったりがつたりして軌道が変化する。

下からの風	飛行時間(秒)
	1回目 1.38
	2回目 0.93
	3回目 1.23
	4回目 1.30
	5回目 0.93
	平均 1.15
様子	風をうけた部分でふわっと浮き上がって軌道が変化する。その直前に回転が乱れて落下することが多い。

<わかったこと>

1. ブーメランはやはり風のえいきょうを大きくうける。
2. 向かい風だと落下することなく、うまく風を利用して短いきよりをせんかいして戻ってくる。
3. 追い風だと風にのることなく、回転が乱されて、せんかいして少しすると落下した。
4. 横風や下からの風では軌道が変化する。

結果の考察

(羽の長さ・幅について)

ブーメランの羽は適度な長さ、幅がないとせんかいせず、ブーメランの飛行にならない。長さ9cm~15cm、幅2~4cm程度の羽が安定したせんかいをする。

(羽の素材・厚さについて)

ブーメランの素材は少し硬さや厚みがあった方がよい。

うすすぎると不安定な回転やせんかいをするし、厚すぎると羽の重みで落下した。同じ素材を使っても(段ボール)紙の面によっても軌道の描き方は違った。

また、牛乳パックは投げる面を変えると飛び方が変わった。これは面のコーティングなどで風の受け方にえいきょうしているのかもしれないと思った。

#### (羽の枚数・角度について)

ブーメランの羽の枚数は3枚～4枚が一番安定していた。

スポーツ競技などで使われるL字型のブーメランをイメージして2枚羽を作ったが、うまく飛ばなかった。これは2枚の羽の長さや角度などもっと工夫すべき点があったのだと思う。枚数を増やすと回転がきれいでおもしろかった。

#### (羽の形について)

羽に変化をつけると、風を受けてうまく回転する時と、そうでない時があり、失敗することが多くなった。

羽先を刀のようにすると「風を切ってよく飛ぶ」と予想したが、そうではなかった。羽先を曲げると曲げた角度が大きすぎると不安定な回転をしながら落下することが多い。

羽先だけを変化させるのはブーメランとして適さないと思う。

#### (羽のひねり(角度)について)

羽全体をすこしそらせたり、ふくらませたりするだけで、ものすごく軌道が変化する。微妙な変化で軌道がすごく違うので、とてもびっくりした。

飛行機のフラップをイメージして、切り込みを入れ、羽に角度をつけたが、思ったほど回転や軌道に大きな変化はなかった。3枚の羽を同じ角度で曲げないとバランスが悪くて回転しないのだろうと思った。

#### (羽のおもりについて)

羽先におもりをつけると、遠くまで回って戻ってくる。これはおもさがあることによって曲がりにくくなるから、より遠くに飛ぶのではないのかと思う。

真ん中におもりをつけると、回転しなかった。その理由はよくわからなかった。調べてみないといけないと思った。

#### (羽の軌道について)

ブーメランは投げ方、形によっていろいろな軌道を描く。理想は手元に戻ってくることだけど、羽に微妙な調整を加えると自分の体を通りこしたり、後ろに行ったりとても面白い飛び方をすることがわかった。

でも、そらせすぎると風の力をたくさん受けすぎて失敗し、落下することがわかった。

#### (風のえいきょうについて)

ブーメランは、やはり風のえいきょうを大きく受ける。

予想では向かい風だと風の力に負けてすぐに落下すると思ったら、きちんと手元に戻ってきた。

逆に追い風だと風によって遠くに飛ぶのかと思ったら、回転が乱れて落下したので、とても不思議だった。

今回人工的にせんぶうきで風をおこしたので、直線的な風のえいきょうしか分からなかったが、自然界での風のえいきょうについて調べてみるとよいと思う。

### 感想と課題

昨年に引き続き「飛行」をテーマに実験を行った。今年は、ブーメランを投げて戻ってくるまでの時間だけでなく、飛行時間も測ることにした。

しかし、飛行きよりは目測になってしまい、ごさが大きくなってしまったと思う。もっと正確に測れるように工夫すべきだった。

また、飛行きよりと飛行時間の関係がよく分からなかったので、次はその関係も明らかにしていきたい。

今回予備実験も含め70種類近くのブーメランを製作した。その中にはまったくブーメランにはならないものもあり、なぜ飛ばないのかと不思議に思って何度も投げ続けた。投げ続けていくと予想以上のカーブをして違う方向に行ったり、途中で落下したりした。きちんと手元に戻ってこないと何度も拾いに行かなくてはならず、それがいやでだんだん「ぜったい手元に戻してやるぞ!」と思う気持ちが強くなっていった。

ブーメランの投げ方にも工夫をし、屋外でも楽しめるブーメランの研究を続けたいと思った。



## 講 評

### 『遠くまで飛べ！ 紙ブーメラン』

小学校4年生からの継続した研究を発展させ、今回は多角的に7つの実験を実施して、研究を深めるための努力の跡がよく伺える。特にブーメランを70類以上も作成して飛ばして実験を根気強く取り組んでいることは、科学が本当に好きであるということがよく分かります。

ブーメランの羽の角度や長さ、羽の枚数、素材等、自分が疑問に思ったことに着目して飛行時間と距離の関係をデータでしっかりと取りグラフ化して研究に客観性を持たせていることは、科学の基礎・基本でありとてもすばらしい。

写真やグラフの作成においても、パソコンソフトを上手く活用してレイアウトを工夫していて研究の流れも分かりやすく見やすさもあります。

実験から分かったことも、数字でしっかりとグラフ(データ)から導き出しているのが科学的に根拠づけている。

ブーメランの軌道を風との関係で実験をとおして自分なりの発想で解き明かしていることもすばらしい。さらに今回の研究を文献等で調べて内容を深めていくともっと深みのある研究につながると確信します。



## 羽地の淡水プランクトン

名護市立羽地小学校 6年 神山実穂

生物部門

### I 研究の動機

私は、3年生のときの自由研究でミクロ観察スコープという小型の顕微鏡を使い、植物の葉の葉脈や気孔、細胞のちがいなどを観察した。また、4年生のときは、沖縄本島各地の砂浜を調べ、有こう虫や微小貝などを観察して、写真におさめた。

そして、5年生のときに、理科の「メダカたんじょう」の授業で、池や川などの水の中には魚が食べるものがあるか、顕微鏡を使って調べた。そのときに初めて、私はプランクトンのミジンコを見た。その形がとてもおもしろくて、もっといろんなプランクトンを見てみたい、また、どんなところに、どんなプランクトンが生息しているのか知りたいと思った。しかし、沖縄にどんな淡水プランクトンがいるのか、図書館やインターネットで調べても、資料が全く見つからない。

そこで今回は、地元名護市の羽地で、これまでの自由研究で身に付けた顕微鏡写真の撮影方法を生かし、淡水プランクトンについて調べる研究を行うことにした。

※ 淡水＝塩分をほとんどふくまない水。まみず。

### II 研究の目的

- 1 プランクトンネットを自分で作り、できるだけ多くのプランクトンを採集できるようにする。
- 2 上手に顕微鏡を使えるようにし、デジタルカメラで、プランクトンの写真をとれるようにする。
- 3 羽地の田んぼや川などに生息する淡水プランクトンを、顕微鏡で観察して写真におさめる。

4 場所によって生息するプランクトンの種類や数はそれぞれちがうのか、予想をたてて調べる。

5 羽地地域には、どんな淡水プランクトンの種類がいるのかまとめる。

6 季節によって、水田に住むプランクトンの種類がちがうのか、秋(11月)の水田のプランクトンを調べ、夏(8月)と比かくする。

7 プランクトンは土から発生するのか、稲刈り後の水田のかわいた土を採集して水をかけ、プランクトンが観察できるのかを調べる。

### III 準備する物

- 1 顕微鏡
- 2 スライドガラス
- 3 カバーガラス
- 4 試料ビン(100円ショップの化粧水詰め替え容器)
- 5 洗たく機用ゴミ取りネット
- 6 金あみのザル
- 7 ストッキング
- 8 カッターナイフ
- 9 ちょうこく刀
- 10 カッターマット
- 11 ハサミ
- 12 ゴム手袋
- 13 エポキシパテ
- 14 ガムテープ
- 15 水温計
- 16 つりざお
- 17 コーヒードリッパー



- 18 コーヒーフィルター
- 19 空き缶
- 20 スポイト
- 21 ティッシュペーパー
- 22 ゴミ袋
- 23 ラベル
- 24 ネームペン
- 25 蛍光灯スタンド
- 26 デジタルカメラ
- 27 パソコン
- 28 プリンター

#### IV 観察の方法

##### 1 プラクトンネットの作り方

###### (1) 小型プラクトンネット

- ① 試料ビン(化粧水詰め替え容器)のふたに、できるかぎり大きなあなをあけるために、まず、カッターナイフで切りこみを入れる。



- ② ちょうこく刀で、切りこみにそって深く切り、あなをあける。



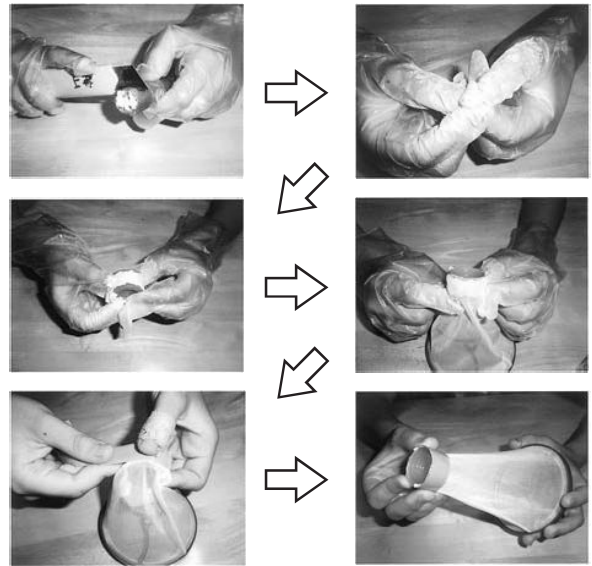
- ③ 切り口をちょうこく刀でけずり、なめらかにする。



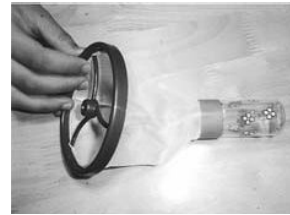
- ④ 洗たく機用ゴミ取りネットの先端部を、ハサミで切る。



- ⑤ エポキシパテを練って、ふたのまわりにつけ、ネットをかぶせて、しっかりはり合わせる。念のために、ガムテープでは強する。



- ⑥ ふたは、スクリューキャップになっているので、びんを取り付けて、完成。

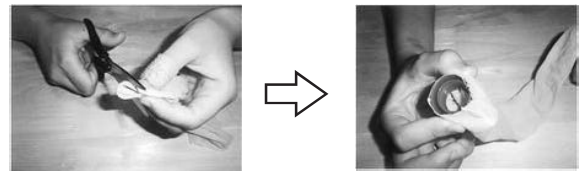


###### (2) 中型プラクトンネットの作り方

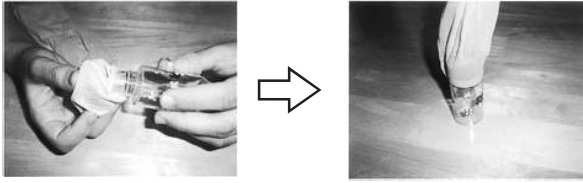
- ① (1)–①～③と同じようにして、ふたにあなをあける。



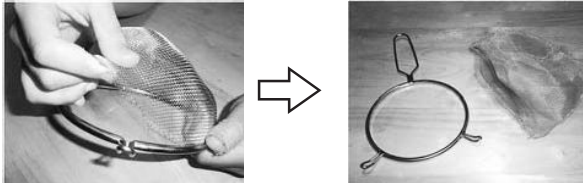
- ② ストッキングの先端部をハサミで切って、ふたにストッキングをかぶせる。



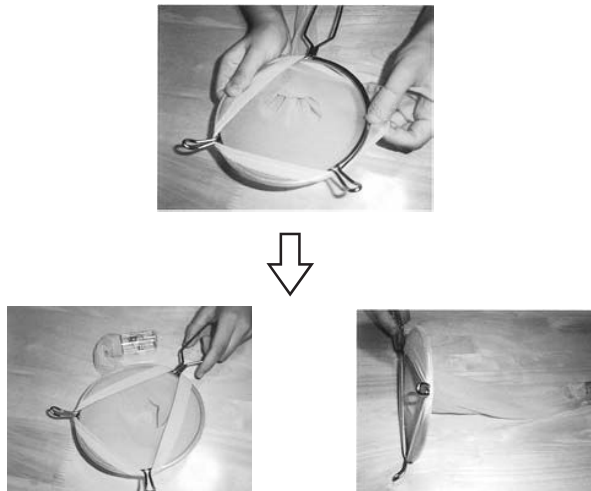
- ③ ストッキングはうすいので、スクリーキャップとピンをはさんで固定する。



- ④ 金あみのザルの金あみ部分はずす。

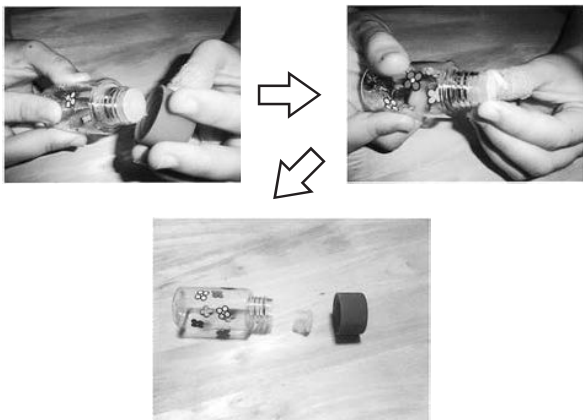


- ⑤ ストッキングの上の部分を強く引っ張って、ザルのわくに取り付けて、完成。



## 2 試料ビンの準備

- (1) 100円ショップで購入した化しょう水詰め替え容器のふたを取り、上部にあなのあいた栓を取る。



- (2) ふたを取り付けて準備完了。



## 3 プランクトンの採集のしかた

- (1) 水温を測り、ラベルに日時と場所を記入する。



- (2) プランクトンネットで、採集する。



- (3) 水草や水中の枯れ草をしぼり、水滴を集める。

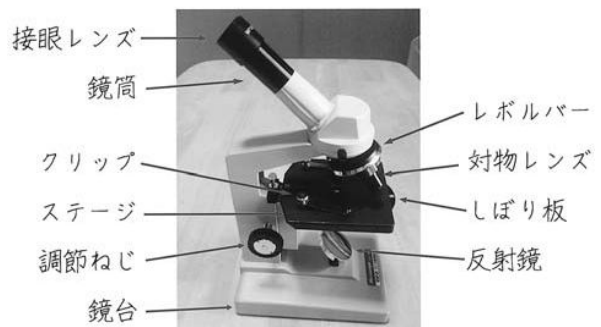


- (4) 試料ビンに、(1)のラベルをはり付け、保管し、その日のうちに顕微鏡で観察する。



## 4 顕微鏡の使い方

<顕微鏡の各部の名前>

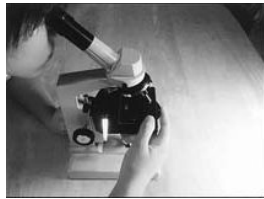


※ 倍率は、(接眼レンズの倍率) × (対物レンズの倍率) で示す。

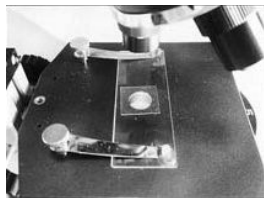
- (1) 顕微鏡は、直射日光の当たらない水平な台の上に置き、蛍光灯スタンドの光を使用する。



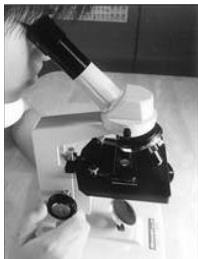
- (2) もっとも低い倍率の対物レンズから使用し、接眼レンズをのぞきながら、視野全体が一様な明るさになるように、反射鏡としぼり板を調整する。



- (3) プレパラートを、ステージの中央にのせる。



- (4) ステージを一番上まであげ、調節ネジで下げながら、ピントを合わせる。



- (5) 観察する部分が、視野の中央にくるようにプレパラートを動かす。しぼり板を調節して、ちょうどよい明るさにする。プレパラートの移動の向きと、視野の中の移動の向きは逆になる。



- (6) 倍率を上げるときには、レボルバーを回して対物レンズを変える。また、視野が暗くなるので、しぼり板で明るさを調節する。



- (7) 倍率が高いときは、横から見ながら調節ネジを回し、対物レンズをプレパラートにできるだけ近づける。そして、調節ネジで、プレパラートを対物



レンズから遠ざけながら、ピントを合わせる。

## 5 プランクトンの観察

- (1) 試料ビンに採集した水を、コーヒーフィルターでこす。



- (2) フィルターの中の水が、2～3 mlになったら、スポイトで別の容器に移す。



- (3) 観察するものを、スポイトで1滴ほど、スライドガラスの中央に落とす。



- (4) あわがはまらないように、カバーガラスを静かにかぶせる。



- (5) 顕微鏡にプレパラートをセットして、プランクトンを探し、ピントを合わせてデジタルカメラで写真をとる。このとき、デジタルカメラは発行禁止モードにし、ズーム機能を使って、拡大したりした。

※ 顕微鏡の接眼レンズの上に、デジタルカメラのレンズ部分をあわせて、ゆっくりシャッターをおす。



## 6 土から発生するプランクトンの調べ方

- (1) 稲刈り後の水田から、土を採取する。





- ① 水田(川上区)
- ② 水田の用水路(川上区)
- ③ 水田(振慶名区)
- ④ 田イモの水田(川上区)
- ⑤ 金川(砂防ダムの下)
- ⑥ 我部祖河川(金川の downstream)
- ⑦ 普久川(滝つぼ)
- ⑧ 普久川(滝近くのわき水)
- ⑨ 源河川上流
- ⑩ 源河川中流(普久川の downstream)
- ⑪ 羽地大川(ダムの下)
- ⑫ 羽地小学校のピオトープ(池)
- ⑬ 羽地中学校の池
- ⑭ さとうきび畑の水たまり(家の近く)
- ⑮ 道路の水たまり(伊差川区の山手の畑近く)
- ⑯ 水おけ(伊差川区の山手の畑)

(2) 観察結果

① 水田(川上区)



【観察場所の様子】

新しい稲の苗が植えられたばかりで、水がはられていた。水の中には、も藻や泡がういていて、カエルのタマゴやオタマジャクシ、ボウフラ、アメンボなど、小さな生物がたくさんいた。

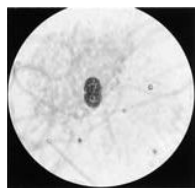
《1回目》

【採取日時】平成22年8月14日 13:50

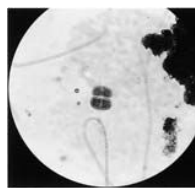
【水 温】42℃

【観察日時】平成22年8月14日 16:32~18:30

【観察記録】



×300



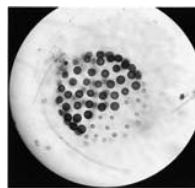
×300

2つの写真とも、中央にあるのは、<sup>りよくそう</sup>緑藻のツヅミモのなかまで、コスマリウム属だと思われる。

細胞は中央で深くくびれて、つづみのように見えるので「ツヅミモ」とよばれる。



×300

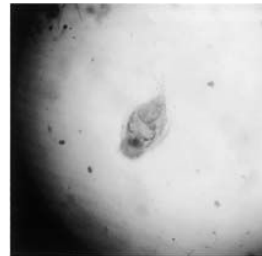


×300

両方とも、緑藻のボルボックス(オオヒゲマワリ)のなかまで、プレオドリナ(ヒゲマワリ)属だと思われる。なぜなら、ひとつひとつの細胞が球形で、寒天質の膜の中にならなくて、大小2種類の細胞があるからだ。また、泳ぎ

回っているものもあった。

まわりには、藍藻のネンジュモのなかまのアナベナ属も見られる。これは、夏季にアオコをつくることで有名で、実際に、水田にアオコをつくっていた。



×100

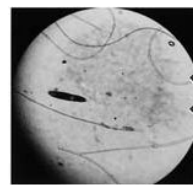
<sup>せつそく</sup>節足動物甲殻類のケンミジンコのなかまで、第1しよっ角の長さから、ヒゲナガケンミジンコやソコミジンコではなく、ケンミジンコのなかまでであることが考えられる。

泳いでいる様子が、はっきりと観察できた。また、頭部、胸部、腹部の3つの部分からできていることがわかった。

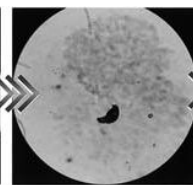


×300

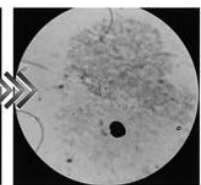
<sup>りよくそう</sup>緑藻のツヅミモのなかまのクロステリウム属だと思う。細胞は細長く三日月形に曲がっていて、その形から「ミカヅキモ」とよばれている。葉緑体が上下にわかれていて、その中に丸いつぶが数個ならんで見える。



×300



×300



×300

<sup>べんもうそう</sup>鞭毛藻のミドリムシ藻のなかまで、ユーグレナ属のサンガイネアではないだろうか。鞭毛は、はっきりとは見えなかったが、<sup>がんてん</sup>眼点のようなものは見え、上のように形を変えて運動していた。鞭毛藻のなかまは、植物のように、光合成をして生活するのに、動物のように動き回ることができるので、不思議に思った。

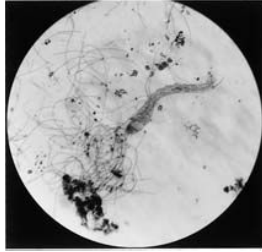
ふつうミドリムシは緑色の葉緑素を多くもっていて名前のおり緑色をしているが、サンガイネアのように赤い色素を持っている種類もあり、赤いミドリムシとよばれている。



×300

原生動物<sup>せんもうちゅう</sup>繊毛虫の楕円形のなかまで、体の表面に細かい<sup>せんもう</sup>繊毛があって、それをさかんに動かして活発に泳いでいた。動きが速くてさつえいしくなかったが動きがにぶくなっているのがいたので、写真にとることができた。最

初はゾウリムシかと思ったが、ゾウリムシは口の付近で体がねじれているということなので、これはちがうと判断した。図鑑のいろいろな種類を調べたが、どれであるのか見分けることはできなかった。



×100

これはプランクトンではないが、よく見られたのでのせておく。

体は細長く、節があり、体の前のほうに1対のあしがある。後ろのはしには1対の突起があり、頭部は卵形であるので、ユスリカ幼虫と考えられる。

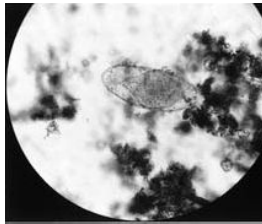
《2回目》

【採取日時】平成22年8月15日 10:15

【水 温】35℃

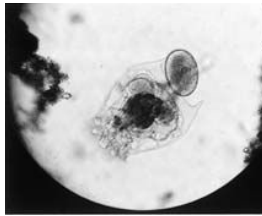
【観察日時】平成22年8月15日 17:22~18:32

【観察記録】



×300

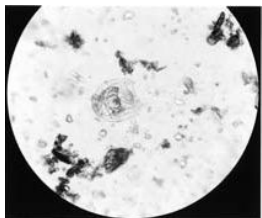
原生動物<sup>せんもうちゅう</sup>繊毛虫<sup>だえんけい</sup>の楕円形のなかまで、1回目に見られたものと同じ種類だと思うが、口の部分のへこみがはっきりと見られた。



×300

ワムシの中のツボワムシのなかまで、どの属かは、はっきりしないが、私はツボワムシ属だと思う。理由は、殻が胴の部分だけをつつみ、殻の後ろから足を出して、殻の形が四角形に近い楕円形で前後にとげがあるからだ。

このワムシは、体の後部に楕円形<sup>だえんけい</sup>のものをくっつけていて、これは、卵だと考えられる。

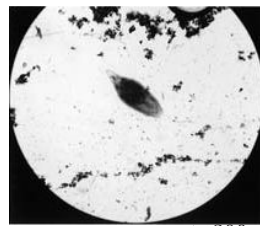


×300

ワムシの中のツボワムシのなかまでであると思うが、どの属かは、はっきりしない。

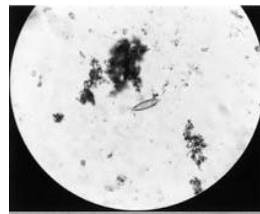
足は見えないが、曲げているようにも見える。

この水田には、いろいろなワムシが見られた。



×300

鞭毛藻<sup>べんもうそう</sup>のミドリムシ藻のなかまのユーグレナ属だと思う。鞭毛は、はっきり見えないが、眼点のようなものがかすかに見える。これも活発に動き回っていた。



×300

珪藻<sup>けいそう</sup>で、フナガタケイソウのなかまのフナガタケイソウ属で、葉緑体<sup>かくめん</sup>が殻面<sup>かくめん</sup>の側縁<sup>そくえん</sup>にそって2個あるのが特ちょうである。

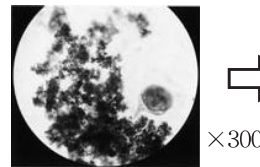
水の中をすべるように動き回っていた。



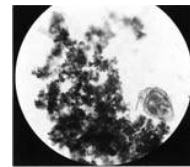
×300

節足動物<sup>せつそく</sup>甲殻類<sup>こうかくるい</sup>のケンミジンコのなかまでである。

これは、横から見た状態で、足などがいくつかの節になっているのが、はっきりと確認できる。

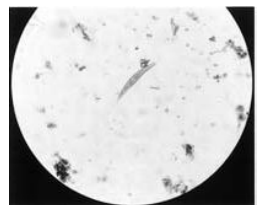


×300



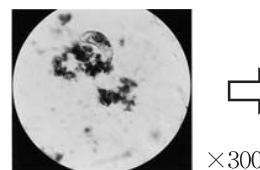
×300

ワムシの中のツボワムシのなかまでであると思うが、どの属かは、はっきりしない。ワムシのなかまの特ちょうである趾<sup>あしゆび</sup>がはっきり確認できる。ここでは、体をものに付着させるのに役立てていた。

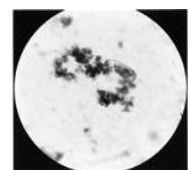


×300

緑藻<sup>りよくそう</sup>のツツミモのなかまのクロステリウム属(ミカヅキモ)だと思う。葉緑体の中に丸いつぶが1列にならぶのが特ちょうで、それが1日目のものよりはっきり見える。

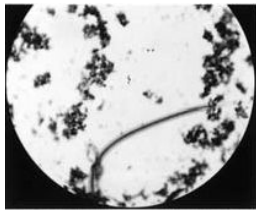


×300



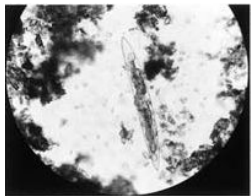
×300

趾<sup>あしゆび</sup>で体をものに付着させるのに役立てているので、ワムシだと思うが、どのワムシのなかまかよくわからなかった。



×100

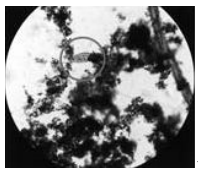
センチュウがさかんに動いているのが観察できた。体は細長くひも状で、尾の部分はとがっている。体はよく曲がるが、伸び縮みはしない。体をくねらせて運動する。



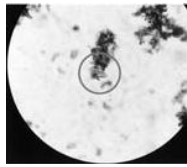
×300

これは、植物性プランクトンだと思うが、どのなかまなのか、まったくわからなかった。動いてはいなかった。

こん虫の卵かも知れない。

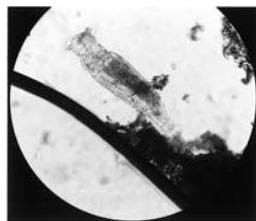


×300



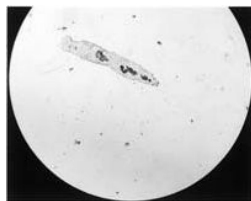
×300

珪藻のササノハケイソウのなかまのコバンケイソウ属であると思う。図かんの写真にそっくりだった。ときどき、すべるようにして、動いていた。



×300

これは、ワムシのなかまのヒルガタワムシだと思う。体がやわらかくのびたり、縮んだりして、頭の部分に車輪の形をした輪盤があり、繊毛が生えていて、それをはげしく動かしていた。



×100

これは、図かんやインターネットを使って、いろいろ調べてみたが、何なのかまったくわからなかった。

## ② 水田の用水路(川上区)



### 【観察場所の様子】

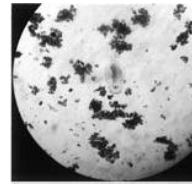
新しい稲の苗が植えられた水田のそばの用水路で、水が絶えず流れていた。また、用水路の中には、ところどころに藻が生えていた。

【採取日時】平成22年8月14日 14:10

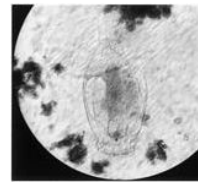
【水温】35℃

【観察日時】平成22年8月14日 19:07~20:04

### 【観察記録】

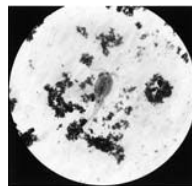


×100

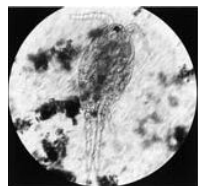


×300

ツボワムシのなかまだと思うが、属までは見分けることができなかった。趾と輪盤の繊毛を動かしている様子ははっきり見えた。

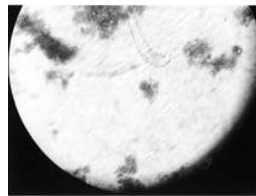


×100



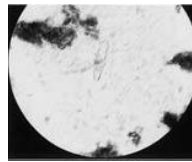
×300

そばにある水田(2日目)で見られたケンミジンコ(横から見た状態)と同じ種類だと思われる。

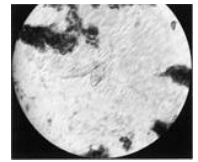


×300

水田(1日目)で見られたのと同じ種類のユスリカ幼虫だと思われるが、倍率は300倍なので、水田のよりだいぶ小さいユスリカ幼虫である。

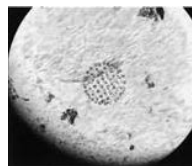


×300

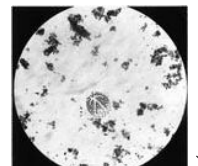


×300

ヒルガタワムシと思われるが、これも、そばの水田で確認されている。また、上のユスリカ幼虫と同じように、水田で見られたものに比べてだいぶ小さい。

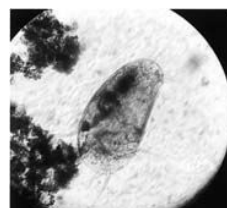


×300



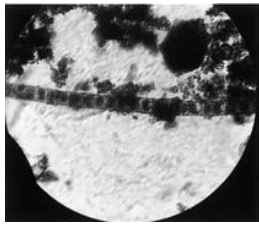
×100

両方とも水田(1日目)で見られた緑藻のボルボックスのなかまで、プレオドリナ属と思われる。右側のは、形がくずれてきているが、大の字のようなおもしろいもようをつくっている。



×300

これは、節足動物のカイミジンコのなかまだと思う。体をおおう2まいの殻の中から、触角と足を出して泳いでいた。



×300

緑藻の各種ミドロのなかま  
でヒビミドロ属と思われる。  
葉緑体が板状になっている。



×300をズームで撮影

この水田でも、<sup>りよくそう</sup>緑藻のツ  
ミモのなかまのクロステ  
リウム属(ミカヅキモ)が見  
られた。

### ③ 水田(振慶名区)



#### 【観察場所の様子】

新しい稲の苗が植えられた  
ばかりで、水がはられていた。  
水の中には、藻はあまりなく、  
泡がたくさんういていて、カ  
エルのタマゴやオタマジャク

シなどが見られた。

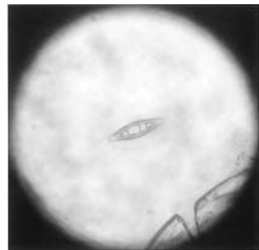
まわりは住宅に囲まれていて、水田のどろは少くさ  
かった。

【採取日時】平成22年 8月15日 11:30

【水 温】37℃

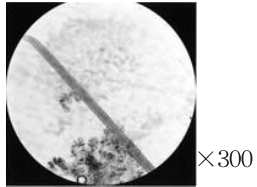
【観察日時】平成22年 8月16日 17:42~20:48

#### 【観察記録】



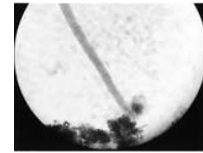
×300

<sup>けいそう</sup>珪藻のフナガタケイソウの  
なかまのフナガタケイソウ属  
と思われる。これも、川上区  
の水田のものと同じように水  
の中をすべるように動き回っ  
ていた。

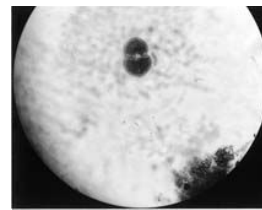


×300

藍藻のコレモのなかまのオシラトリア属だと思う。前  
進したり、ゆれたりしていたが、それで、コレモとよばれ  
ているらしい。細胞のまわりには、<sup>ねんしつ</sup>粘質のさやが見られな  
い。また、まっすぐで先たんがわずかに曲がっていること  
から、オシラトリア テヌイスだと考えられる。



×300

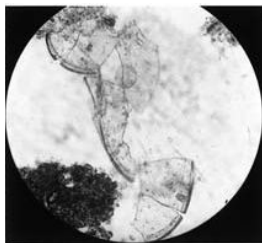


×300

これは、真ん中が深くくび  
れていることから、緑藻のツ  
ミモのなかまのコスマリ  
ウム属だと考えられる。

この写真のコスマリウム  
は、ひょうたんのような形が、  
特ちょう的だと思った。

### ④ 田イモの水田(川上区)



×300

これは、プランクトンの死  
がい割れたものだろうか。  
ふちがギザギザとがっている。  
1日おいて観察したかめか、  
このような破へんがたくさん  
見られた。

他にも、この写真には、小さ  
いが、藍藻のネンジュモのな  
かまのアナベナ属や、緑藻のツ  
ミモのなかまのコスマ  
リウム属のようなものが確認  
できた。



#### 【観察場所の様子】

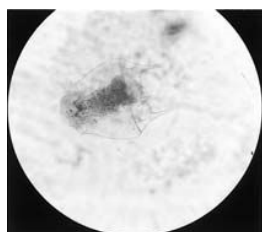
新しい田イモが植えられ  
たばかりで、水がはられてい  
た。水の中には、藻はあまり  
なく、泡がたくさんういてい  
て、ボウフラのような小さな  
ムシが群れでたくさん見られ  
た。気持ち悪くて、体に害を  
あたえるかもしれないと思った  
ので、採取しなかった。また、  
田イモのくきにピンク色の卵  
のようなものが、あちこ  
ちにたくさんついていた。

【採取日時】平成22年 8月21日 14:30

【水 温】38℃

【観察日時】平成22年 8月21日 21:25~21:47

#### 【観察記録】



×300

このワムシは、ツボワムシ  
のなかまであるが、どの属か  
は、はっきりわからなかった。  
カクネコワムシに似ているが、  
断定できない。



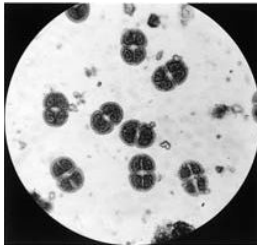
×300

このフナガタケイソウは、  
同じ川上の稲の水田で見つ  
かったものと、まったく同じ  
種類である。



×300

このミカヅキモ(クロステリウム属)も、川上区や振慶名区の水田から見つかったものと、まったく同じ種類のものである。



×300

ツヅミモのなかまのコスマリウムの一種である。たくさんならぶと、同じ種類でも、ちがっているところがあってもしろい。

### ⑤ 金川(砂防ダムの下)



【観察場所の様子】

伊差川区にある金川の砂防ダムの下で、日かげになっていて、すずしく感じた。ダムのすぐ下の川底はコンクリートになっていて、褐色の藻がたくさん生えていた。その下流の川底は、石が多くカワニナがたくさんいた。



降りると危険だと感じたので、つりざおを使って、つり糸の先にプランクトンネットを

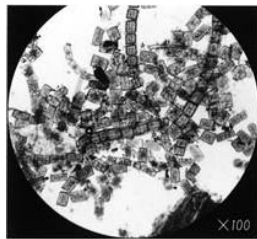
ぶらさげて、プランクトンを採取した。

【採取日時】平成22年8月21日 15:30

【水 温】25℃

【観察日時】平成22年8月21日 22:46~22:52

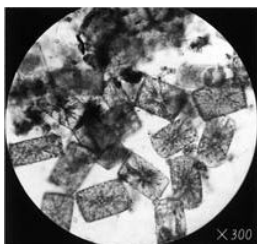
【観察記録】



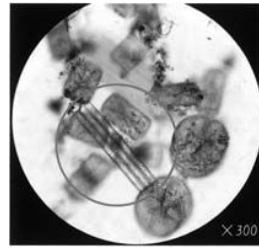
×100

珪藻のヒメマルケイソウのなかま、タルケイソウ(メロシラ)属だと思う。なぜなら、体が丸いつつ形で、左の写真のように両はしでつながって長い群体をつくっていたからである。下の2枚の写真を見てもわかるように、ななめから見るとたる形になっている。

この種類は、水中の石や植物のくきに付着することが多いとのことなので、砂防ダムの下のコンクリートの川底にたくさん生えていたのは、このタルケイソウであったこと



×300



×300

がわかる。

赤い丸わくのプランクトンは、珪藻のイタケイソウ(ディアトマ)のなかまで、オビケイソウ(フラギリア)属のフラギリア カブキナだと思う。

殻面で連結してくし形に連なり、群体をつくっているところから「オビケイソウ」と言われている。

### ⑥ 我部祖河川(金川の下流)



【観察場所の様子】

金川の下流で、いくつかの支流が流れこんで、川はばが広がっている。川の両岸はコンクリートへきになっているが、植物がたくさん生いし

げっていた。川の流れはおそくて、水もにごっていた。

【採取日時】平成22年8月21日 11:45

【水 温】30℃

【観察日時】平成22年8月21日 17:02~17:33

【観察記録】



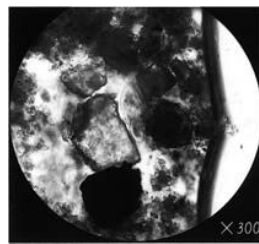
×300

げんせいどうぶつ べんもうちゅう

原生動物の鞭毛虫のなかま、キロモナス属の一種だと思われる。これは、水田などでもよく見られたが、動きが速くて写真にとることができなかった。今回、初めて写すことがで

きた。

葉緑体はなく、体は小さくて、へこみのあるところを前に矢印の方向をじくとして、回転しながら泳いでいた。

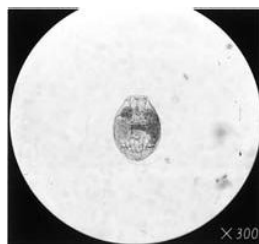


×300

せんもうちゅう

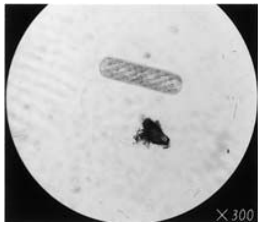
原生動物の繊毛虫のなかまであるが、どの属かはわからない。楕円形で、ぞうりのような形をしているので、ゾウリムシかと思ったがくびれたところがはっきりわからない。

この種類は、あちこちで見られたが、動きが速くて複雑で写真にとることはできなかった。ところが、今回は、運良く障害物にとじこめられていて、同じ所をいったりきたりしていたのできつえいすることができた。



×300

ツボワムシのなかまのハオリワムシ属だと思う。なぜなら、前にV字形のへこみがあり、卵形のからでほとんどおおわれているからだ。趾は、しまっているのか、見えなかった。



カプセル形でリボン状葉緑体を持っている。中央に、くびれのようなものも見られる。緑藻のスピロテニア属に、最も似ているように思うが、確かではない。

⑦ 普久川(滝つぼ)



【観察場所の様子】

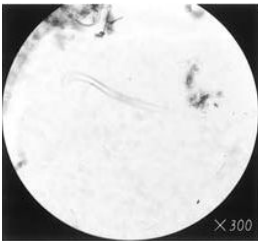
多野岳の近くにある滝で、水がすきとおっていて、テナガエビもいた。滝つぼのまわりはずしく、ハグロトンボも飛んでいた。

【採取日時】平成22年8月21日 13:10

【水温】26℃

【観察日時】平成22年8月21日 18:06

【観察記録】



滝の水はきれいで、プランクトンはほとんどいなかった。ただ、小さなセンチウのようなものが見られた。くねくねと動き回っていた。

きれいな水の中にも、このような生き物がいることを知ると、滝の水も気軽に飲むことはできないなと思った。

⑧ 普久川(滝近くのわき水)



【観察場所の様子】

普久川滝のすぐ下流の方で、わき水が川に流れこんでいた。様子を見ると、赤っぽい藻のようなものがあったので、プランクトンがいるのではない

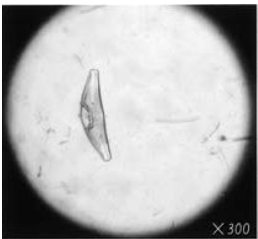
かと思い、採取した。

【採取日時】平成22年8月21日 13:00

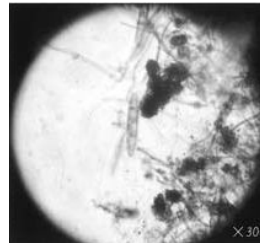
【水温】26℃

【観察日時】平成22年8月21日 17:02~17:33

【観察記録】



珪藻のフナガタケイソウのなかまのクチビルケイソウ(キンペラ)属である。形は、くちびる形で、すべるように動いていた。



珪藻のフナガタケイソウのなかまが見えるが、ピントがはっきりしないため、葉緑体の様子が確にできず、どの属なのか見分けがつかない。

まわりにある糸状の藻は、藍藻のユレモのなかまであるリングピア属だろうか。黄褐色のうすいさやが見えた。



上の様子をデジタルカメラでズームアップして写したが、ピントが合わず、きれいに写らなかった。

⑨ 源河川上流



【観察場所の様子】

川のまわりは岩がむき出しになっていて、川底には小石がしきつめられている。緑におおわれて木かげになって、すずしく、ハグロトンボ

どもいた。

【採取日時】平成22年8月21日 14:00

【水温】27℃

【観察日時】平成22年8月21日 20:06~21:22

【観察記録】

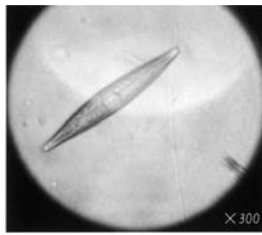


緑藻のケトフォラのなかま、クロニオフォラ属と思う。細胞は一系列で木の枝のように分かれ、細胞の中は葉緑体でいっぱいにはなっていないので、カワシオグサではないと考えられる。

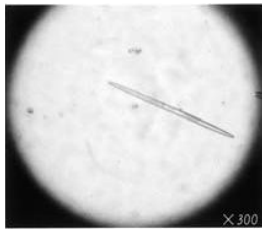
また、クロニオフォラの中を、普久川滝にいたのと同じ種類のセンチウが動き回っていた。



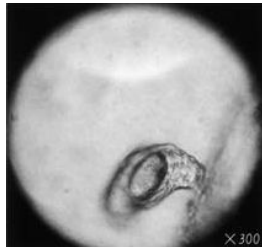
これは何なのか、いろいろ調べたが、まったくわからなかった。こん虫や何かの卵なのだろうか。これからも、いろいろ調べてみたいと思う。



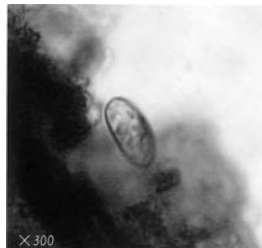
珪藻のフナガタケイソウのなかまで、ヒシガタケイソウ(フルスツリア)属だと思う。形は長い楕円形でほとんど動かない。葉緑体は2枚で真ん中付近まであり、色は黄褐色である。



珪藻のイタケイソウ(ディアトマ)のなかまでハリケイソウ属のシネドラの一種ではないだろうか。本当にはりのような形をしているので、おもしろいと思った。



ワムシのなかまと思われるが、どのワムシのなかまかよくわからない。足は見られなく、よく動き回っていた。



しきりに動き回っていたが、動きが止まったときにズームアップして写すことができた。鞭毛虫なのか繊毛虫なのかよくわからないが、体はとても小さく、楕円形をしている。



これはこん虫の羽だろうか。よくわからないが、ふちに毛が生えていた。また、右側が、羽のつけ根のようにも見える。



ここにも、水田にあったツヅミモのなかまのコスマリウムが、確にんされた。水田にたくさんいたものが、川の上流にひとつだけ見られたので、不思議に思った。



小さいが、フナガタケイソウが、とてもたくさん見える。また、はっきりしないがアナベナのようなものも確認できた。倍率をあげて観察しよう

したが、カバーガラスを割ってしまいさつえいできなかった。

### ⑩ 源河川中流



#### 【観察場所の様子】

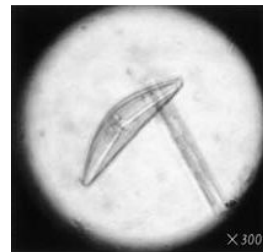
ここには、源河川上流だけでなく、普久川からも水が流れこんでいる。コンクリートの護岸になっているが、川底は小石がしきつめられ、流れはやや速かった。水はすきとおっていて、きれいに感じられた。

【採取日時】平成22年8月21日 13:30

【水 温】27℃

【観察日時】平成22年8月21日 18:32~19:58

#### 【観察記録】



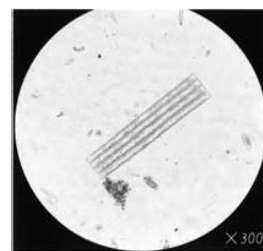
珪藻のフナガタケイソウのなかまのクチビルケイソウ(キンベラ)属である。中の葉緑体がぬけて、殻の状態がきれいに写っている。



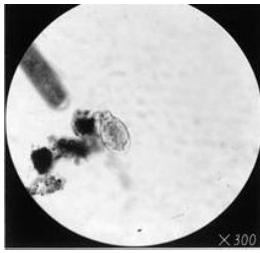
両方とも、上流でも見られた、緑藻のケトフォラのなかまで、クロニオフォラ属と思われる。あちこちに珪藻のなかまも見られ、緑藻に付着して生活しているものと考えられる。



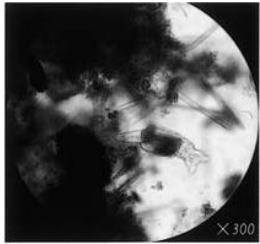
よく見てみると、葉緑体はらせん状になっていて、細胞は単独で、カプセル形をしている。我部祖河川で見られたものと少し似ているが、中央にくびれは見られない。私はスピロテニア属に近いと思う。



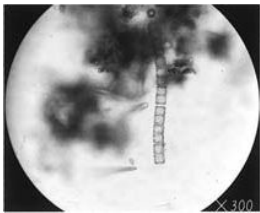
ここでも、珪藻のイタケイソウ(ディアトマ)のなかまでオビケイソウ(フラギリア)属のフラギリア カブキナらしきものが見られた。これは、金川でも確にんされている。



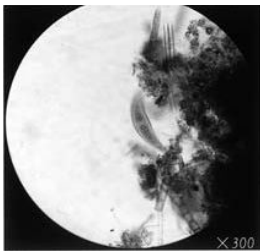
くやしいが、このワムシもくわしい属まで調べることはできなかった。形は、ハラアシワムシにも似ているが、腹の部分から出ているはずの足がはっきり確にんできない。



水田で見られたヒルガタワムシが、ここでも見られた。ヒルガタワムシは、池や沼、水田など、流れのないところ<sup>ぬま</sup>にすんでいると思ったので、予想外であった。



金川で見られた珪藻<sup>けいそう</sup>のヒメマルケイソウのなかま、タルケイソウ(メロシラ)属で、川底の石についていたものである。



緑藻のツツミモのなかま、ミカヅキモ(クロステリウム)である。これも、葉緑体は細胞の中央をさかいに上下1個ずつあり、葉緑体の中で丸く見えるピレノイドというものが中心線に数個ならんでいるのがはっきり確にんできる。

### ⑪ 羽地大川(羽地ダムの下)



#### 【観察場所の様子】

羽地ダムから流れる羽地大川の、川上区の平地へおりたところにある公園に面した川である。以前は、草もかられて整備されていたが、今回おとずれたら、草も生いしげって、とてもよごれていた。川の中にも草がたくさん生えていたが、水はそれほどよごれているようではなかった。

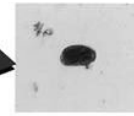
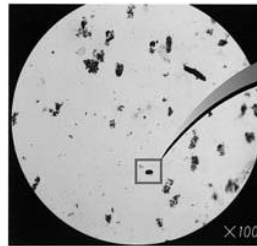


【採取日時】平成22年 8月15日 11:00

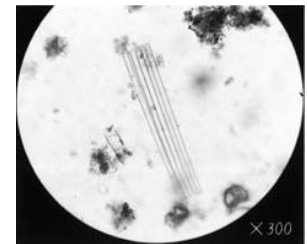
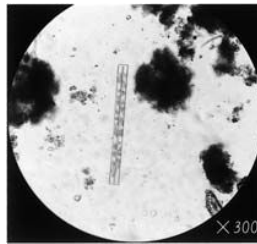
【水 温】30℃

【観察日時】平成22年 8月15日 18:44~18:52

### 【観察記録】



丸くて小さいものが、さかんにたくさん動いていたが、動きがあまりにも速くて、写真にとれなかった。左の写真は、倍率を100倍にして視野を広げ、なんとか写すことができた。パソコンで拡大してみると、上のようなになる。動きから、原生動物の鞭毛虫のなかまのキロモナス属の一種ではないかと思った。



珪藻のイタケイソウ(ディアトマ)のなかまでオビケイソウ(フラギリア)属のフラギリア カブキナと思われるものが、この川でも確にんされた。これで、すべての川で見つかったことになる。また、右のオビケイソウは、葉緑体がぬけてしまって、殻だけ残っていた。

### ⑫ 羽地小学校のピオトープ(池)



#### 【観察場所の様子】

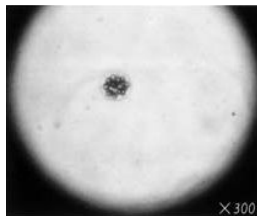
羽地小学校の理科室の前にある教材用の池で、水草があり、メダカを飼っている。藻が生えすぎないように、屋根としてブルーシートがかぶせられていて、日かげをつくっている。ときどき、トンボも飛んでくるため、中にはヤゴも生息している。

【採取日時】平成22年 8月15日 11:15

【水 温】28℃

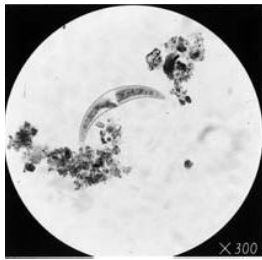
【観察日時】平成22年 8月16日 15:41~17:23

#### 【観察記録】

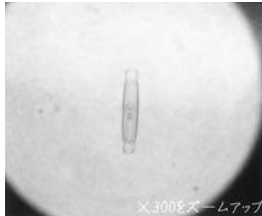


これは、水中でぐるぐると回転していた。プレオドリナにも似ているが、だいぶ小さい。緑藻のボルボックスのなかまだと思うが、どの属なのかはよくわからない。最初は、ユードリナ(タマヒゲマワリ)

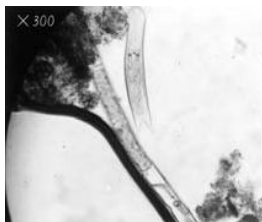
属かと思ったが、色があざやかな緑色ではないのでちがうと思う。



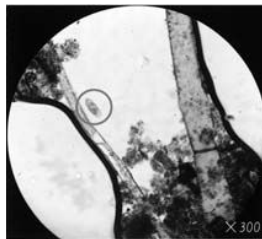
水田や川にもいたミカヅキモは、学校の池にも見られた。しかし、これは、葉緑体が少しくずれてしまっている。でも、葉緑体の中には整列したピレノイドがはっきり見える。



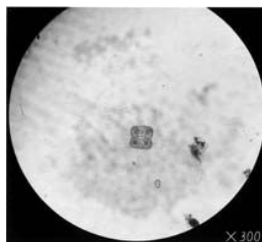
これは、300倍で見た珪藻をデジタルカメラでズームアップして写したもので、フナガタケイソウ(ナビクラ)属であると思う。



これは、イタチムシという腹毛動物門の多細胞生物で、ワムシのなかまに近い動物である。よく動き回っていて、体じゅうに細かい毛が生えているように見え、見ていておもしろい生物であった。



丸印でかこんだものは、原生動物の繊毛虫のなかまで、楕円形をしている。右上にややくびれているところがあるので、そこが口の部分だと思う。それからすると、コルピディウム属の一種だと考えられる。



真ん中が深くくびれているので、緑藻のツヅミモのなかまでコスマリウム属の一種だと思う。水田には、楕円形のコスマリウムが多く生息していたが、ここで初めて、台形のコスマリウムを見ることができた。

⑬ 羽地中学校の池



【観察場所の様子】

羽地中学校の中庭の池で、まわりは大きな石で囲まれていた。はずや水草などがうかんであり、アメンボのどの生物も泳いでいた。水は池らしく

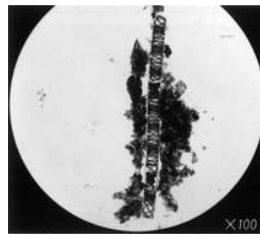
く緑色ににごっていて、少しくさいにおいがした。

【採取日時】平成22年 8 月21日 15 : 50

【水 温】31℃

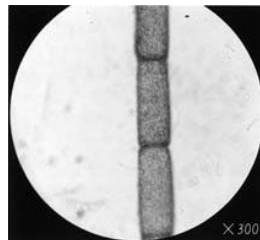
【観察日時】平成22年 8 月21日 23 : 04~23 : 30

【観察記録】



緑藻のアオミドロ(スピロギラ)属だと思うが、らせん状にまいているリボン状の葉緑体がきれいにならんでいないのが気になる。

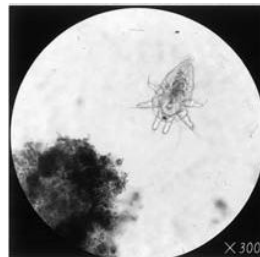
アオミドロのまわりにあるものは、藍藻のクロオコックスのなかまなのだろうか。



緑藻のサヤミドロ(オエドゴニウム)属と思われる。アオミドロのように細胞は円筒形で糸のようにつながり、葉緑体はあみ目のようになっている。



鞭毛藻のミドリムシ藻のなかまで、ユーグレナ(ミドリムシ)属のユーグレナオキシリウス(オオミドリムシ)ではないだろうか。ねじれて動いているが、眼点が見える。



ケンミジンコの幼生期の最初、ノープリウス期の個体である。この後、コペポディド期という幼生期を経て、成虫になる。



鞭毛藻のミドリムシ藻のなかまで、ユーグレナ(ミドリムシ)属の一種だと考えられる。下の写真は、さらに、ズームアップしたものである。

↓ ズームアップ



はっきりとは見えないが眼点らしきものが確にんできる。しかし鞭毛は、見ることはできなかった。

⑭ さとうきび畑の水たまり



【観察場所の様子】

家の近くを流れる金川のそばにあるさとうきび畑に、雨のあとの水たまりができていて、そこに藻が発生していた。そこで、プランクトンがいる

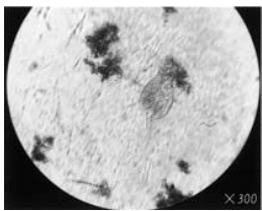
のではと思い、水を採取した。

【採取日時】平成22年8月14日 14:50

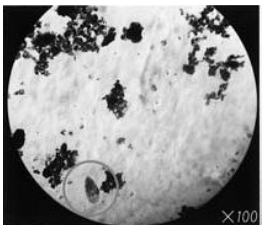
【水 温】33℃

【観察日時】平成22年8月14日 21:10~23:01

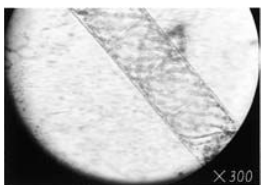
【観察記録】



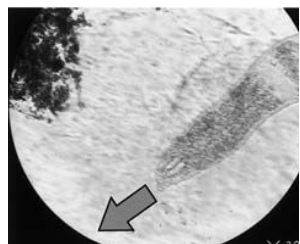
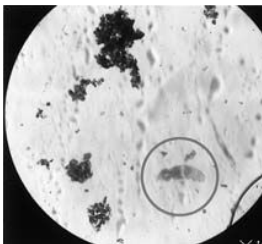
ワムシのなかまなのは確かだが、属ははっきりしない。だが、趾と卵形をした胴は、はっきり確にんできる。



原生動物の繊毛虫の、楕円形のなかまだと思うのだが、どの属かはわからない。だが、このプランクトンは、いろいろなところで、泳ぎ回っているのが見えた。



これは、緑藻のアオミドロ(スピロギラ)属だと考えられる。細胞内にリボン状の葉緑体がらせん状にまいている。



これは、プランクトンではなく、ウズムシの一種だとと思われる。左の写真のように体は柔らかく、度々、変形やのび縮みをして、すべるような独特の動きをしていた。また、右の写真からは、2つの目が見えることから、矢印の方向に進んでいるのがわかる。

⑮ 道路の水たまり(伊差川区の山手の畑近く)



【観察場所の様子】

伊差川区の山手にある畑の近くの道路で、雨が降ったあとの水たまりがにごっていた。見てみると、小さな赤っぽい虫のようなものが、たくさん

の群れで動いていた。

また、道のすぐそばは森になっている。

【採取日時】平成22年8月21日 15:10

【水 温】40℃

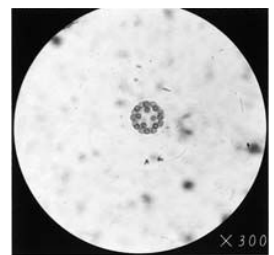
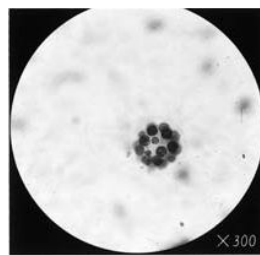
【観察日時】平成22年8月21日 22:15~22:40

【観察記録】

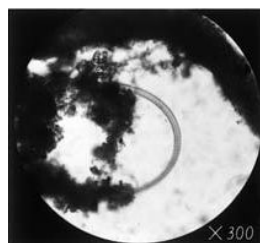


これは、ミカヅキモ(緑藻のツツミモのなかまクロステリウム モニリフェルム)のようである。水たまりにいたとは思わなかったので、ここで見つかった、予想外だった。

×300をさらにズームアップ



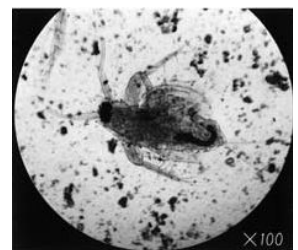
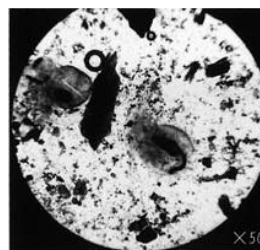
両方とも、水中でクルクル回転していたので、緑藻のボルボックスのなかまであるが、左はプレオドリナ(ヒゲマワリ)属の一種で、右はユードリナ(タマヒゲマワリ)属の一種だと考えられる。なぜなら、左は大小2種類の細胞が見られるからである。



藍藻のユレモのなかま、オシラトリア属と思う。ゴミにはさまっているためか、ユレモどくとくゆるるような動きは、見られなかった。



ワムシのなかま、うしろに2本のとげが見えるので、ツボワムシのなかまと思うが、属ははっきりしない。繊毛の生えた輪盤と趾のついた足が出ていて、輪盤は特に大きく感じられた。





## 2 秋に観察できたプランクトン

### (1) 観察結果

#### ① 水田(川上区)



#### 【観察場所の様子】

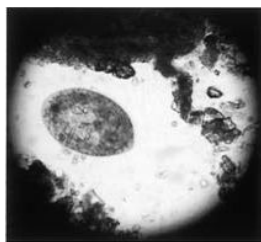
二期作の収刈りが終わり、耕うん機で土を耕して、その上に稲わらがしかれていた。所所に水たまりがあったので、そこからプランクトンを採集した。

【採取日時】平成22年11月13日 17:05 雨

【水 温】21℃

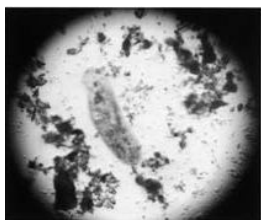
【観察日時】平成22年11月13日 18:37~19:38

#### 【観察記録】



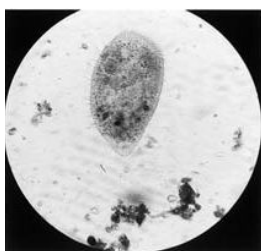
×300

これは、繊毛虫の楕円形のなかまで、フロントニア属だと思われる。水田では、夏には見られなかった属である。体の中には、まわりにある藻類と同じようなつづが見られる。このことから、藻類を食べて生活していることがわかる。



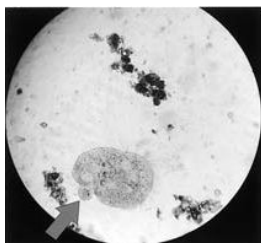
×100

ぼやけてよくわからないが、ヒメゾウリムシだと思う。口や収縮胞なども、はっきりではないが、確認できる。



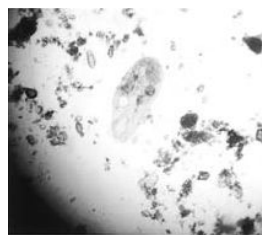
×300

とげのような毛がある繊毛虫のなかまで、ユープロテス属の一種だと思う。活発に動いていたが、きれいに写真にとることができた。



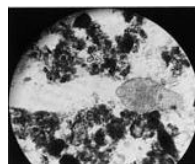
×300

これは、上のユープロテス属の一種が、他の小さな繊毛虫を食べているところではないだろうか。繊毛虫には、小型の植物プランクトンを食べる草食性のものと、他の繊毛虫などを食べる肉食性のものがあることがわかった。

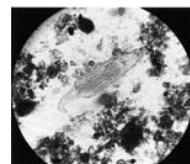


×100

これは、楕円形の繊毛虫のなかまで、ゾウリムシ属のゾウリムシである。収縮胞や口がはっきりと見られた。



×300



×300

これは、夏にもよく見られたワムシのなかまのヒルガタワムシである。夏と同じものがやっと見られ、なんだかほっとした。伸びたり縮んだりして、活発に動き回っていた。



×300

赤っぽく見えるので、プレファリスマ属の一種かと思っただが形からゾウリムシだと考えられる。赤っぽく見えるのは、食べ物からなのだろうか。

#### ② 田イモの水田(川上区)



#### 【観察場所の様子】

田イモは、さほど大きく成長していない。13日は雨が降っていて藻のようなものは見られなかったが、よく日また行ってみると、藻がたくさんはっていた。たった1日でこんなに変わるものかと、びっくりした。

《一日目》

【採取日時】平成22年11月13日 17:10 雨

【水 温】20℃

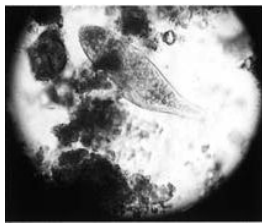
【観察日時】平成22年11月13日 19:51~20:33

#### 【観察記録】



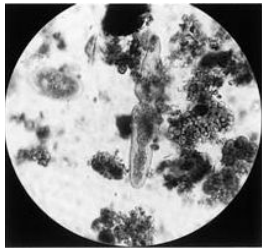
×300

これは、とげのような毛がある繊毛虫のなかまで、スティロニキア属の一種ではないだろうか。おしりに3本程度の長い毛が見え、横にはあまり繊毛が生えていないからである。



×300

突起がある**繊毛虫**のなかま  
でアンフィレプタス属の一種  
だと思う。突起が体の前方に  
あり、細長くないからである。  
体の中に**緑色のつぶつぶ**が見  
られた。



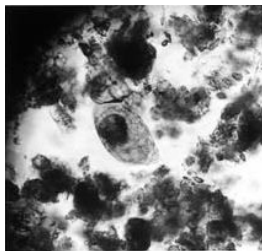
×300

これは、**繊毛虫**が2つに分  
裂するところである。種類は  
はっきりしないが、この場面  
を見ることができてうれし  
かった。また、まわりには他に  
も**繊毛虫**が何びきかいた。



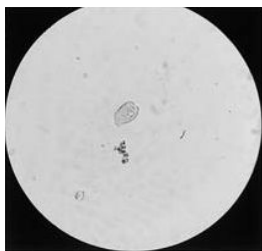
×300

**藍藻**の**クロオコックス**のな  
かまで、**ミクロキスティス**属  
の一種である。動物プランク  
トンの体の中にも、このつぶ  
と同じようなものが見られた  
ので、えさになっているので  
あろう。



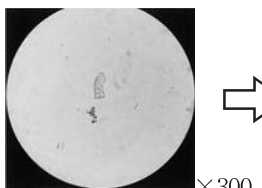
×300

おしりのところに**趾**が見  
られるので、**ワムシ**のなかま  
であることがわかる。形から  
**ツボワムシ**のなかまだと思  
うが、属までではよくわから  
ない。

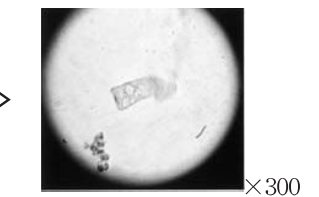


×300

この3つの写真は、同じプラン  
クトンのものである。たる型  
のように見えたが、図解ハンド  
ブックを調べると、一番似てい  
るのは、**繊毛虫**のなかまの**スパ  
シディウム**属の一種であった。  
体を曲げたり、回転したりして、  
活発に動き回っていた。



×300



×300

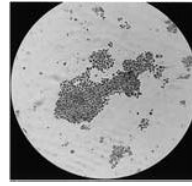
《二日目》

【採取日時】平成22年11月14日 10:30 くもり

【水 温】24℃

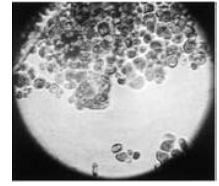
【観察日時】平成22年11月14日 11:28~13:02

【観察記録】



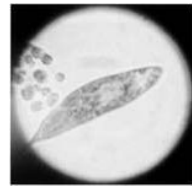
ズームアップ

×300

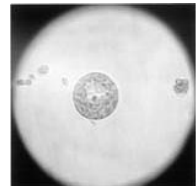


×300

左の写真の**つぶつぶ**は、植物プランクトンである**藍藻**  
の**ミクロキスティス**属の一種である。右の写真は、その写  
真をズームアップしたもので、**寒天質**の**膜**でつまれて  
いるのがわかる。

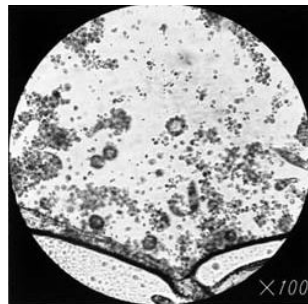


×300

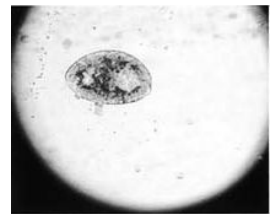


×300

上の写真は、2つとも**鞭毛藻**のなかまの**ミドリムシ**  
(**ユーグレナ**属)である。右は、きれいにまるくなっていて、  
このあと、またもとの形にもどった。

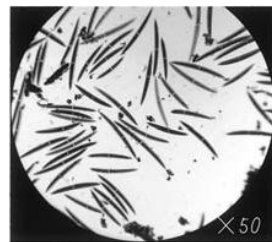


×100

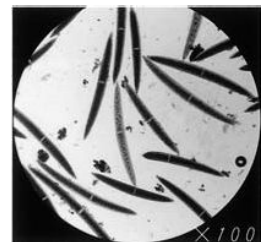


×300

左は、**ミドリムシ**がたくさん写っているのがわかる。右  
は卵形をしているが、**眼点**があるので**ミドリムシ**だと思  
う。昨日はいなかった**ミドリムシ**が1日あけて、大発生し  
ているのにおどろいた。

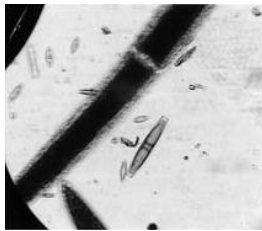


×50



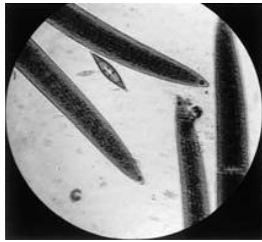
×100

水田のすみには、**緑藻**である**ツツミモ**のなかまの**ミカ  
ヅキモ**(**クロステリウム**属)が大発生していた。また、**ミカ  
ヅキモ**のまわりには、たくさんの小さな**珪藻**も見られる。



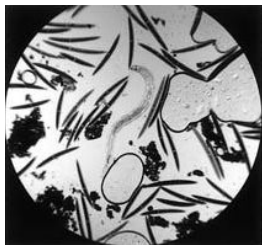
×300

真ん中の珪藻は、フナガタケイソウかハネケイソウかよくわからない。まわりの小さな珪藻は、フナガタケイソウで、左上にある透明な珪藻はハネケイソウである。



×300

上の方に見られる珪藻は、フナガタケイソウである。ミカヅキモの間をすべるように動いていた。



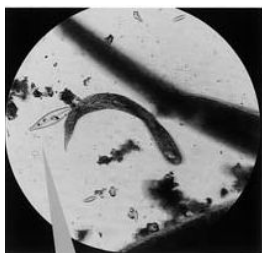
×50

真ん中に見えるのは、<sup>たいせつ</sup>体節があるので、ユスリカの幼虫かと思ったが、前の方の<sup>あし</sup>脚と後ろの<sup>とつき</sup>突起が確認できない。体節に剛毛の束も見られないので、水生ミミズでもないと思う。



×300

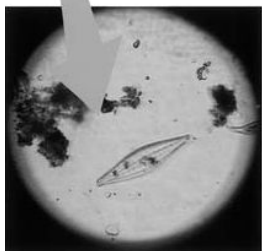
珪藻のなかまのコバンケイソウが見られた。夏に見られたものよりも、細長い形であった。水の中をすべるように動いていた。



×300

この、体をねじって動いているものは、オオミドリムシである。

デジカメでズームアップ



×300

この、透明な珪藻は、死んで葉緑体のぬけたフナガタケイソウの殻である。

### 3 土から発生するプランクトン

#### (1) 基礎データ

① 水田から土を採取した日時

平成22年11月14日 10:40

② その時の天気

くもり

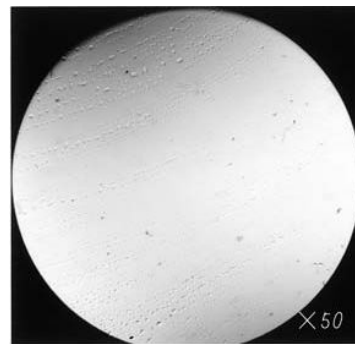
③ 採取した水田にひいている水の温度

水温 22℃

④ 採取した水の顕微鏡による観察結果

採取した水の中にプランクトンがいるかどうかを顕微鏡で観察したが、まったく何も見られなかった。とても小さなプランクトンが動く様子も、まったくなかった。

平成22年11月14日 16:17



×50

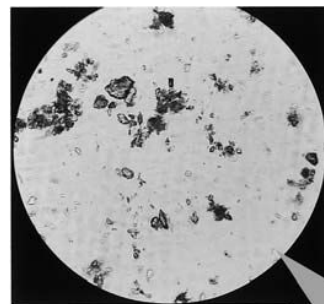
#### (2) 土に水を入れて後の経過観察

① 水をかけてすぐ後

【採取日時】平成22年11月14日 16:23

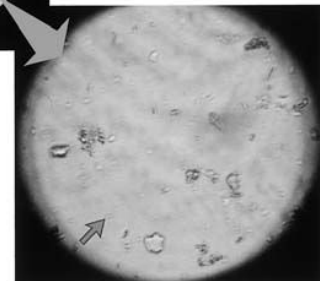
【観察日時】平成22年11月14日 16:38~17:12

【観察記録】



×300

ズームアップ



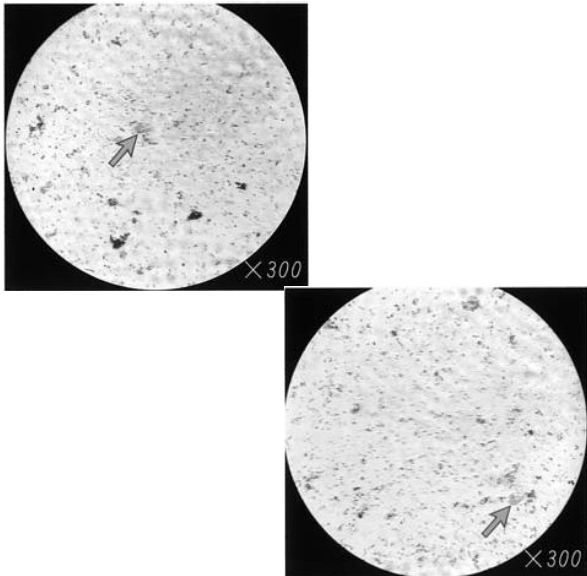
くまなく探したが、ほとんど、砂や石のかげらのようなものしか見えなかった。しかし、倍率を300倍にすると、とても小さなプランクトンが速い動きで泳いでいるのが観察できた。だが、写真ではよく見えない。

② 1時間後の観察結果

【採取日時】平成22年11月14日 17:23

【観察日時】平成22年11月14日 17:48~17:13

【観察記録】



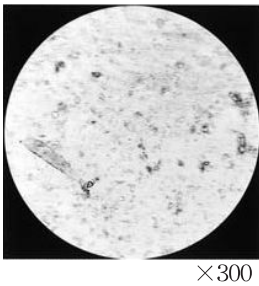
小さくて、動きがものすごく速かったので、撮影が難しく、ぼやけて写っている。しかし、水を入れてすぐより、多く、プランクトンが観察できた。

③ 2時間後の観察結果

【採取日時】平成22年11月14日 18:23

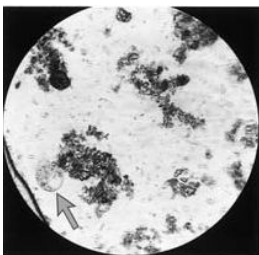
【観察日時】平成22年11月14日 18:30~19:23

【観察記録】



ヒルガタワムシが、観察できた。土の中にもぐりこんで、ねむっていたのだろうか。

水がなくても、土の中で生きることができるのだろうか。土の中で生きられるとしたら、どれだけの時間生きていられるのだろうか、疑問に思った。



×300

せんもうちゅう  
繊毛虫のなかまのユープロテス属の一種も観察できた。動きが速くて撮影が難しく、この写真を撮影するのに1時間近くかかった。

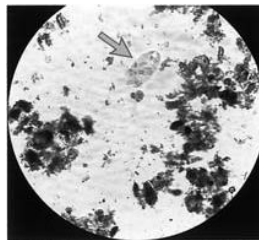
※ 植物プランクトンはまったく観察できなかった。

④ 6日後の観察結果

【採取日時】平成22年11月20日 12:20

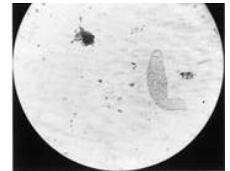
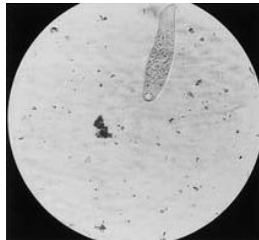
【観察日時】平成22年11月20日 12:31~14:25

【観察記録】



初めて、原生動物でせんもうちゅう  
繊毛虫のイチゴのような形のなかまであるモノディニウム属の一種を観察することができた。口のまわりに一列に生えた繊毛を動かして泳いでいた。

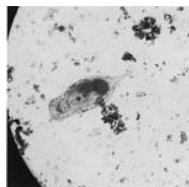
×300



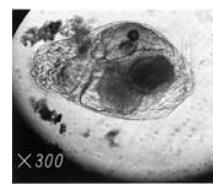
×300

×300

繊毛虫のなかまのスパンディウム属だと考えられる。口は先端にあり、ななめに切れていた。体は曲がりやすく、後部はまるい形をしている。

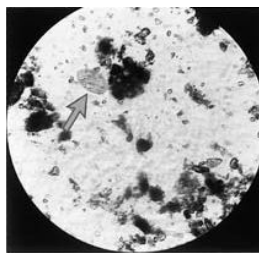


×100



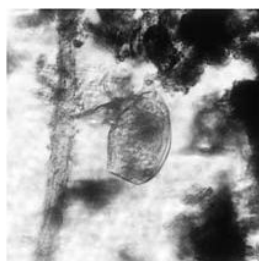
×300

大きなツボワムシのなかまが観察できた。1週間の中に小さなプランクトンをたくさん食べたのか、100倍で見ることができた。



×300

繊毛虫の楕円形のなかまのフロントニア属だと思われる。平たい卵形をしていて、体の形を変えずに、パソコンのマウスが動くように、水中を移動していた。



×300

あしゆび  
かすかだが、趾らしきものが確認でき、つぼのような形をしているので、ツボワムシのなかまと考えられる。



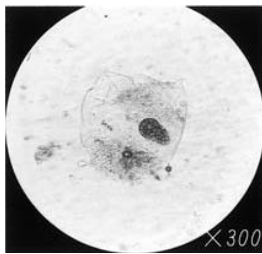
×300

今回もヒルガタワムシを観察することができた。このことから、羽地の水田には、広くヒルガタワムシが生息していることがわかる。



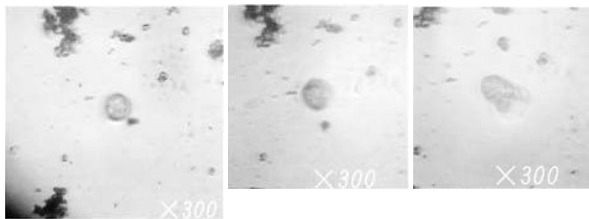
×300

このS字に曲がっているものは、センチュウである。くねくねと体を動かして、常に動き回っていた。センチュウは、土の中でもずっと生活できるのではないだろうか。



×300

ツボワムシのなかまの死がいと思われるものの中で、動き回っているプランクトンがいた。種類はよくわからないが、ツボワムシの死がいを食べているのだと思う。

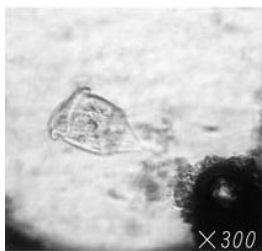


×300

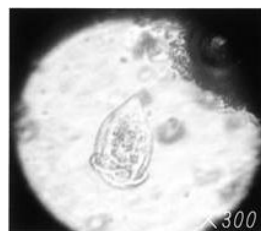
×300

×300

上の3つは、どれも同じもので、小さくて、回転したりしてかなり活発に動き回っていた。そのため、ぼやけて写っているが、形はたる型をしていた。図鑑では、似たような淡水プランクトンを見つけることはできなかった。



×300



×300

最後に、付着する繊毛虫のなかまのツリガネムシ属の一種を初めて観察することができた。

※ 土に水を入れて、1週間しても植物プランクトンはまったく観察できなかった。

## VII 考察

- 1 稲を育てている場所が離れた水田で、フナガタケイソウや、鞭毛藻のユーグレナ、ツヅミモのなかまのクロステリウムとコスマリウム、鞭毛虫、ツボワムシなど、同じ種類のプランクトンが、共通して多く見られた。このことから、稲作の水田は、場所が離れていても、ほぼ同じ種類のプランクトンが生息しているといえる。
- 2 稲作の水田と田イモの水田で、フナガタケイソウや鞭毛藻のユーグレナ、ツヅミモのなかまのクロステリウムとコスマリウム、鞭毛虫が共通して見られた。よって、稲を育てている水田と田イモの水田では、同じような種類のプランクトンが多いといえる。
- 3 比べた水田は、場所が離れていても同じ羽地内で、水も同じ川からひかれている。だから、土や水など環境が同じなら、ほぼ同じ種類のプランクトンが育つと考えられる。
- 4 金川、普久川の滝やわき水など、川の上流でも、特に、水が最初に流れ出すところでは、プランクトンは少ない。また、いても同じ種類のものばかりである。だから、水がきれいすぎると、プランクトンはすみにくいと思う。これは、水の中にえさが少なく、流れが速くて流されやすいこと、木かげが多くて光があまり当たらないことが影響しているのではないだろうか。
- 5 川の上流では、センチュウがよく見られた。私達は、上流の川の水をきれいといってよく飲んだりするが、水の中にセンチュウがいるかもしれない。センチュウを飲みこむとどうなるのだろうか。私は、これから、川の水をそのままでは飲まないでおこうと思った。
- 6 上流の金川と下流の我部祖河川では、同じ種類のプランクトンが、ひとつも見つからなかった。また、普久川や源河川上流と、その2つの支流が流れこむ源河川中流とでもだいぶちがいがあがある。例えば、源河川上流で見られた珪藻は、ハリケイソウやヒシガタケイソウであったが、中流では、タルケイソウやオビケイソウ、クチビルケイソウが主に観察され、共通して見られたのは、フナガタケイソウだけである。また、ツヅミモのなかまも、上流ではコスマリウムだけが見られ、中流ではクロステリウムだけ見られた。それから、上流だけでセンチュウが見られたのに対し、中流だけでヒルガタワムシが観察できた。このことから、同じ川でも、上流と下流では見られるプランクトンはちがうといえる。
- 7 川を観察すると、上流は水がきれいで川はばがせまく、木かげになっていて、ハグロトンボなどきれいな水

に住んでいる生物が多い。下流に行くほど川はばは広くなり、日が当たるところが増え、ハグロトンボのような生物も少なくなってくる。また、上流は、岩や大きな石が多くて流れが速いのに対し、下流は、まわりに草がたくさん生えていたり、流れもゆるやかで、ほとんど水の流れもないところもあった。だから、上流では植物プランクトンも少なく、栄養もあまりないが、下流に行くほど植物プランクトンも増え、栄養も多くなると考えられる。このように、環境が変わってくると、生息するプランクトンの種類もちがってくると思える。

- 8 水田や池、源河川の中流など、まわりに植物や水草、コケなどが多いところには、プランクトンも多かった。だが、我部祖河川では、まわりに草がたくさん生えていたのだが、植物プランクトンはほとんど見られず、また、同じように、川の中に草がたくさん生えていた羽地大川でも、珪藻とキロモナスぐらいしか観察できなかった。このことから、まわりに植物が多いだけでは、プランクトンがたくさん生息することにはつながらないと考えられる。
- 9 小学校と中学校の池には、ヤゴやメダカがたくさんいたが、多くの種類のプランクトンが生息していた。このことから、ヤゴなどがエサにして食べるから、プランクトンが少なくなるのではなく、プランクトンがたくさんいるから、ヤゴやメダカが育つのだと思った。また、プランクトンは、想像以上に大発生するものだと思う。特に、道路の水たまりにミジンコがたくさんいたのがおどろいた。
- 10 畑のそばや道路の、植物の生えていない水たまり、水おけの中に、プランクトンがいた。容器に水を入れて外に長い間出しておく、藻が発生する。これもプランクトンである。これは、風によって運ばれてきて、光合成をして増えていくのだと思う。しかし、今回、水おけの中にはヒルガタワムシが見られた。これは、卵が風にとばされて、ここに運ばれてきたのだろうか。そもそも、空気中で、プランクトンは生きられるのだろうか。調べてみたい。
- 11 川には、珪藻類が多く、特にフナガタケイソウがたくさんいた。また、緑藻のミドロのなかまは見られなく、節足動物のミジンコも見られなかった。このことから、川は、珪藻などのプランクトンが住みやすく、ミドロやミジンコのなかまには住みにくい環境であるといえる。
- 12 水がよどんでいて、栄養の多い水田や池では、鞭毛藻や鞭毛虫が多く見られた。
- 13 原生動物や鞭毛藻は、小さすぎて、300倍まででは見えないのがたくさんあった。だが、小さいのが速いス

ピードで動いているのが、いろんなところでたくさん見られた。

- 14 水田には、いろいろな種類のプランクトンが、たくさん生息していた。そして、そのプランクトンを食べてオタマジャクシやこん虫などが育ち、また、それを食べるシラサギなどの鳥が来ていた。水田は、米や田イモなどを育て人間に役立っているが、いろいろな生物の命もささえていることがわかった。でも、もっとおどろいたのは、水温が42°Cのときにも、プランクトンが元気に生きていたことだ。人間なら、長く入っていられる温度ではないと思う。なぜ、こんな暑い中で生きていられるのか調べてみたい。
- 15 秋の水田では、夏の水田で見られたツツミモやヒゲマワリ、ネンジュモ、ヒビミドロ、ユレモなどの植物プランクトンがまったく見られず、かわって、夏に見られなかったマイクロキスティスが大発生していた。また、夏に多く見られたミジンコやワムシのなかまも、秋にはほとんど見られず、夏に見られなかったフロントニア、ユープロテス、スティロニキア、アンフィレプタス、モノディニウム、スパシディウム、ツリガネムシなど、多くの繊毛虫が観察できた。このことから、夏と秋では、水田に住むプランクトンの種類はだいぶ変わってくるといえる。
- 16 夏には、水がはられ、その中にたくさんのプランクトンがいた水田であるが、秋になって水をぬくと、土だけになる。しかし、その土に水をくわえて、すぐに観察すると、とても小さなプランクトンが動いているのが見えた。このことから、プランクトンはとても小さいので、土にふくまれる水分だけでも生きていけるのではないかと思った。土の中では、動かないでじっとして、水が増えると動き出すのではないだろうか。また、時間がたつと、どんどん動物プランクトンが増えていき、1週間たつと大きなプランクトンも見られるようになった。土の中には、プランクトンの卵などもあって、水が増えるとプランクトンがかえり、小さなエサを食べてどんどん成長していくのではないかと思った。
- 17 水田の土に水をくわえると、植物プランクトンも増えるのではないかと予想していたが、1週間たっても、まったく見られなかった。これは、土の中には植物プランクトンがひそんでいなかったのかと思う。植物プランクトンは、外から水や風で運ばれてきたりするのだろうか。水をくわえた土は、日の当たるところに置いていたが、光があまり当たらず、光合成できず、増えることができなかったのだろうか。今後、しっかり調べてみたい。

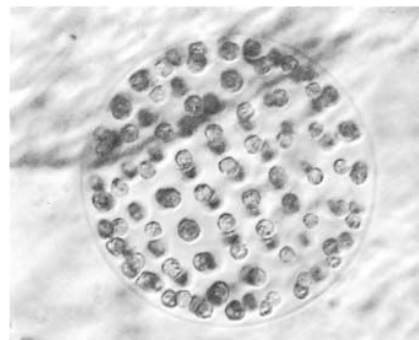


×300

繊毛虫のスティロニキア属の一種

## VIII まとめ

- 1 自作した、プランクトンネットでは、多くのプランクトンを採集することができた。また、顕微鏡を正しく操作し、ピントを合わせて、プランクトンをデジタルカメラで写真にとることができた。
- 2 羽地の田んぼや川などに生息するプランクトンを、顕微鏡で観察して写真におさめ、どんな淡水プランクトンの種類がいるのか、まとめることができた。
- 3 場所によって、生息するプランクトンの種類や数はちがうのか、予想をたてて確かめることができた。
- 4 環境によって、そこに生息する淡水プランクトンは、種類や数が決まってくる。同じ環境のところには、同じ種類のプランクトンが多く、ひとつの川でも、上流と下流の環境のちがいで、住むプランクトンの種類は、全然ちがってくる。
- 5 川は、フナガタケイソウなどの、珪藻類が多く、緑藻のミドロや、節足動物のミジンコは、見られなかった。また、水がよどんでいて、栄養の多い水田や池には、鞭毛虫や鞭毛藻が多く見られる。
- 6 水がきれいで、流れが速いところには、プランクトンは、少ない。プランクトンも栄養がなければ、生活できないのだと思う。
- 7 水の流れがあまりなく、栄養が豊富で少しにごっていて、太陽の光がよく当たるような所にプランクトンは多い。また、植物プランクトンが多いところには、動物プランクトンも多い。実際、動物プランクトンのツボウムシが、植物プランクトンを食べているところも観察できた。
- 8 水のまわりに、草などの植物が多いということだけで、プランクトンがたくさん生息することにはつながらない。
- 9 ヤゴやメダカ、オタマジャクシなどの多いところには、いろいろなプランクトンがたくさん生息している。
- 10 栄養のなさそうな水たまりにも、プランクトンが大発生することがある。これは土の中に、プランクトンの細胞や卵、栄養がふくまれているからではないかと思う。
- 11 特に水田では、多くの種類のプランクトンが大量に生息していて、いろいろな生物の命もささえている。水田に、こん虫や鳥がよくやってくるわけを知ることができた。
- 12 陸からは見えないが、沖縄の海の中には美しいサンゴや魚がいて、まるで別世界のようなものである。淡水の中にも、肉眼では見えないが、美しい世界があることを知ることができた。また、小さな世界でも、食べたり、食べられたりする関係があって、ただの池にでもそんな生物が今も生活しているということを考えると、おそろしくなった。
- 13 同じ場所でも、季節によって住むプランクトンの種類はちがってくる。
- 14 プランクトンは、条件がそろると、短期間で大量に発生することがある。特に、植物プランクトンは、雨の後に晴れて日光が出ると、1日で大発生したりする。
- 15 土の中には、動物プランクトンや動物プランクトンの卵がねむっていて、水があたえられると発生することがある。



×300

ボルボックスのなかまであるプレオドリナ属の一種

## IX 反省と今後の課題

- 1 プランクトンネットを作るとき、ちょうこく刀で、試料ピンのふたに、あなをあげようとして、手元がすべり、

左手の親指を深く切ってしまった。すぐ病院にいったので、だいじょうぶだったが、今後気をつけたい。また、ビニールの手袋をつけて、エポキシパテを練るのがむずかしく、時間がかかって苦労した。

2 プランクトンが採取できそうな川で、下に降りられなかったり、危ないところがあった。安全のため、降りないようにして、つりざおにプランクトンネットをつけてとろうとしたが、うまくとれなかった。また、ダムや貯水池でもプランクトンを採集したかったが、許可をとらなければいけないということで、今回は採集できなかった。

3 対物レンズを  $\times 30$ にして300倍の高倍率にしたとき、ピントが合わせにくかった。また、厚みのあるプランクトンにピントを合わせるときは、どこにピントを合わせればよいのか迷った。それから、ピントをちゃんと合せても、デジタルカメラで写すとピントが合わなくなるときもあった。

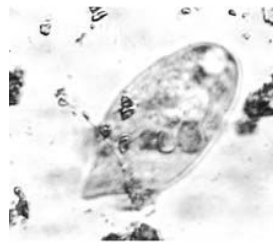
4 対物レンズが  $\times 30$ のとき、カバーガラスと対物レンズがぶつからないように注意したが、一度だけあわてて調節ネジを逆にまわしてしまい、カバーガラスをわってしまった。また、カバーガラスを洗って、ティッシュペーパーでふくときにも、三枚ほどわってしまった。

5 ワムシは、分類するのがむずかしくて、ほとんど、「ワムシのなかま」で終わらせてしまった。ワムシの正しい見分け方について、本を読んだり、インターネットの動画などを見て勉強したい。

6 原生動物のなかまで、鞭毛虫や繊毛虫は小さなものも多く、動きも活発なので、デジタルカメラに写すことがあまりできなかった。インターネットで調べると、メチルセルローズ溶液を加えると、観察しやすくなるとのことである。今回は手に入れることができなかったが、ぜひ手に入れて試してみたい。

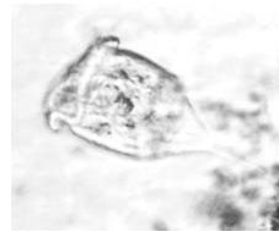
7 今度は淡水だけでなく、海水に生息するプランクトンも、調べてみたいと思った。また、4年生のときに研究した、有孔虫についても、顕微鏡で観察してみたいと思った。

8 秋に水田のプランクトンを調べて、今度は、水田のプランクトンを1年間通して観察し、天気や季節との関係、プランクトン以外の生物との関係、稲や田イモの生育状況よとの関係も調べてみたいと思った。



$\times 300$ をさらにズームアップ

繊毛虫のモノディニウム属の一種

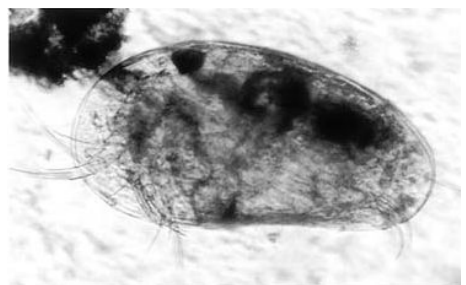


$\times 300$

繊毛虫のツリガネムシ属の一種

## X 参考資料

- 1 (普及版)やさしい日本の淡水プランクトン  
図解ハンドブック 2009年10月10日 改訂版2刷発行  
監修 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター 一瀬 論  
若林徹哉  
滋賀の理科教材研究委員会【編】 合同出版【発行】
- 2 淡水プランクトンのページ  
～淡水の小さな生物の名前を調べよう～  
<http://cyclot.hp.infoseek.co.jp/index.html>
- 3 小・中学生のためのプランクトン図鑑  
<http://mizouchi.com/plankton/zukan/index.cgi>



$\times 300$

カイミジンコのなかま



## 講 評

### 羽地の淡水プランクトン

羽地地域のいろいろな場所の田んぼや川の中に棲んでいるプランクトンを採取して、顕微鏡で観察し、名前を調べ、環境や季節による違い等について整理してあります。

学校の授業でミジンコを観察したことをきっかけに、自分が住んでいる地域の多くの場所のプランクトンを調べてみようという学習を発展させたことはすばらしい。もっと深く調べてみようという意欲や探究心が感じられます。

洗濯機用ゴミ取りネットと試料ビンで工夫して自作のプランクトンネットを作ったのは研究に向かうとてもよい心構えだと思います。

研究を始めるにあたり、調べる内容を明確にし、又、根拠をもった予想をしっかりと立てて、観察に必要な器具をきちんと揃えています。

採取した多くのプランクトンを図鑑やインターネットを活用して名前を調べ、顕微鏡写真で記録し、わかりやすく整理したのが評価されました。また、環境や季節による相違を調べたり、乾いた水田の土の中にもプランクトンが棲んでいたことをつきとめたり、科学的な手法で研究しています。当初の目的をしっかりと達成しています。

さらに、年間を通した観察や、環境の違いによる研究を深めていったら、尚すばらしい研究成果が得られると思います。今後の研究に期待します。



## カラムツガイの研究(貝の研究パート5)

伊是名村立伊是名小学校 5年 東江 孝太

生物部門

### 1. 研究の動機

内花の海岸には、いつもたくさんのカラムツガイが波うちぎわに流れついている。岩には、かさのような形のカラムツガイがくっついている。これまでの貝の研究の中でもカラムツガイの卵をけんぴきょうで見たりしてきたが、くわしく調べてなかった。

流れついていたカラムツガイを根気強くひろい集めて、個数や長さなどからカラムツガイがどのように生きているのか？ 産卵はどのようになっているのか？ 生態を明らかにしたい。

### 2. 研究の方法

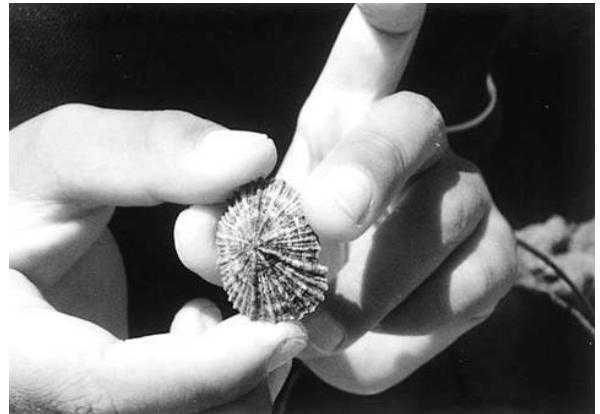
- (1) 流れついたカラムツガイを1コ1コひろい集めて、種類や個数、大きさ調べをする。
- (2) 岩についているカラムツガイのたまごをくわしく調べる。

コウダカカラムツガイ	ヒラカラムツガイ
内花海岸	内花海岸
クロカラムツガイ	リュウキュウウノアシ
内花海岸	内花海岸

### 3. 研究の内容

#### 観察記録

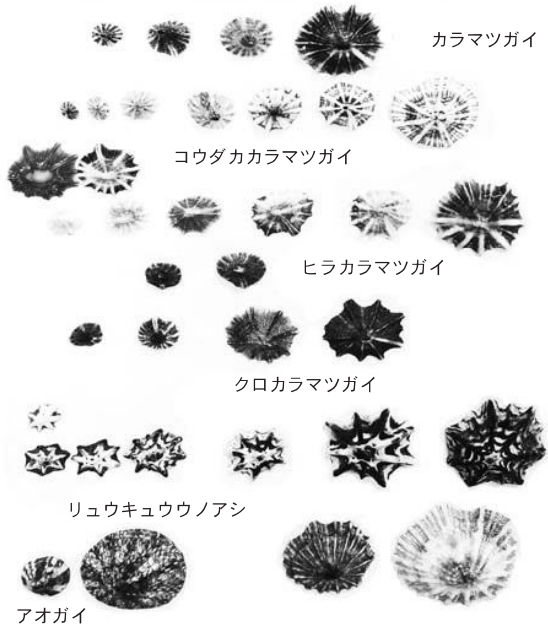
平成21年11月5日～平成22年10月



コウダカカラムツガイ *Slacinosia*



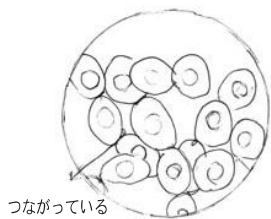
ゆうはいるい  
有肺類→カタツムリの仲間(空気をこきゅうする)



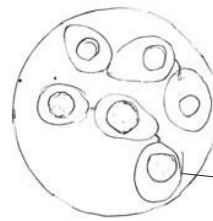
コウダカカラマツガイ  
11/5 コウダカカラマツガイ



たまごをけんびきょうで見る。



11月5日に見つけた卵は11/14にいっせいに消えた。(10日間)今までは気づかないけど、けんびきょうで見るとたまご同士がひものようなものでつながっていることが分かった。

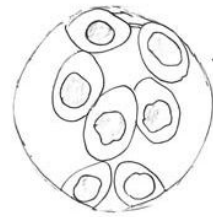


うんだばかりのたまごは、すきとおっている。

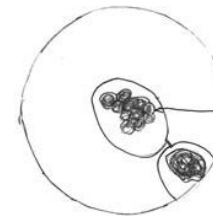
↓  
だんだん黄色になり、茶色になる。

→一日でも、マルの形が変わってきた。

11/8(日)



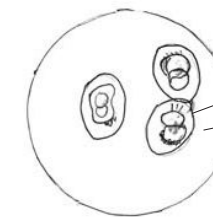
→黄色に変色してきた。の中のマルの形が変わってきたが、まだまだ動かない。



→ひとつだけ形が変わっていた。プランクトンは食べられたのか？

→他のマルの形

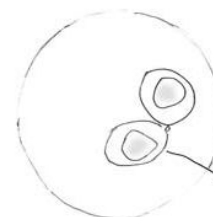
11/9



海からとってきた同じたまごをけんびきょうで見た。

→毛がはえてきている。

→クルクル回っている。

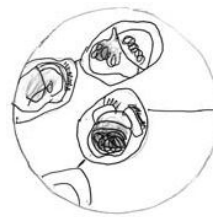


同じたまごがお家にもってきたたまごは成長してない。成長に差が出た。

やっぱり自然の中で成長する。

→動いてない。

11/12



海からたまごを少しとってきて、けんびきょうで見る。

口の中から毛のようなものを出して動いている。



→黄色や茶色になっている。



波うちぎわに小さいカラマツガイが流れついていた。

11/13



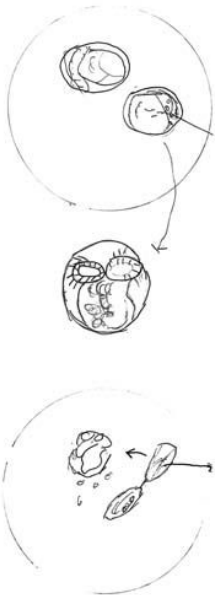
全部動いている。



ピンでかんさつする。  
海水を入れる。

けんびきょうで見る。

11/14



お家のピンの中でかんさつしているたまごは、プランクトンが出てきて食べられはじめています。

まだ食べられてないものもあるが、ピンの中では成長をかんさつ出来ない。

海のとまごは、きのうまではあったけれど、今日は消えていたのでびっくりしました。

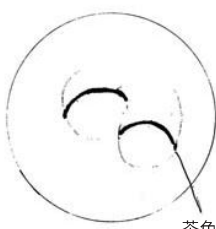
少量のこっているたまごがあったので、もって帰ってけんびきょうで見ると、プランクトンにやられていた。プランクトンにやられたのは流されていけないよう

うです。

いっせいに同じ日に産卵して、同じ日に波に流れて岩の上から消える。

幼生が出たぬげがらもあった。

11/7

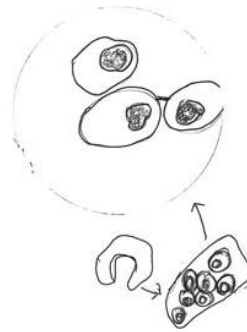


11/14にたまごが岩から流されて流されたが、少し流れずにのこっていた。けんびきょうで見ると、茶色の線が入り、貝らしくなっていた。



貝の形になり、流されていくのかも知れない。

12/9



少しだけど、新しいたまごをうんであった。貝は岩にくっつき、よごれたかんじになり、見えないぐらいになっていた。

大きな貝がなくなっている岩もあった。

12/10



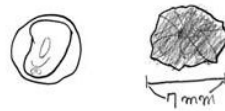
他の岩にも新しいたまごがうんであるのを見つけた。同じ日にうんであることが、すぐ分かった。たまごは同じ色ですきとおっていた。

12/23



たまごは消えていた。でも、まだ新しいたまごがあった。たまごはまだ、うんでいる。

1/9(土)



7mm~1cmの大きさのカラマツガイがたくさん、あちらこちらの岩の下の方にあるアーサの上で歩いていた。大きいカラマツガイは岩にくっついて、うごかない。アーサの上にいるので、すぐとれる。

1/15



寒くて冷たい雨の中を見にいくと、たまごはまったく見えない。ぴったりとくっつき、貝のそばにも、もがくついたらようになり、岩と同じ色になって動いている感じがしない。



1/28(木)

小さいコウダカカラマツガイが、岩にたくさんくっついていて。大きい貝のそばにくっついていて。アーサの上を歩いている小さいクロカラマツガイもいる。大きいカラマツガイは動いていないようで、アーサが貝にはって岩のようになり、貝を見つけにくい。

波うちぎわには、ツノデツレイシガイなどに食べられ

てしまった、からっぽのカラマツガイがたくさん流れついている。小さいカラマツガイもあった。



じっちゃんくの海には流れついてなかった。  
島中の海岸をまわって流れついたカラマツガイをさがしてみると、内花の海が一番多いことが分かった。

1 / 29

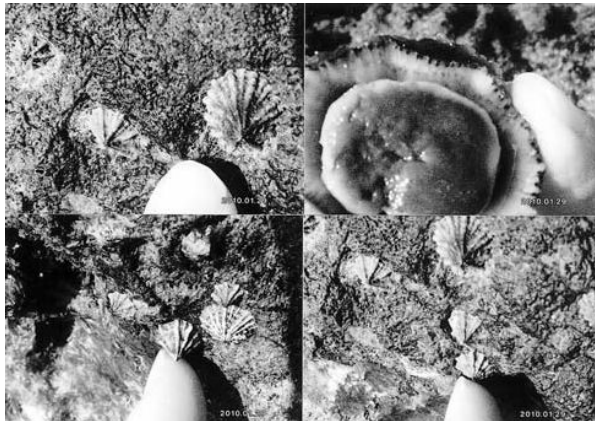


クロカラマツガイが動いている

岩のアーサの上からよく動いているカラマツガイがたくさんいるのを発見した。よく見ると、かさの高さがコウダカカラマツガイよりも低いクロカラマツガイだと分かった。アーサの上にあるエサを食べているよう

だった。すべるようにして速い。

コウダカカラマツガイとクロカラマツガイは、同じ場所にすんでいるが、かさの高さと形にちがいがあ



コウダカカラマツガイの小さいもの

1 / 30



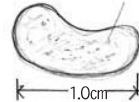
1月の内花の海はアーサの緑のじゅうたんがしきつめられたようです。アーサは生き物たちの食べ物にもなっています。



小さいコウダカカラマツガイがたくさんあらわれた。



黄色の点々のたまごが入っている



クロカラマツガイ

アーサの上を歩いているクロカラマツガイの中身を食べられて落ちていた。

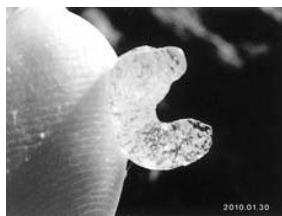


うすくて、べっこうのようにつるつるしてきれいです。

1 / 30(土)

小さいのがたべられて流されてきている。どれだけ流れてくるか拾って調べる。

①の岩に二つのカラマツガイの小さいのがついている。今日は5cmくらいはなれてうごいてあった。



②の岩のあなにたまごがまだある。きれいな◎じゃなく、かけらのような形だった。

1 / 31

他の貝(ツノテツレイシガイなど)に、中身を食べられて、からっぽになり、潮に流されて波うちぎわに流れついた貝をひろ



遠くに伊平屋島、野甫島。  
近くに具志川島が見える。  
内花の海岸、ここに毎日カラ  
マツガイが流れてくる。



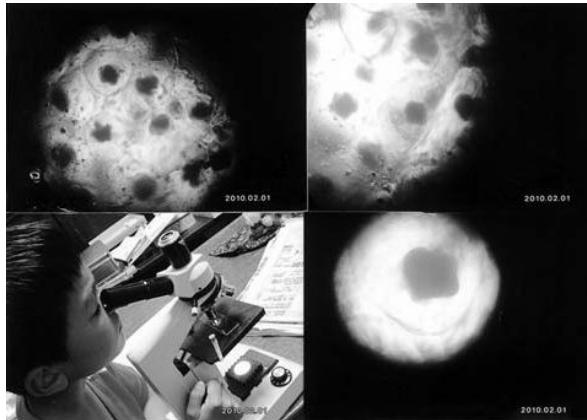
1 / コ1コ、カラマツガイをさがしてひろう

2 / 1 (月) 学芸会のふりかえ休み



細い糸でクルクル

あなの中にたまごがあっ  
た。たまごの形がちがうの  
で、ほかのコウダカカラマ  
ツガイのたまごではないの  
かもしれない。



2 / 1



クロカラマツガイはよく  
動いている。



小さいのがアーサの上か  
ら歩いている。



小さいコウダカカラマツ  
ガイが岩にたくさんくっつ  
ている。たまごの幼生が、  
もどってきて、くっついた  
と思った。

3 / 5 マツテラの浜(仲田)

マツテラの浜の岩石についているのは、ペタンコの  
しゅるいのクロカラマツガイである。にているが、コウダ  
カカラマツガイとは、ちがってよく動いている。(小さい  
のがについている)



オオベッコウガサガイが  
岩のわれ目にたくさんあっ  
た。



フジツボも、岩にくっつ  
ている。中身がなくなっ  
て貝といっしょに波うちぎ  
わに流れついている。フジ  
ツボも食べられているのか  
な？



潮だまりの石をひっくり  
返すと、ふしぎな大きい白  
いたまごがあった。イカの  
たまごかも知れない。

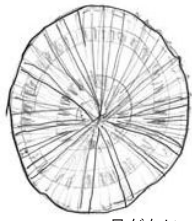
コウダカカラマツガイ



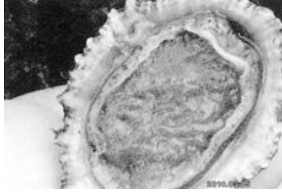
エサを食べ終えると、ま  
た元の場所に帰る。

丸いのが出ていた。





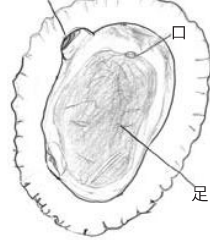
目がない



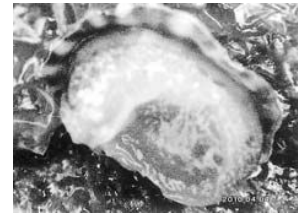
平たい巻貝の仲間

ウノアシには、しょ角があるが、カラマツガイにはない。目もヒザラガイのようにないようだ。

あな(こきゅうをする)



小さいのがアーサの上を歩いていた。



アーサの上から、歩いている時は、かんたんにはがせる。

歩く日には、たくさん歩いているので、歩く日のきまりがあるようです。

4 / 1

内花の海にお姉さんたちといっしょに貝や、貝がらをひろいに行った。



ムラサキイガレイシ (アキガイ科)

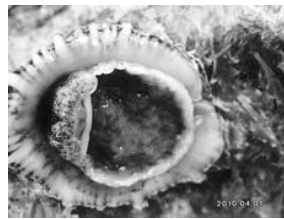
このしゅるいも他の貝類や、フジツボも食べる肉食性の貝のようです。色がきれいだった。



サザエや、シャコガイをとった。



流れついた貝がら

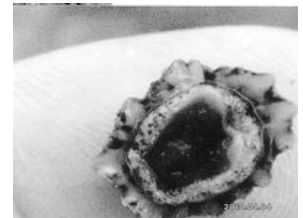
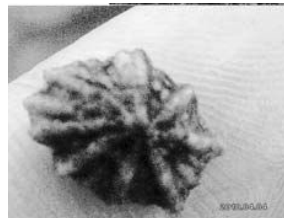


4 / 4



←よごれたクロカラマツガイがあった。

小さいのがたくさんくっついている。



4 / 4



クロカラマツガイのたまごがあった。新しいたまごのようです。

4 / 4



リーフのところのセメントに、かさの高さが高いカラマツガイがついていた。

コウダカカラマツガイとにているが、少しちがうと思った。



4 / 11



テツレイシ属(アケキガイ科)は、からにあなを開けずに、じかに貝を食べる。

また小さなエサは一個でおそうが、大きいものには集団でかかる。

食べる時にむらさき色のだ液を出す。

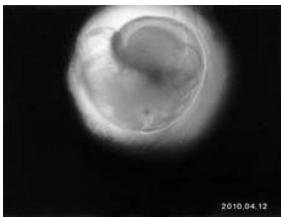
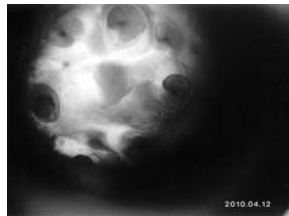
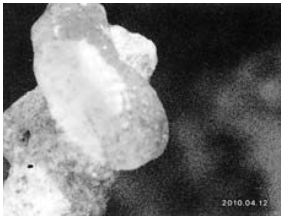
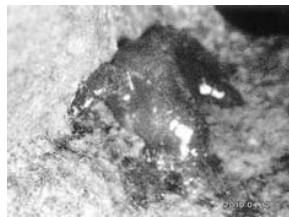


岩のすき間に生息し、カラマツガイを食べる時だけ動いている。

おそって食べ終わると、からっぽになったカラマツガイが落ちている。そして、もとの岩のすき間にもどって、じっとしている。

4 / 12

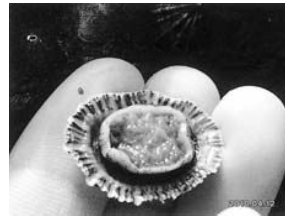
クロカラマツガイのたまごが、あなの中にうんであった。流れてしまったものもあるが、のこっているものもある。



4 / 12



カラマツガイのはいせつ物すなの固まりのような、わっかじょうの形をしていた。



4 / 17



クロカラマツガイ

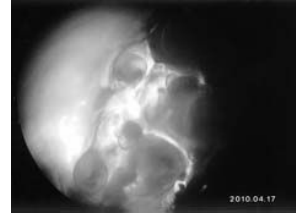
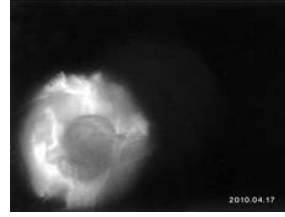


あなの中にたまごをうむ。



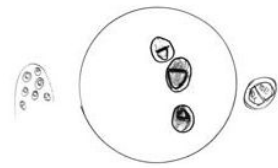
クロカラマツガイのたまごの形は、コウダカカラマツガイのたまごとちがう。

4 / 17



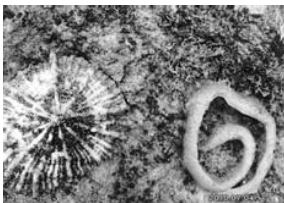
貝のような形になっていた。

4 / 17



- (クロカラマツガイのたまご)
- ・たまごは貝のような形をしていた。
  - ・クルクルまわっているのもいた。
  - ・コウダカカラマツガイとクロカラマツガイのたまごの形や産む場所がちがうことがわかった。
  - ・クロカラマツガイはあなに産む。しかしコウダカカラマツガイは岩の上にたまごを産む。
  - ・クロカラマツガイはよく動くので、あなの中にも入ってたまごが産めるようだ。

7 / 4 (日)



コウダカカラマツガイのたまごがあちこちの岩にうんであるのを見つけた。11月、12月にもうんであったので、3回目のさんらんである。岩の上を歩いて動いているのもいた。小さいカラマツガイが食べられて、たくさん波うちぎわに流れついていた。

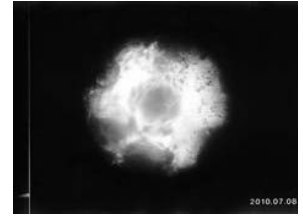
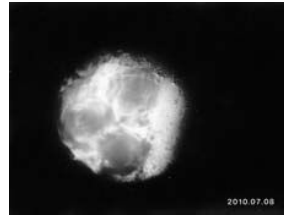
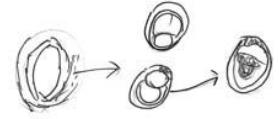
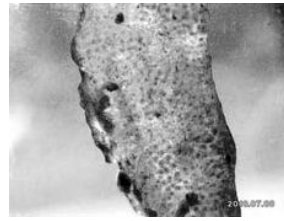
7 / 4



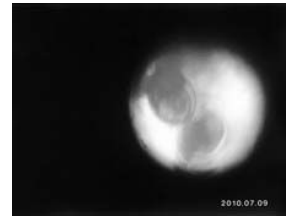
今日は岩の上から、たくさん歩いていた。歩いて移動してエサを食べていた。その時は、かんたんに岩からはがして取ることが出来る。口のようなところは、どんな役目があるのだろうか？

7 / 8

岩の上のコウダカカラマツガイのたまごは、流されてなくなっているが、まだのこされているものもある。たまごはこゆい茶色になっている。



7 / 9



7 / 17

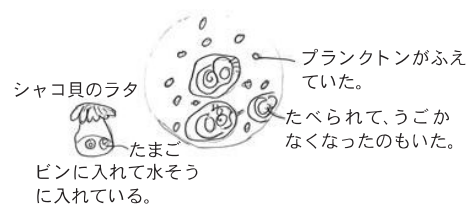


コウダカカラマツガイのたまごは、前のはなくなっているが、また新しいたまごをうんでいた。けんびきょうで見ると、クルクル回っていた。



7 / 20

水そうでたまごをかんさつしたが、やっぱりプランクトンが出てきて食べられる。

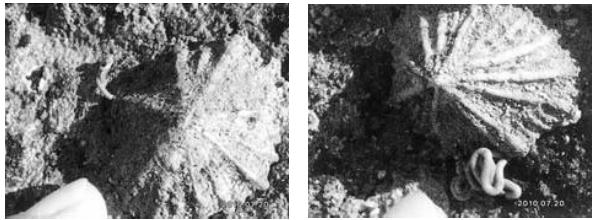


海には、たまごがたくさん、  
まだのこっている。

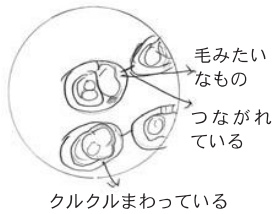


7 / 20

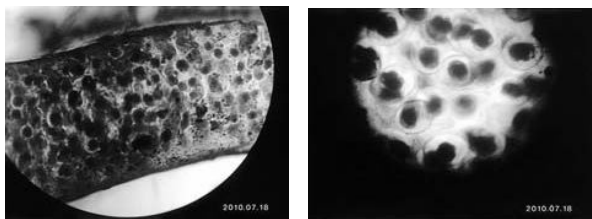
カラマツガイのはいせつ物



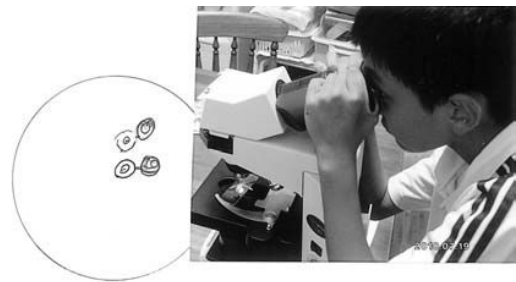
7 / 18



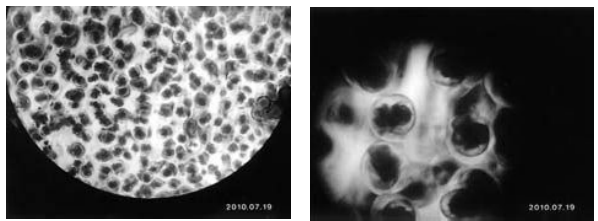
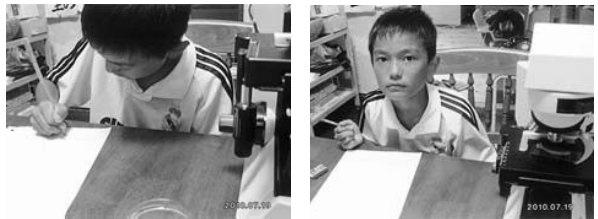
たくさんたまごがある。  
4回目の産卵です。茶色に  
なったものも、うんだばかり  
のうす黄色のすきとおっ  
たものもある。



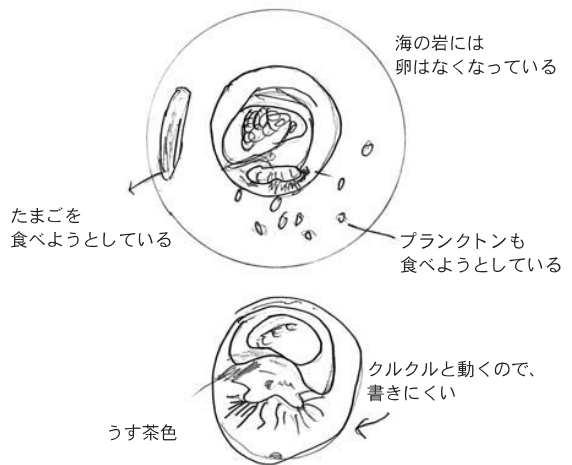
7 / 19



コクダカカラマツガイのたまごの中の様子。  
みんな小さかったけど、数が多かった。たまごの中には  
まだちやいろのまるがあった。

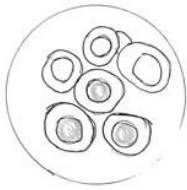


7 / 24

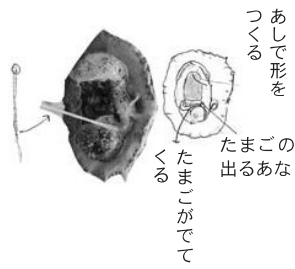


ターシの浜のサンゴは消えていた。

8 / 29

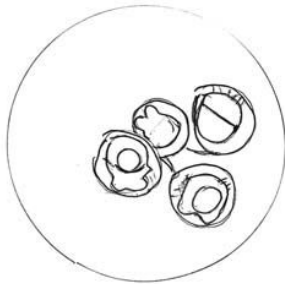


コウダカカラマツガイが、新しいたまごをいっせいにうんでいた。

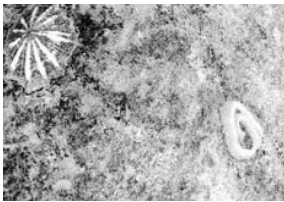


たまごが出てくるあなは顔と空気の出るあなの間にあながあった。一本の糸の中にたまごが入り、あなから出てきて、あしという体でくねくねとまわしながら、ねんまくを出して体の形でたまごの形をつくっていた。

9 / 3



9 / 26



新しいたまごを産んでいた。6回目  
↓

10 / 11



この岩の上で潮が引こうとした時に、いっせいに産卵をしていた。

たまごを産むのをはじめて観察することが出来たよ。



産んでいる途中のたまご

10 / 5

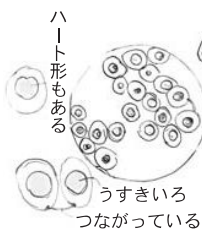
全部消えていた。



産み終わったら、元のところにもどって行く。

10 / 11

いっせいにたまごをうんでいた。



潮が引こうとしている時にいっせいにたまごを産んでいるのを発見した。潮が引いて岩のそばから海水がなくなると、みんな産み終わって、産んだたまごをおいてはなれていった。いつも、くっついている場所にもどった。



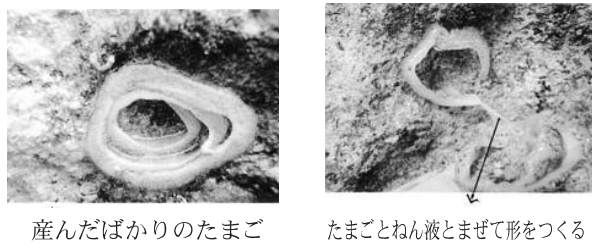
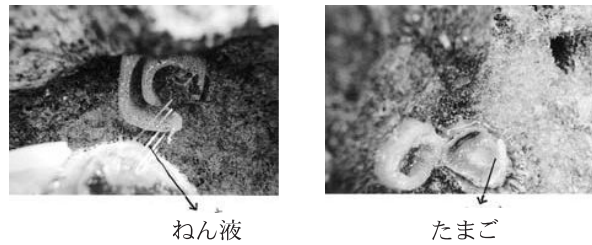
ねん液でたまごをかため岩にくっつける。



岩のまわりに海水がある時に産卵する。



潮が引こうとして岩のまわりに海水がある時に産卵している。潮が岩のまわりから完全に引いて、海水がなくなる時には卵だけ残して元の場所にもどり、くっついていく。岩の上まで海水があると、魚などにねらわれるし、潮が引くと人間にもねらわれるので、安全な時に産卵しているようだ。コウダカカラマツガイも潮の満ち引きを考えて行動していることにおどろいた。

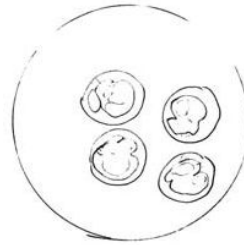


10/13

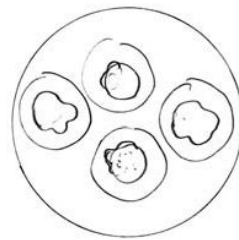


3日目になるが、動いてない。たまごはひものようなもので、つながっている。たまごの出るあなから出る時に、つながっているの、一本の糸になる。

10/14

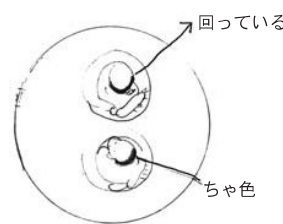


海に行き、岩の上からたまごを少しとってきて、けんぴきょうで見た。同じ日にうんだはずだけど、海の岩についているのは、成長していた。毛のようなものが出て、クルクルと回ったりして動いていた。

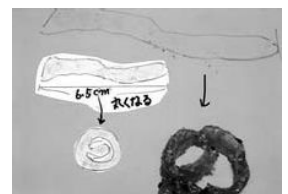


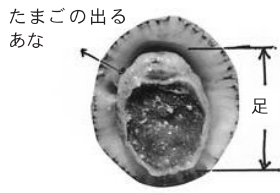
他の岩についているたまごは、中の丸の形が変わってきていたが、動いてなかった。

10/15



10/11にいっせいに産卵されたたまごだけど、自然の中で岩の上にあるたまごの中身は成長して、ペルージャ幼生になっていた。お家でビンの中に入れたたまごは、成長が止まってしまうことが分かった。



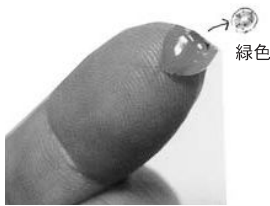
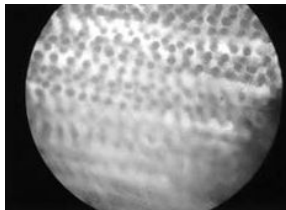


たまごの長さや大きさは、カラムツガイの足の大きさに比例する。  
足の大きいのは、大きいたまごを産み、足が小さいのは小さいたまご。

10/15



小さい緑色のたまごが、一列にきそく正しくならんでいた。

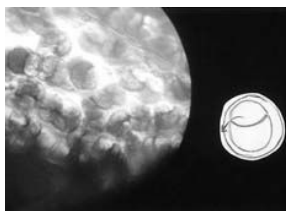


岩のわれ目の中に緑色の小さなゼリーのようなたまごがあった。ツノテツレイシガイが、たまごの近くに2ひきいたが、たまごではないと思う。ツノテツレイシガイは、どのようなたまごを産むのだろう？

10/16

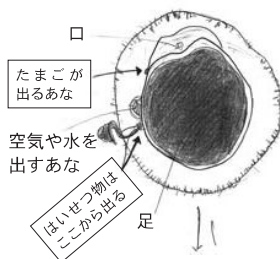


貝の形になり、中身のようせいが流れたからっぽの貝なのか。流れることが出来ずにそのまま死んだのか、まだ分からない。7回目の産卵したたまごも流された。



たまごは消えているのもあったが、茶色のひからびた感じになり、のこっているたまごもあった。茶色の線の入った貝の形になっていた。この形で流されていく。

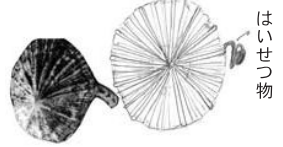
10/21



すぎとおった容器を使って見た。  
大きなあなの下に小さいあながあり、ここからはいせつ物を出していた。大きなあなは空気や水の出入り口かも知れない。やっぱりいせつ物が出るあなが分かり、うれしかった。

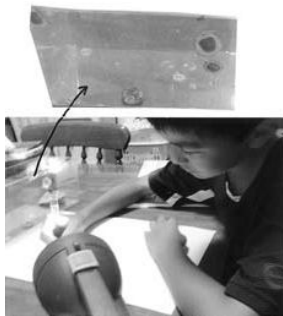


今まで下の方にあながあり、ここから出ているのかな？と考えていたが、貝の上から見てみると、横の方から出て来るのが分かったので、いつも岩の上にあるのをひっくり返して、あなをさがしていた。

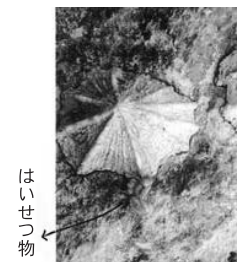
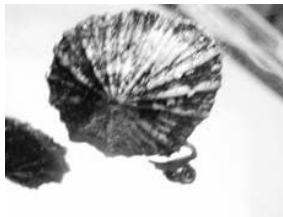
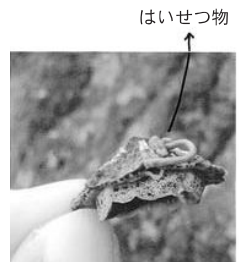


海ではかくにんすることが出来なかった。

10/21



やっぱりいせつ物が出るあなを見つけることが出来たよ。



10/18



10/11にいっせいに産卵されてから、8日間で流されていた。  
流されずに残ったのは、ひからびている。



10/20

残っていたたまごも全部波に流されて、岩の上からは消えていた。



流れることが出来ずに残ったたまごには、小さな黒い虫がくっついていて、虫のえさになるようです。



あっちこっちに小さいのが見つかるよ。かわいいさー。



ツノテツレイシガイの子どもを見つけた。

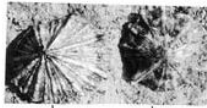


ツノテツレイシガイ



テツレイシガイ

コウダカカラマツガイ      ヒラカラマツガイ



かさが高い

かさが低い



歩き方  
緑とむらさき色

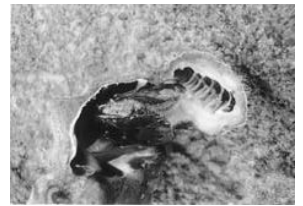
黄色とはだ色



たまご



テツレイシガイがコウダカカラマツガイを岩からはがして食べようとしていた。岩の割れ目の中にすんでいる。エサを食べる時だけ出てきて、また同じところにもどる。



ツノテツレイシガイがヒザラガイの小さいのをおそって食べていた。ヒザラガイを食べる日があるのかな？ と思うぐらいあっちこちでヒザラガイを食べているのが見られた。



食べられてからっぽになり、毎日岩の割れ目に落ちていくコウダカカラマツガイ。



岩のあなや割れ目に入っているツノテツレイシガイ。



1cmぐらいの小さいのが出てきた。

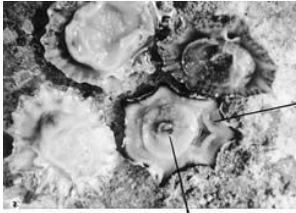
大きいツノテツレイシガイに小さいのが白いくだをさし込んでいた。どんな卵を産んでいるのか？ まだ見たことがないので、調べてみたい。



他の岩でもヒザラガイは  
食べられていた。



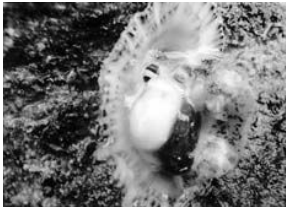
レイシガイダマシ(アク  
キガイ科)  
小さいが肉食性の貝である。



リュウキュウノ  
アシをひっくり返  
してみたら形がち  
がう。

無理にひっぱると皮がやぶ  
れてしまう。

岩にくっついていてヒザラガイを無理に力を入れては  
がすと、足の皮がやぶれて中身がとび出してしまう。かわ  
いそうなことをしてしまった。



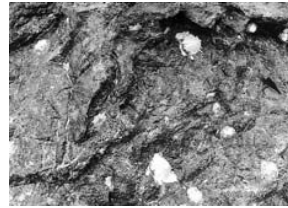
岩から力ではがすと皮がやぶれて、白い液も中身も出る。

たまごを産卵する時期

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
コウダカカラマツガイ							① 7/6-7/8 ② 7/6-7/8		③ 8/16-8/18 ④ 8/16-8/18 ⑤ 8/16-8/18			
クロカラマツガイ	① 2/1-2/10			② 3/1-3/2								

- ・コウダカカラマツガイは、7月～12月まで毎月産卵する。(7回産む)
- ・クロカラマツガイは、2月～4月まで産む。(2回産む)
- ・10日間ぐらいで幼生になり、潮に流される。

流れついたカラマツガイ類の貝がら

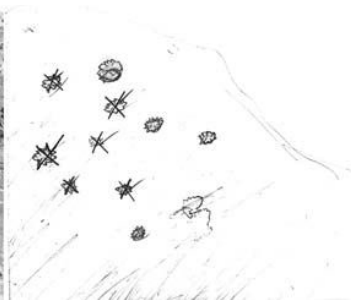


(実験)  
(黄色)

7/29Aの岩にくっつ  
ているコウダカカラマツガ  
イ11こに黄色いペンキを  
ぬった。

9月4日

10こちゆう6こなくなっていた。ツノテツレイシガイ  
が2ひきいた。



7/29

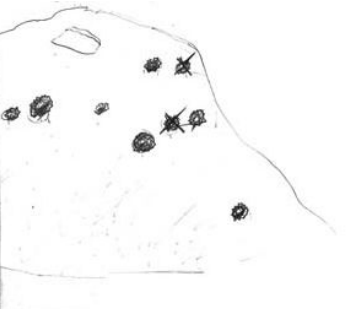


9/4↑

Bの岩にくっついていてコウダカカラマツガイに青い  
ペンキをぬった。7/29

9月4日 → 9こちゆう2こなくなっていた。  
(ツノテツレイシガイが少ない)

ツノテツレイシガイ





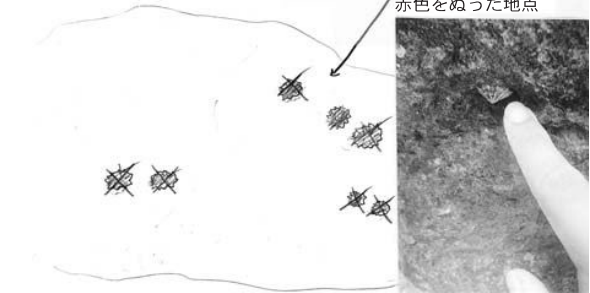
↑青色をぬった地点 7/29



9/4 7こちゅう6こなくなっていた。



赤色をぬった地点

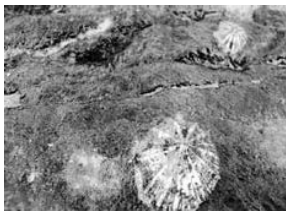


7/29

Cの岩にくっついてコウダカカラマツガイに赤ペンキをぬった。



1個だけ青色が残っていた。



10/13

- Aの岩 黄色 → 全部消えた。
- Bの岩 青色 → 1個だけ残っている。
- Cの岩 赤色 → 全部消えた。

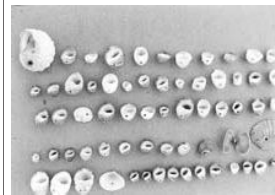
7/29~10/13

ペンキをぬったコウダカカラマツガイは、ほとんど全部食べられてしまった。



ツノテツレイシガイがコウダカカラマツガイを食べている。

貝の研究パート3で「あなのあいた貝」を調べた結果



アマガイが多い。

タマガイ科の貝に食べられたのは、あなをあけられて流れついていた。  
4385こ ÷ 11日 = 399こ  
一日平均 399こ 流れつく。

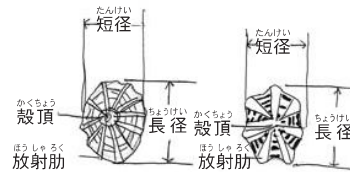


アキガイ科の貝に食べられたカラマツガイ類は、岩のある近くの浜辺に流れついていた。  
7637こ ÷ 25日 = 305こ  
一日平均 305こ 流れつく。

- ・あなをあけられて流れついたアマガイ類と、カラマツガイ類の一日に食べられて流れつく貝がら類は300こあまりで似ている。肉食の貝は、同じ貝を一定の数をくり返し食べている。そして貝がらになって、その日に浜辺に流れつく。
- ・アマガイが流れつく浜には、近くの海に石の下にアマガイがたくさんすんでいる。カラマツガイが流れつく浜の海の岩には、カラマツガイ類がたくさんついている。同じ内花の浜でも流れつく場所がちがっている。

カラマツガイをひろってしゅるい・数を調べた。

1/28~8/3

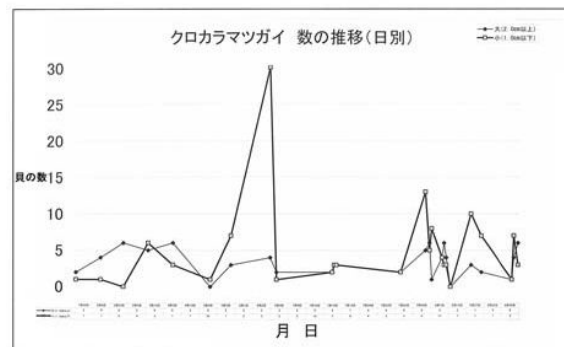
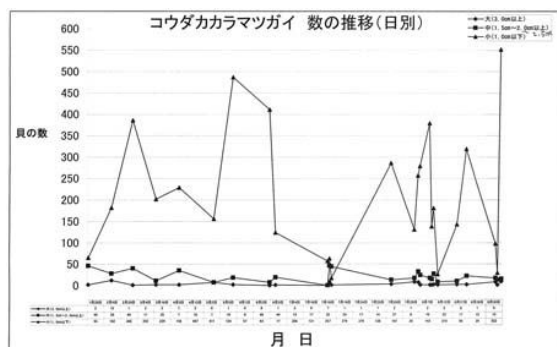


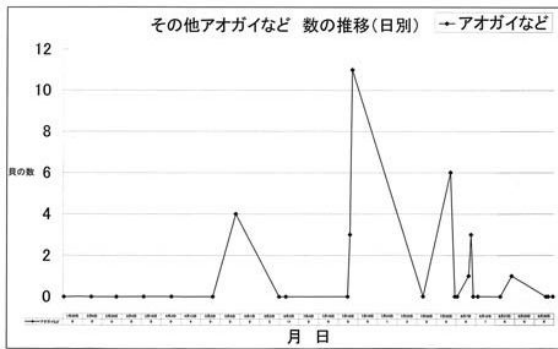
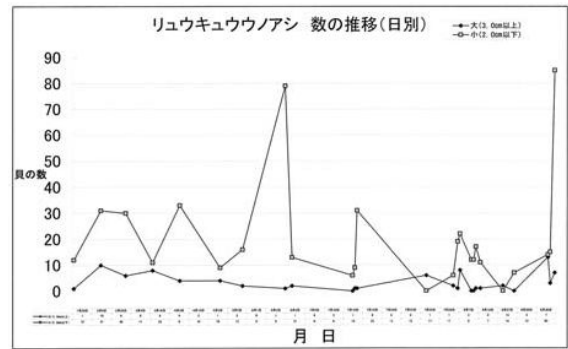
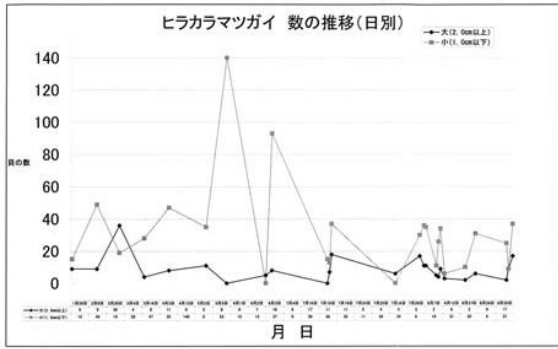
- ・1番多いのは、コウダカカラマツガイの小さい貝がら(5197個)
- ・毎日バランスよく流れつくことが分かった。
- ・一日平均305個ぐらい流れ着く。

種類	日		1月28日	2月9日	2月20日	3月4日	3月16日	4月3日	4月13日
	大きさ (長径)	数 (合計)							
コウダカカラマツガイ	大	84	2	12	1	2	2	7	2
	中	530	46	28	40	11	35	7	18
	小	5197	65	182	386	202	229	156	487
クロカラマツガイ	大	84	2	4	6	5	6	0	3
	小	124	1	1	0	6	3	1	7
ヒラカラマツガイ	大	217	9	9	36	4	8	11	0
	小	781	15	49	19	28	47	35	140
リュウキュウウノアシ	大	84	1	10	6	8	4	4	2
	小	500	12	31	30	11	33	9	16
その他アオガイなど		36	7	0	0	0	0	0	4
合計		7637	160	326	524	277	367	230	679

5月2日	5月5日	6月1日	6月2日	6月3日	7月4日	7月16日	7月18日	7月19日	7月24日	7月25日
0	1	0	8	1	3	8	7	1	1	1
7	19	0	46	44	13	17	32	24	17	14
411	124	57	63	17	286	131	257	279	379	138
4	2	2	3	3	2	5	6	1	4	6
30	1	2	3	3	2	13	5	8	4	3
5	8	0	7	18	6	17	11	11	5	4
0	93	15	13	37	0	30	36	35	11	26
1	2	0	1	1	6	2	1	8	0	0
79	13	6	9	31	0	6	19	22	12	12
0	0	0	3	11	0	6	0	0	1	3
537	263	82	156	166	318	235	374	389	434	207

7月26日	7月28日	8月7日	8月12日	8月27日	8月28日	8月30日
2	1	2	2	8	1	9
27	8	10	22	17	13	15
181	26	143	319	98	29	552
4	0	3	2	1	4	6
3	0	10	7	1	7	3
9	3	2	6	2	9	17
34	6	10	31	25	9	37
1	1	2	0	13	3	7
17	11	0	7	14	15	85
0	0	0	1	0	0	0
278	56	182	397	179	90	731





日	貝名	個
⑤	大(2.0cm以上)	7
	中(1.5cm~2.5cm)	32
	小(1.0cm以下)	125
	大	1
	中	24
	小	217
④	大	1
	中	14
	小	125
	大	2
	中	27
	小	141
③	大(2.0cm以上)	6
	中(1.5cm~2.5cm)	5
	小(1.0cm以下)	11
	大	1
	中	8
	小	35
②	大(2.0cm以上)	11
	中(1.5cm~2.5cm)	36
	小(1.0cm以下)	1
	大	1
	中	8
	小	35
①	大(2.0cm以上)	4
	中(1.5cm~2.5cm)	6
	小(1.0cm以下)	4
	大	4
	中	6
	小	6
⑦	大(2.0cm以上)	4
	中(1.5cm~2.5cm)	6
	小(1.0cm以下)	4
	大	4
	中	6
	小	6
⑥	大(2.0cm以上)	9
	中(1.5cm~2.5cm)	34
	小(1.0cm以下)	1
	大	8
	中	22
	小	12
⑧	大(2.0cm以上)	1
	中(1.5cm~2.5cm)	17
	小(1.0cm以下)	1
	大	1
	中	1
	小	17

①	波うちぎわに流れついたコウダカラムツガイと、クロカラムツガイ、ヒラカラムツガイ、リュウキュウウノアシの貝をひろってきて画用紙にしゅるいごと大きさに分けて、毎日外用しにならべてはりつけてみると、ふしぎなことに気がついた。
↓	毎日同じバランスで、しゅるいと大きさがきまりがあるように流れてきている。
↓	このことから毎日、同じツノテレイシガイの仲間がカラマツガイ類やウノアシ類を小さいのを中心にバランスよく一定の量をきまりがあるように食べていることが分かった。
↓	
②	コウダカラムツガイが毎日一番多く食べられている。その中でも1.0cm以下の大きさがたくさん食べられている。(7/18と7/19では一日で平均268こ)中の大きさ(1.5cm~2.5cm)は平均28こ食べられている。大の大きさ(3.0cm以上)は、平均4こしか流れついてない
③	クロカラムツガイとヒラカラムツガイも小さい(1.0cm以下)が多く食べられている。クロカラムツガイ(平均6.5こ)ヒラカラムツガイ(平均35こ)大きい(2.0cm以上)はクロカラムツガイは平均3.5こ、ヒラカラムツガイは平均11こ。
④	リュウキュウウノアシは少ない。小さい(2.0cm以下)は平均20.5こ。大きい(3.0cm以上)は平均4.5こ。

⑤	コウダカラムツガイ	268
⑥	コウダカラムツガイ	268
⑦	コウダカラムツガイ	268
⑧	コウダカラムツガイ	268
⑨	コウダカラムツガイ	268
⑩	コウダカラムツガイ	268
⑪	コウダカラムツガイ	268
⑫	コウダカラムツガイ	268
⑬	コウダカラムツガイ	268
⑭	コウダカラムツガイ	268
⑮	コウダカラムツガイ	268
⑯	コウダカラムツガイ	268
⑰	コウダカラムツガイ	268
⑱	コウダカラムツガイ	268
⑲	コウダカラムツガイ	268
⑳	コウダカラムツガイ	268
㉑	コウダカラムツガイ	268
㉒	コウダカラムツガイ	268
㉓	コウダカラムツガイ	268
㉔	コウダカラムツガイ	268
㉕	コウダカラムツガイ	268
㉖	コウダカラムツガイ	268
㉗	コウダカラムツガイ	268
㉘	コウダカラムツガイ	268
㉙	コウダカラムツガイ	268
㉚	コウダカラムツガイ	268
㉛	コウダカラムツガイ	268
㉜	コウダカラムツガイ	268
㉝	コウダカラムツガイ	268
㉞	コウダカラムツガイ	268
㉟	コウダカラムツガイ	268
㊱	コウダカラムツガイ	268
㊲	コウダカラムツガイ	268
㊳	コウダカラムツガイ	268
㊴	コウダカラムツガイ	268
㊵	コウダカラムツガイ	268
㊶	コウダカラムツガイ	268
㊷	コウダカラムツガイ	268
㊸	コウダカラムツガイ	268
㊹	コウダカラムツガイ	268
㊺	コウダカラムツガイ	268
㊻	コウダカラムツガイ	268
㊼	コウダカラムツガイ	268
㊽	コウダカラムツガイ	268
㊾	コウダカラムツガイ	268
㊿	コウダカラムツガイ	268



#### 4. 研究の結果

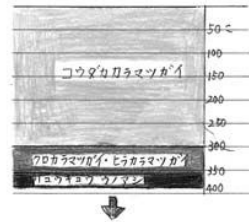
- (1) コウダカカラマツガイとクロカラマツガイは同じ岩に住むが、かさの高さ、色、形、動きがちがう。
- (2) タマゴの形、うむ時期、場所もちがう。

	コウダカカラマツガイ	クロカラマツガイ
たまごをうむ時期	(うまれる) 11月5日 ~ 11月14日 1回目 12月9日 ~ 12月23日 2回目 7月4日 ~ 7月8日 3回目 7月17日 ~ 7月24日 4回目 8月29日 ~ 9月10日 5回目 9月26日 ~ 10月5日 6回目 10月11日 ~ 10月20日 7回目	(消える) 2月1日~2月10日 1回目 4月4日~4月12日 2回目
たまごの形	 の字のような形	 かけらのような形
うむ場所	岩の上	岩のあなの中

- (3) たまごの変化は似ている。  
うんだばかりのはとうめい → 黄色 → 茶色になり、十日ぐらいで貝の形のようにせいに成り、波に流されていっせいに消える。
- (4) コウダカカラマツガイ(アケガイ科)にペンキで色をぬって調べて見ると、ツノテツレイシガイが2ひきいる岩では5日間に1こ食べられて消えていた。
- (5) 潮が引こうとしている時に、いっせいに産卵する。潮が完全に引いて岩のそばから海水がなくなると、産み終わってたまごを残して、いつもくっついてい場所にもどる。
- (6) たまごの出てくるあなは、口のある顔と空気の出る大きいあなの間にある。一本の細い糸のようにつながったたまごが出て来る。あなから出たたまごは、体のあしの部分でくねくねと回しながら、ねんまくを出してあしの形でたまごを固め形をつくりながら、岩にくっ付けていた。たまごの大きさはあしの大きさに比例する。大きいカラマツガイは大きいたまご、小さいのは小さいたまごを産む。
- (7) はいせつ物が出るあなは、海ではどこから出るのか分からなかったが、ガラスの容器で裏から見ることが出来た。空気の出る大きいあなの下に、はいせつ物が出るあながあった。

- (8) カラマツガイをひろってしゅるい、大きさ、数を調べてわかったこと。

- ・毎日肉食の貝に食べられてからになり、決まった波うちぎわに流されつく1番多いのがコウダカカラマツガイの小さい貝。
- ・クロカラマツガイ、ヒラカラマツガイ、リュウキュウウノアシ、アオガイもカラになり、いっしょに流れつく。
- ・毎日平均305個ぐらい流れ着く。食べられてもどんどんたまごをうんでいるので、カラマツガイはいなくなることはない。



- ・毎日同じしゅるいと大きさの貝がバランスよく食べられている。
- ↓
- 小さい貝がよく食べられている。

- ・流れついた貝を画用紙にはってみると、ふしぎなきまりを発見できた。
- 毎日①コウダカカラマツガイ→②ヒラカラマツガイ  
クロカラマツガイ  
→ ③リュウキュウウノアシの順じよで量が決まっている。



#### 5. まとめと考察

- (1) コウダカカラマツガイとクロカラマツガイは、毎年同じ時期に産卵をくり返している。食べられることによって、他の生き物を助けていることが分かった。
- (2) 産まれた貝はいっせいに潮に流されて消えるけど、また帰ってきて岩について、他の肉食貝に食べられてしまうが、残ったカラマツガイが年に7回たまごを産んでいる。
- (3) 伊是名島の海の中でもこの内花の海岸に一番コウダカカラマツガイが流れてくることが分かった。色々な貝が住んでいる場所というしょうこである。いつまでも食べられた貝がらがたくさん流れつくところであってほしい。



- (4) 産卵の方法も敵から身を守ることを考えてやっていることに気づき、おどろいた。いっせいに潮の引き始めに産卵して、潮が完全に引き、岩のそばから海水がなくな

なる時にはたまごを残して、いつもくっついていて場所にもどっていた。

エサをたべるために移動するのも、潮が満ちて岩のまわりに波しぶきがかかっている時が多い。潮が引いている時間は岩にぴったりくっついて、まったく動かないという行動も敵から身を守っている。

しかし、同じ岩に住む肉食貝はくっついていてカラマツガイもヒザラガイもはがして食べている。特に小さいカラマツガイはたくさん食べられているのが分かった。

一年に7回も産卵をくり返すのも食べられても子孫を残すというカラマツガイ類の身を守る方法だと思った。

- (5) たまごは同じ日に産んだものでも、家に持ち帰りビンに入れたものは、成長が止まる。海で岩についているのは、中の形が変化している。やはりたまごは海の中の自然の中で順調に成長することが分かった。

潮の満引きの中で岩の上にあるたまごはきびしい太陽や雨風にさらされ、波にうたれ、海水の中で成長する。生き物は自然の中できびしさを経験して成長出来るということを教えられました。

- (6) 流れついたカラマツガイ類の貝がらひろいをして、画用紙にはってみたら、ふしぎなきそくがある事に気付き、感動した。海の中の貝たちの生活が見えてきた。一年間生き物たちは大きなきまりを守り、食べたり食べられたりして生きていることがはっきりした。

## 6. 感想

流れついた貝を1個1個ひろうのは、暑くてとても大変でした。急に大雨がふったりして悪天候の中でも貝ひろいをがんばりました。ひろう時に研究は大変だなと改めて思いました。

しかしまとめてみると、今までわからなかったことが分かりました。でも魚やカニをたくさん見れるから、楽しいです。

これからもがんばります。

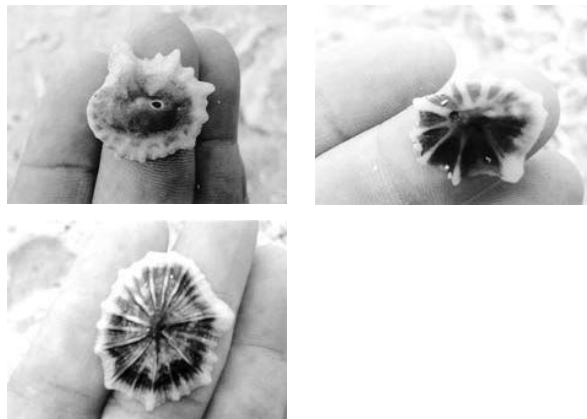


毎日流れ着くカラマツガイの仲間の貝



内花の海岸

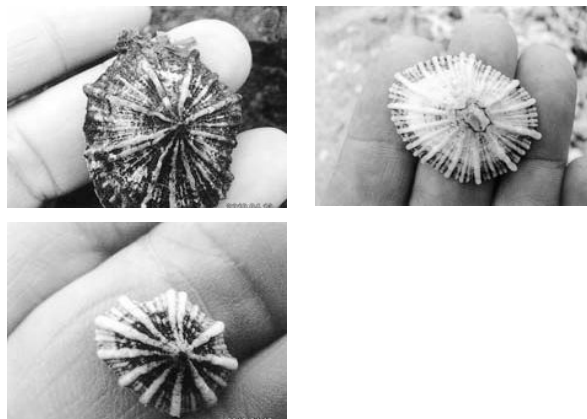
ヒラカラマツガイの仲間 (1)



リュウキュウウノアシの仲間 (2)



コウダカカラマツガイの仲間 (3)





## 講 評

### カラマツガイの研究(貝の研究パート 5)

海に行くと、カニや魚などの動くものやきれいなものに興味や関心が集中しがちです。

この研究では、海岸の動きの少ない貝に着目し、創意工夫をこらしながら粘り強く観察して、貝の生態のことについて明らかにしています。

研究をとおして、コウダカカラマツガイとクロカラマツガイの卵の形の違い、産卵の回数、カラマツガイが肉食貝にたべられている様子などわかったことがまとめられています。

また、この研究ではペンキでマーキングを行ったり、浜に流れ着く貝殻の個数を調べ、分類することなどの工夫がなされています。マーキングからは、貝の動きや肉食貝に食べられる状況がわかるようになりました。貝を拾った数は一日約300個、総数5000個あまり、本当に圧巻で、貝の食う食われるの関係を十分に実感させてくれます。また、こまめに海岸にかよい、一生懸命台紙に貝を貼り付ける姿が目に見えられます。

研究報告書をおとして、なにげなく見過ごしてしまいそうなカラマツガイのことが、卵から産卵まで、そして貝の食う食われる関係など、貝の一生の動きとして捉えられるようになります。この研究報告書にまとめられていることはどれをとっても本当に貴重なものだと思います。

さいごに、研究報告書まとめるときには、ねらい、研究の方法、考察が一貫したものになっているか留意する必要があります。一貫性をもつことで、説得力が何倍にも向上するものと思います。また、今回の研究で明らかになったことは、一般的な貝の一生と比較してどの部分なのかがみえてくると、カラマツガイについてさらに明らかにする謎が見えてくるとと思います。研究は「貝の研究パート 5」と継続されていて、粘り強い取組を感じます。さらに継続して、カラマツガイの謎を一つでも多く明らかにしてください。



## みりんのジャガイモ煮崩れ防止効果を探る

那覇市立神原中学校 2年 鈴木 太陽

化学部門

### I 研究の動機

せっかく作ったジャガイモが、煮崩れてドロドロになってしまった。

母にジャガイモの上手な煮方を尋ねると、「本みりんを使うと煮崩れないわよ。」と教えてくれました。やってみると、ホックホクの美味しいジャガイモが煮上がりました。「なぜ、ジャガイモはみりんを入れると煮崩れないのか？ みりんを使うことで、ジャガイモにどのような変化が起きているのか？」と不思議に思い、この疑問を追求してみることにした。

### II 研究の仮説

1. ジャガイモが煮崩れるのは、熱を通すことで細胞が壊れるからではないか。
2. みりんを使うことによって、ジャガイモの細胞に変化が起きるのではないか。
3. ジャガイモ以外の野菜にも、みりんの煮崩れ防止効果があるのではないか。



### III 研究の目的

1. みりんの濃度、浸す時間、加熱時間の違いにより、

ジャガイモの細胞にどのような変化がおこるか。

2. 本みりん、煮切りみりん、エタノール、水を使用した時の、ジャガイモ煮崩れ防止効果はどうか。
3. みりんの煮崩れ防止効果は、他の野菜でも見られるか。
4. 煮崩れがおこる原因を、ジャガイモの重さや細胞の比較を通して、明らかにする。

### IV 研究の準備

1. 材 料・・・本みりん(宝本みりん)、無水エタノール99.5% (健栄製薬株式会社)、ジャガイモ(キタアカリ)、サツマイモ、ゴボウ、ダイコン、ゴーヤー、ニンジン
2. 実験機具・・・マイクロスコープ(Vixen PC-600)、デジタルはかり(最小1g表示/株タニタ)、温度計、スチロール樹脂容器、包丁、まな板、スクイ網、ガス台、雪平鍋、計量カップ、タイマー、計量スプーン、カバーガラス、スポイト、スライドグラス、カッターナイフ(OLFA)



実験機具・材料



マイクロスコープ

3. 本みりん・・・調べてみると、本みりんは、米、米麹、焼酎を原料としてじっくり熟成され

て作られた酒類調味料でした。本みりんは、エタノール分約13%と、糖分約45%（エキス分）が主な成分で、その他にぶどう糖や数種の糖、アミノ酸や有機酸を豊富に含んでいることがわかりました。

## V 研究の方法

1. 浸漬させる時間の違いによる、煮崩れ防止効果を調べる。
2. 浸漬させる濃度の違いによる、煮崩れ防止効果を調べる。
3. 浸漬後の加熱時間の変化による、煮崩れ防止効果を調べる。
4. 浸漬させないで、加熱時間を変化させた場合の煮崩れ防止効果を調べる。
5. みりんの煮崩れ防止効果は、他の野菜にも見られるのか調べる。

また、本みりん成分の何がジャガイモの煮崩れ防止効果に関係しているのか探るため、本みりんの2大成分(①糖分・②エタノール)を比較する水溶液(A)~(D)を準備し、調べることにした。

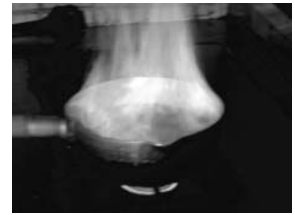
- (A) 本みりん → 本みりんの原液を水で希釈した、2%・5%・15%・30%水溶液を準備する。(①糖分・②エタノール含有)
- (B) 煮切りみりん → 本みりんの中のエタノールを蒸発させた(写真1・写真2)残りの液を水で希釈した、2%・5%・15%・30%水溶液を準備する。(①糖分含有)
- (C) エタノール → 無水エタノールを水で希釈した、2%・5%・15%・30%水溶液を準備する。(②エタノール含有)
- (D) 水 → 水使用。(①糖分・②エタノール両方とも含んでいない)

### (B) 煮切りみりんの作り方

(B)煮切りみりんとは、本みりんを煮たててエタノールを蒸発させたみりんの事。あえものや酢の物、加熱しない料理に使う場合などに用いられている。



①本みりんを鍋に入れる(写真1)



②煮たてて、鍋の中に火を入れエタノールを蒸発させる。(写真2)

## VI 仮説の検証

### 実験 1

浸漬させる時間の違いによる、煮崩れ防止効果を調べる。

#### 【目的】

本みりんと、煮切りみりん、エタノール、水の各水溶液に浸漬させる時間で細胞に変化が起こるか、顕微鏡を使い観察する。



準備品

#### 【手順】

- ① ジャガイモの皮をむき各100g準備をする(写真3)



写真3

- ② 容器に(A)本みりん浸漬液として、本みりん15%水溶液を800ml用意し、①を入れフタをする。(写真4)



写真4

- ③ 容器に(B)煮切りみりん浸漬液として、写真2の方法で作った煮切りみりん15%水溶液を800ml用意し、①を入れ、フタをする。(写真5)



写真5

- ④ 容器に(C)エタノール浸漬液として、15%エタノール水溶液を800ml用意し、①を入れフタをする。(写真6)



写真6

⑤ 容器に(D)水を800ml用意し、①を入れ、フタをする。(写真7)



写真7

⑥ (A)~(D)水溶液を冷蔵庫(7℃)に入れる。  
※浸漬時間6・12・16・18時間ごとに①~⑤を繰り返す。(写真8)



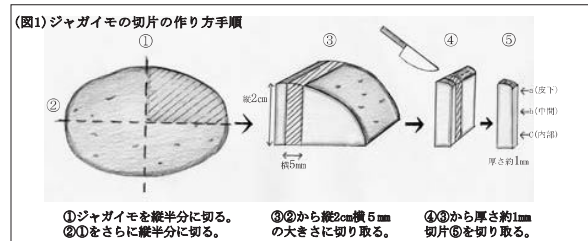
写真8

⑦ ⑥の各浸漬時間後、冷蔵庫から容器を取り出す。(写真9)



写真9

⑧ 浸漬させたジャガイモの断面を薄く切る(図1)



⑨ 各浸漬時間のジャガイモから採取した、(図1の⑤)の各切片で、プレパラートを作り(写真10)、顕微鏡で観察する。(写真11)

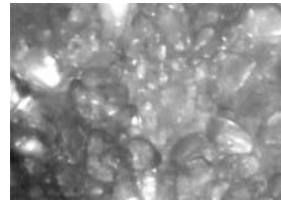


写真10

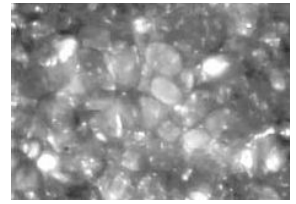


写真11

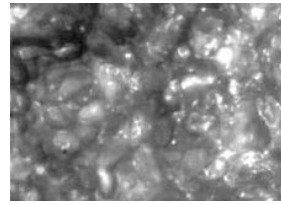
(C)エタノール → ②エタノール含有  
(D)水 → ①・②両方とも含んでいない



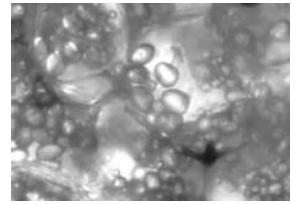
(A)本みりん(a)



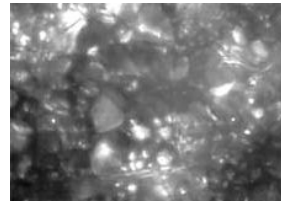
(B)煮切りみりん(a)



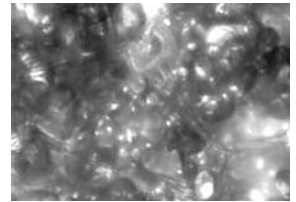
(C)エタノール(a)



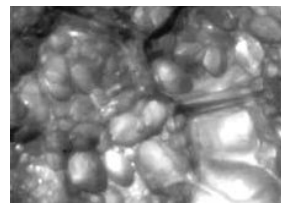
(D)水(a)



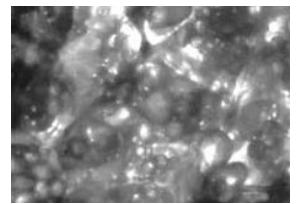
(A)本みりん(b)



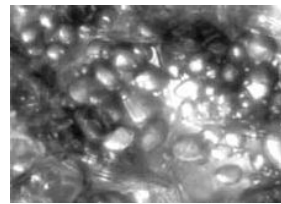
(B)煮切りみりん(b)



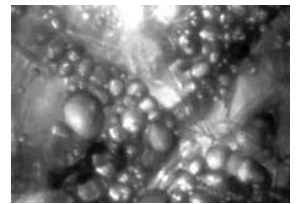
(C)エタノール(b)



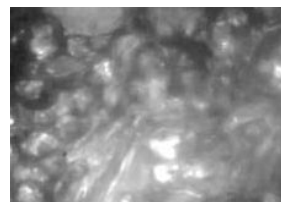
(D)水(b)



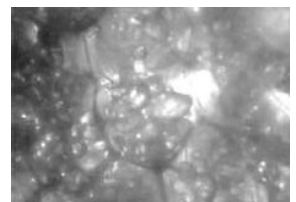
(A)本みりん(c)



(B)煮切りみりん(c)



(C)エタノール(c)



(D)水(c)

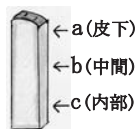
(×300)

【結果】

(実験1-1)

条件-浸漬6時間・15% (※D水は除く)

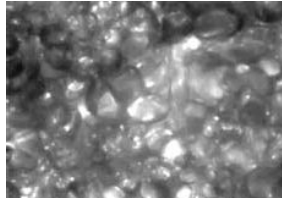
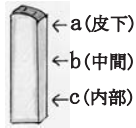
(A)本みりん → ①糖分・  
②エタノール含有  
(B)煮切りみりん → ①糖分含有



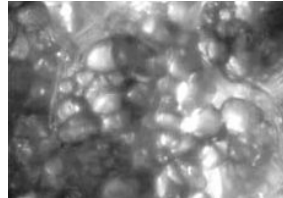
(実験 1 - 2)

条件 - 浸漬12時間・15% (※D)水は除く)

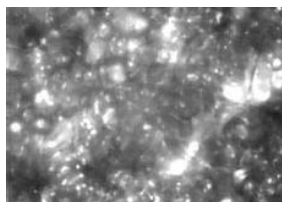
- (A)本みりん → ①糖分・  
②エタノール含有
- (B)煮切りみりん → ①糖分含有
- (C)エタノール → ②エタノール含有
- (D)水 → ①・②両方とも含んでいない



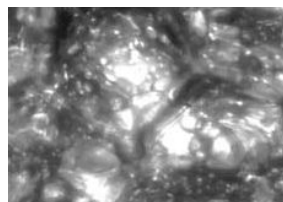
(A)本みりん(a)



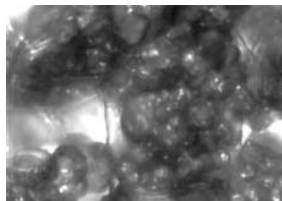
(B)煮切りみりん(a)



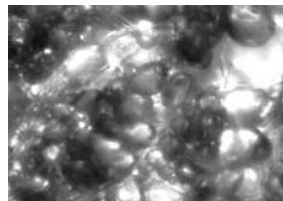
(C)エタノール(a)



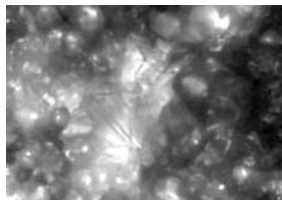
(D)水(a)



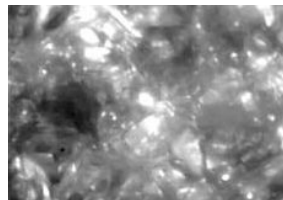
(A)本みりん(b)



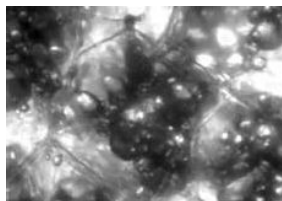
(B)煮切りみりん(b)



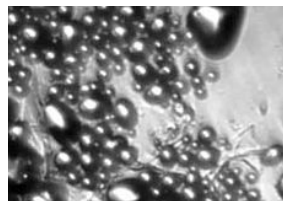
(C)エタノール(b)



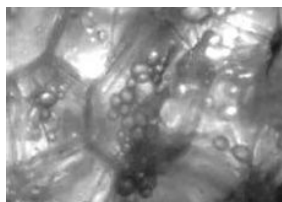
(D)水(b)



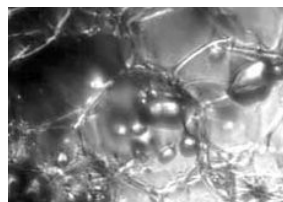
(A)本みりん(c)



(B)煮切りみりん(c)



(C)エタノール(c)



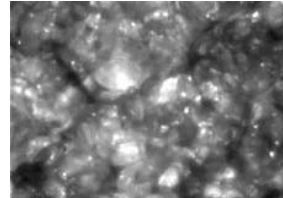
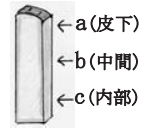
(D)水(c)

(×300)

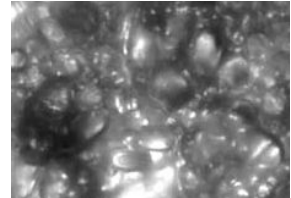
(実験 1 - 3)

条件 - 浸漬16時間・15% (※D)水は除く)

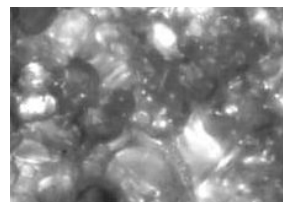
- (A)本みりん → ①糖分・  
②エタノール含有
- (B)煮切りみりん → ①糖分含有
- (C)エタノール → ②エタノール含有
- (D)水 → ①・②両方とも含んでいない



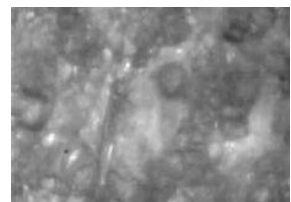
(A)本みりん(a)



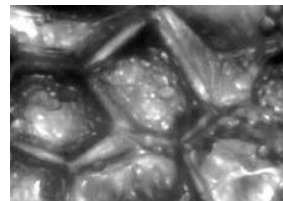
(B)煮切りみりん(a)



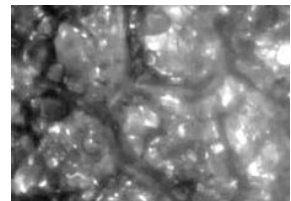
(C)エタノール(a)



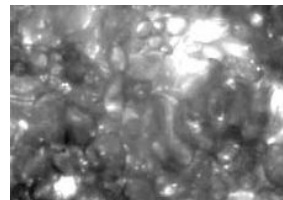
(D)水(a)



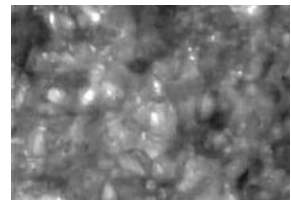
(A)本みりん(b)



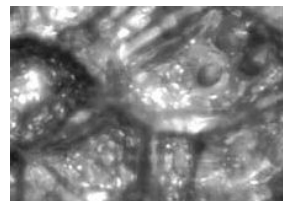
(B)煮切りみりん(b)



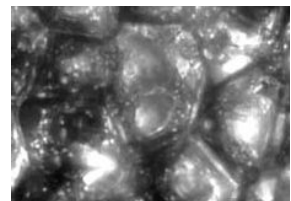
(C)エタノール(b)



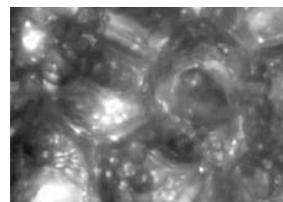
(D)水(b)



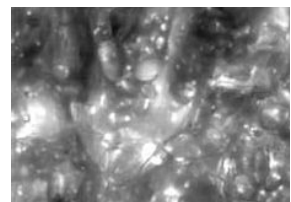
(A)本みりん(c)



(B)煮切りみりん(c)



(C)エタノール(c)



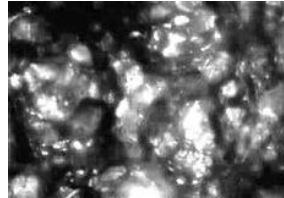
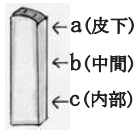
(D)水(c)

(×300)

(実験 1 - 4)

条件—浸漬18時間・15%(\*D)水は除く)

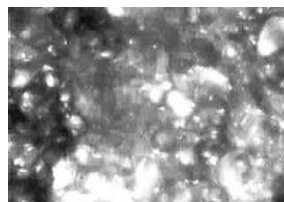
- (A)本みりん → ①糖分・  
②エタノール含有  
(B)煮切りみりん → ①糖分含有  
(C)エタノール → ②エタノール含有  
(D)水 → ①・②両方とも含んでいない



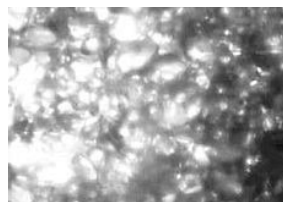
(A)本みりん(a)



(B)煮切りみりん(a)



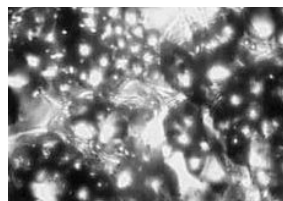
(C)エタノール(a)



(D)水(a)



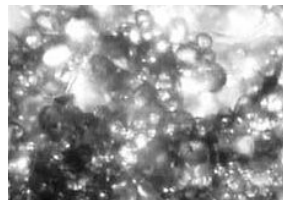
(A)本みりん(b)



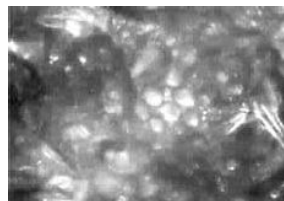
(B)煮切りみりん(b)



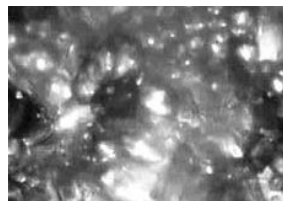
(C)エタノール(b)



(D)水(b)



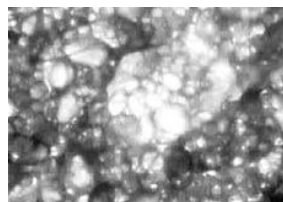
(A)本みりん(c)



(B)煮切りみりん(c)



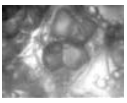
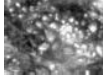


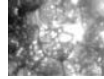
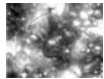
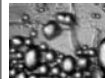
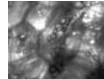



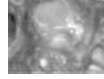


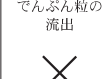
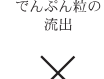

(C)エタノール(c)



(D)水(c)

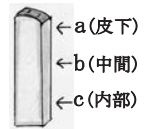
(×300)

【結果】

溶液 浸漬時間	(A)本みりん	(B)煮切りみりん	(C)エタノール	(D) 水
浸漬0時間	生ジャガイモ C(内部)→ 			
浸漬6時間				
浸漬12時間		× でんぷん粒の流出 		× でんぷん粒の流出 
浸漬16時間	◎細胞間の密着性が高い 	でんぷん粒の流出 × 	× でんぷん粒の流出 	でんぷん粒の流出 × 
浸漬18時間		でんぷん粒の流出 × 	でんぷん粒の流出 × 	でんぷん粒の流出 × 

【考察】

(A)本みりんは、浸漬時間が長くなるにつれてジャガイモの内部(C)まで細胞壁の引き締めが見られたのに比べ、(B)煮切りみりん・(D)水は12時間以上、(C)エタノールは16時間以上浸漬すると、細胞の形が変形し、細胞壁が壊れ、でんぷん粒が流出していた。このことから、本みりんは(B)~(D)に比べ、細胞を守る力が高いことが考えられる。



実験 2

浸漬させる濃度の違いによる、煮崩れ防止効果を調べる。

【目的】

本みりん、煮切りみりん、エタノール各水溶液に浸漬させる濃度の違いで細胞に変化が起こるか、顕微鏡を使い観察する。



準備品

【手順】

- ① ジャガイモの皮をむき各100g準備をする(写真3)

② 容器に(A)本みりん浸漬液として、本みりん2%・5%・15%・30%水溶液を各800ml用意し、①を入れ、フタをする。(写真12/2%水溶液)



写真12

③ 容器に(B)煮切りみりん浸漬液として、写真2の方法で作った煮切りみりん2%・5%・15%・30%水溶液を各800ml用意し、①を入れフタをする。(写真13/5%水溶液)



写真13

④ 容器に(C)エタノール浸漬液として、エタノール2%・5%・15%・30%水溶液を各800ml用意し、①を入れ、フタをする(写真14/15%水溶液・写真15/30%水溶液)



写真14

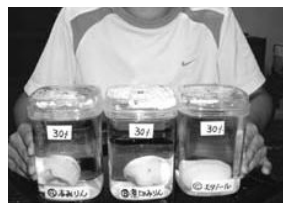


写真15

⑤ (A)~(C)水溶液を冷蔵庫(7℃)に入れる。

⑥ 16時間浸漬後、冷蔵庫から容器を取り出す。(写真16)

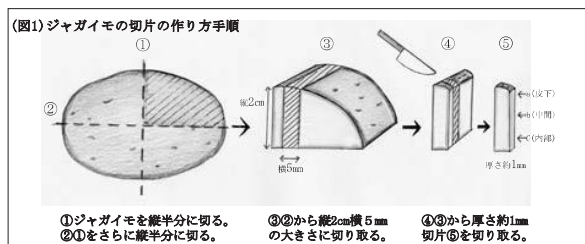


写真16

⑦ 浸漬させたジャガイモの断面を薄く切取る(図1)(写真17)



写真17



⑧ 各浸漬時間のジャガイモから採取した、(図1の⑤)の各切片で、プレパラートを作り(写真10)、顕微鏡で観

察する。(写真11)



写真10



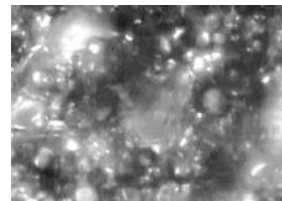
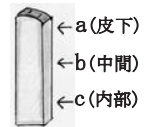
写真11

### 【結果】

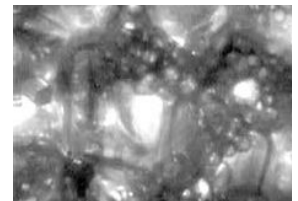
(実験2-1)

条件-2%・浸漬16時間

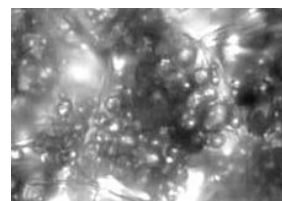
- (A)本みりん → ①糖分・  
②エタノール含有  
(B)煮切りみりん → ①糖分含有  
(C)エタノール → ②エタノール含有



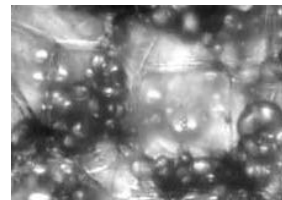
(A)本みりん(a)



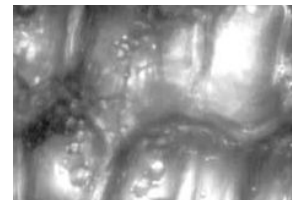
(B)煮切りみりん(a)



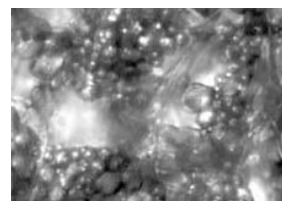
(C)エタノール(a)



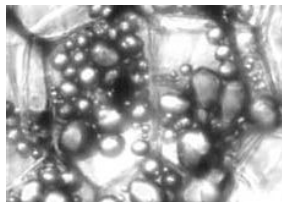
(A)本みりん(b)



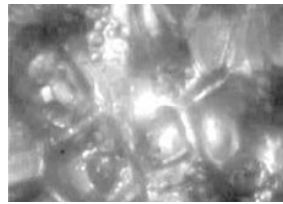
(B)煮切りみりん(b)



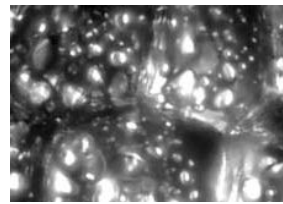
(C)エタノール(b)



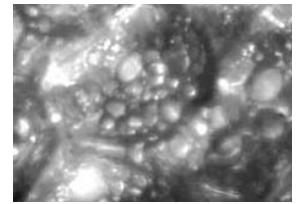
(A)本みりん(c)



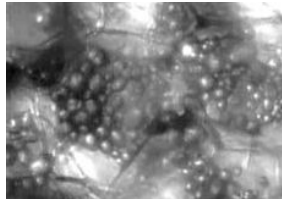
(B)煮切りみりん(c)



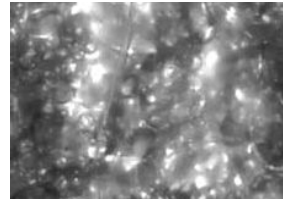
(A)本みりん(c)



(B)煮切りみりん(c)



(C)エタノール(c)



(C)エタノール(c)

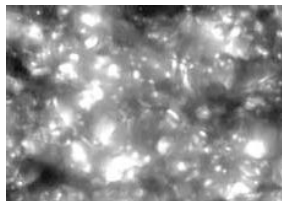
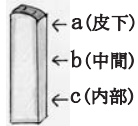
(×300)

(×300)

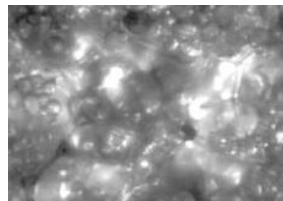
(実験 2 - 2)

条件 - 5%・浸漬16時間

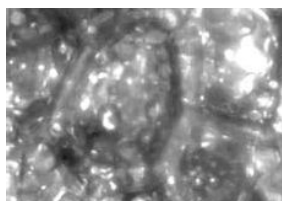
- (A)本みりん → ①糖分・  
②エタノール含有
- (B)煮切りみりん → ①糖分含有
- (C)エタノール → ②エタノール含有



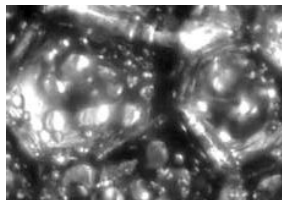
(A)本みりん(a)



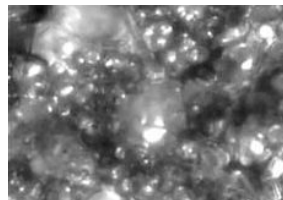
(B)煮切りみりん(a)



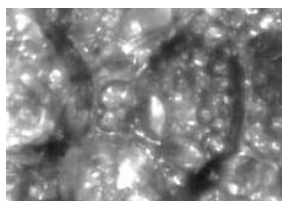
(C)エタノール(a)



(A)本みりん(b)



(B)煮切りみりん(b)

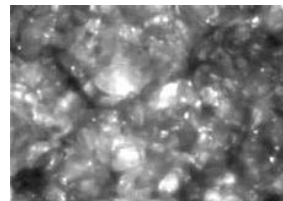
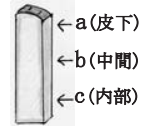


(C)エタノール(b)

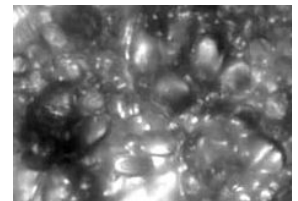
(実験 2 - 3)

条件 - 15%・浸漬16時間

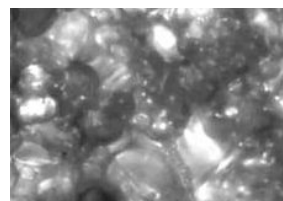
- (A)本みりん → ①糖分・  
②エタノール含有
- (B)煮切りみりん → ①糖分含有
- (C)エタノール → ②エタノール含有



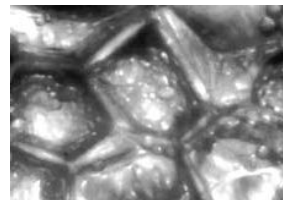
(A)本みりん(a)



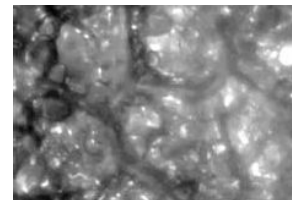
(B)煮切りみりん(a)



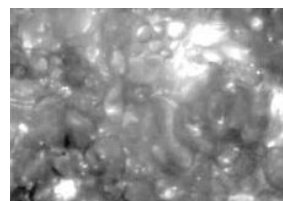
(C)エタノール(a)



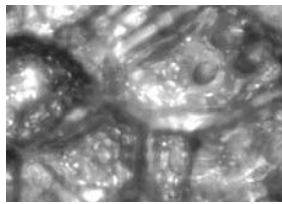
(A)本みりん(b)



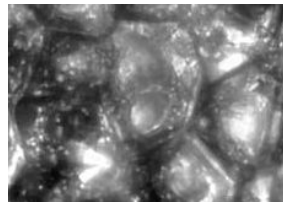
(B)煮切りみりん(b)



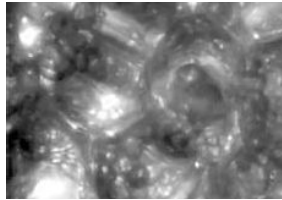
(C)エタノール(b)



(A)本みりん(c)

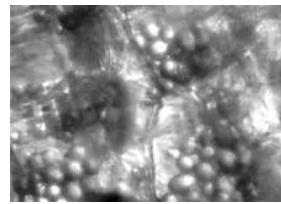


(B)煮切りみりん(c)

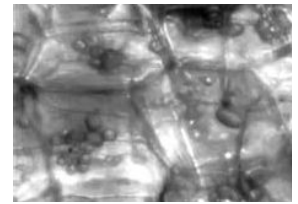


(C)エタノール(c)

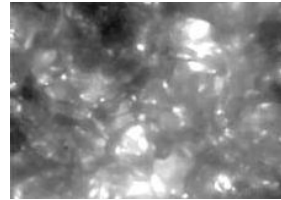
(×300)



(A)本みりん(c)



(B)煮切りみりん(c)



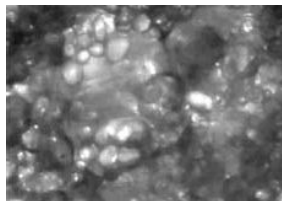
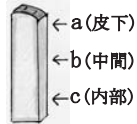
(C)エタノール(c)

(×300)

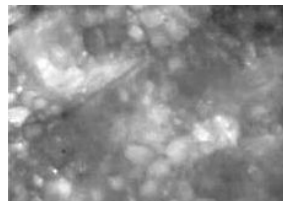
(実験 2 - 4)

条件-30%・浸漬16時間

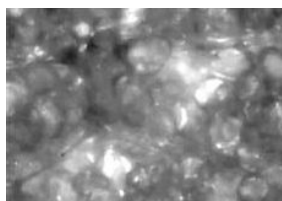
- (A)本みりん → ①糖分・  
②エタノール含有  
(B)煮切りみりん → ①糖分含有  
(C)エタノール → ②エタノール含有



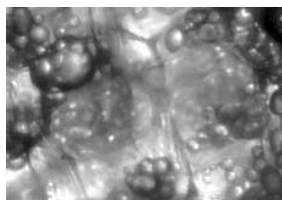
(A)本みりん(a)



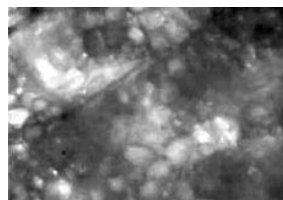
(B)煮切りみりん(a)



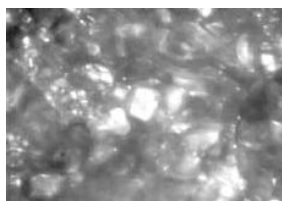
(C)エタノール(a)



(A)本みりん(b)

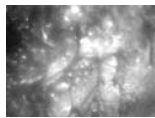
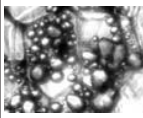
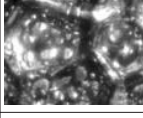
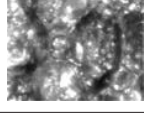
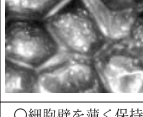
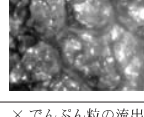






(B)煮切りみりん(b)



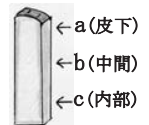
(C)エタノール(b)

【結果】

溶液 濃度	(A)本みりん	(B)煮切りみりん	(C)エタノール
濃度 0 %	生ジャガイモ a (皮下) → 		
濃度 2 %	○細胞壁のひき締め 	細胞壁に 変化なし	細胞壁に 変化なし
濃度 5 %	○細胞壁のひき締め 	細胞壁に 変化なし	○細胞壁を薄く保持 
濃度 15 %	◎細胞間の密着性が高い 	○細胞壁を薄く保持 	○細胞壁を薄く保持 
濃度 30 %	○細胞壁を薄く保持 	× でんぷん粒の流出 	× でんぷん粒の流出 

【考察】

(A)本みりんは、2%から細胞壁を引き締める効果が見られ、15%が最も細胞間の密着性が高いことがわかった。しかし(B)煮切りみりん・(C)エタノールは、15%で細胞壁を薄く保持したのをピークに、30%ではでんぷん粒の流出が進んだ。このことから、適正な濃度の使用が、ジャガイモの煮崩れ防止効果に関係していると考えられる。



**実験 3**

浸漬後の加熱時間の変化による、煮崩れ防止効果を調べる。

**【目的】**

本みりん、煮切りみりん、エタノール、水の各水溶液に浸漬させ加熱し、細胞や重さに変化が起こるか、顕微鏡やはかりを使い観察する。

**【手順】**

① ジャガイモの皮をむき各100g準備をする(写真3)



準備品



写真3

② 容器に(A)本みりん浸漬液として、本みりん15%水溶液を800ml用意し、①を入れフタをする。(写真18)



写真18

③ 容器に(B)煮切りみりん浸漬液として、写真2の方法で作った煮切りみりん15%水溶液を800ml用意し、①を入れ、フタをする。(写真19)



写真19

④ 容器に(C)エタノール浸漬液として、エタノール15%水溶液を800ml用意し、①を入れ、フタをする。(写真20)



写真20

⑤ 容器に(D)水を800ml用意し、①を入れ、フタをする。(写真21)



写真21

⑥ (A)~(D)水溶液を冷蔵庫(7℃)に入れ、16時間浸漬後、冷蔵庫から容器を取り出す(写真22)



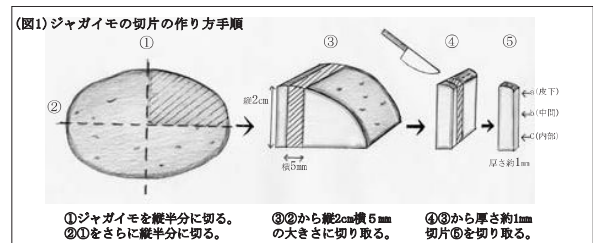
写真22

⑦ 鍋に⑥の水溶液を入れ沸騰させた後、⑥のジャガイモを入れ、加熱時間15分・30分・45分ごとにジャガイモを取り出し、重さを量る(写真23)



写真23

⑧ 加熱時間ごとにジャガイモの断面を切取る(図1)



⑨ 各浸漬時間のジャガイモから採取した、(図1の⑤)の各切片で、プレパラートを作り(写真10)、顕微鏡で観察する。(写真11)



写真10



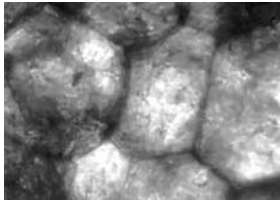
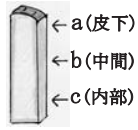
写真11

【結果】

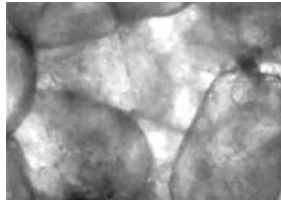
(実験 3-1)

条件—浸漬16時間・加熱15分・15% (※D水は除く)

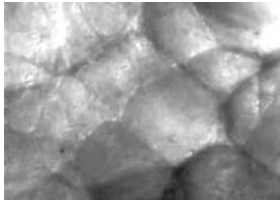
- (A)本みりん → ①糖分・  
②エタノール含有
- (B)煮切りみりん → ①糖分含有
- (C)エタノール → ②エタノール含有
- (D)水 → ①・②両方とも含んでいない



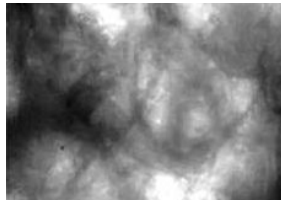
(A)本みりん(a)



(B)煮切りみりん(a)



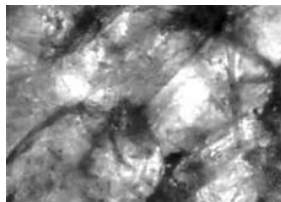
(C)エタノール(a)



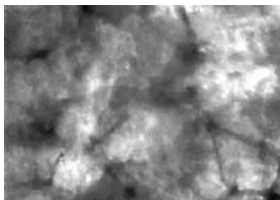
(D)水(a)



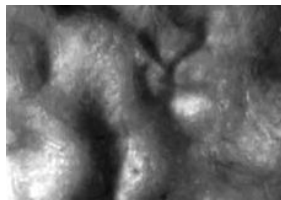
(A)本みりん(b)



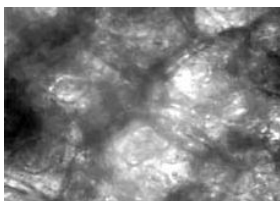
(B)煮切りみりん(b)



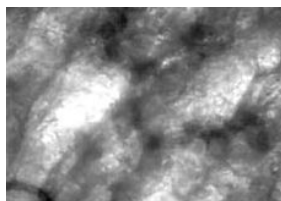
(C)エタノール(b)



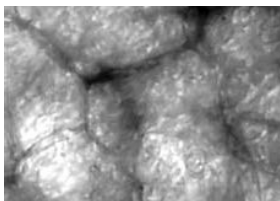
(D)水(b)



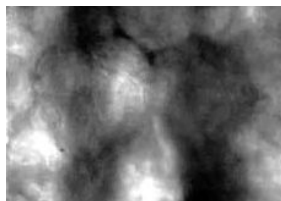
(A)本みりん(c)



(B)煮切りみりん(c)



(C)エタノール(c)



(D)水(c)

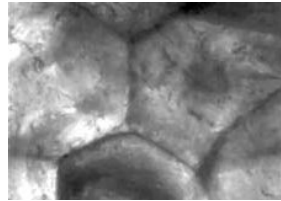
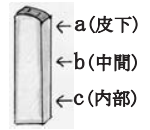
(×300)

【結果】

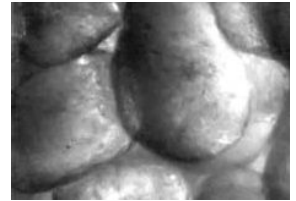
(実験 3-2)

条件—浸漬16時間・加熱30分・15% (※D水は除く)

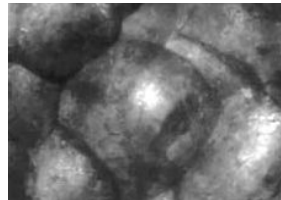
- (A)本みりん → ①糖分・  
②エタノール含有
- (B)煮切りみりん → ①糖分含有
- (C)エタノール → ②エタノール含有
- (D)水 → ①・②両方とも含んでいない



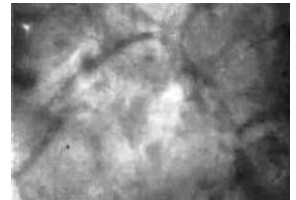
(A)本みりん(a)



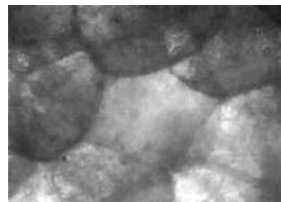
(B)煮切りみりん(a)



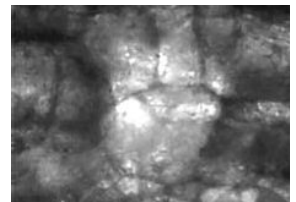
(C)エタノール(a)



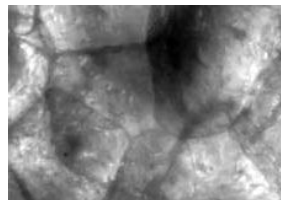
(D)水(a)



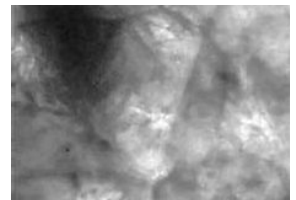
(A)本みりん(b)



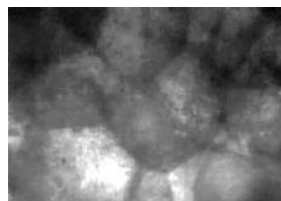
(B)煮切りみりん(b)



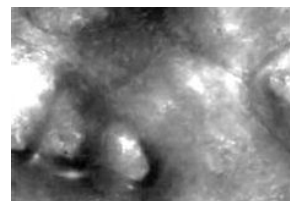
(C)エタノール(b)



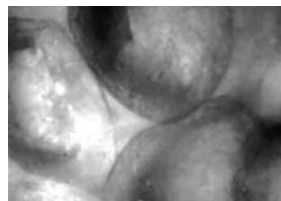
(D)水(b)



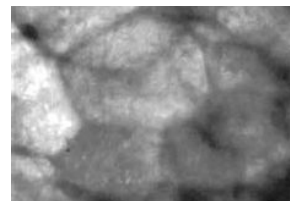
(A)本みりん(c)



(B)煮切りみりん(c)



(C)エタノール(c)



(D)水(c)

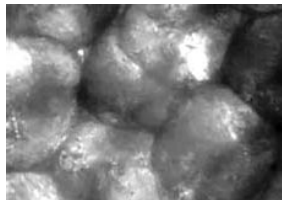
(×300)

**【結果】**

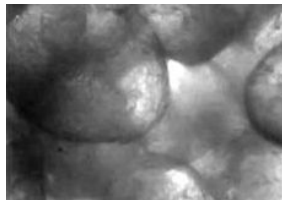
(実験 3-3)

条件一浸漬16時間・加熱45分・15% (※D水は除く)

- (A)本みりん → ①糖分・  
                   ②エタノール含有  
 (B)煮切りみりん → ①糖分含有  
 (C)エタノール → ②エタノール含有  
 (D)水 → ①・②両方とも含んでいない



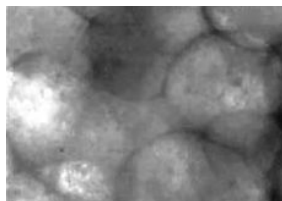
(A)本みりん(a)



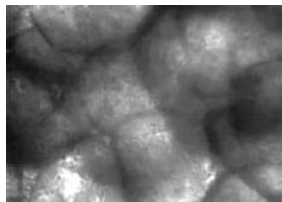
(B)煮切りみりん(a)



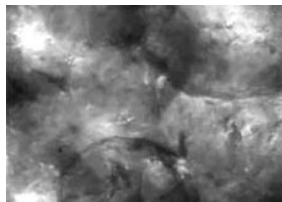
(C)エタノール(a)



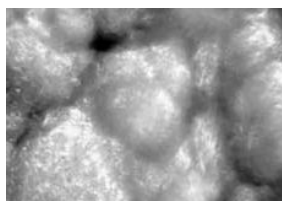
(D)水(a)



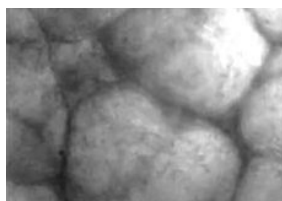
(A)本みりん(b)



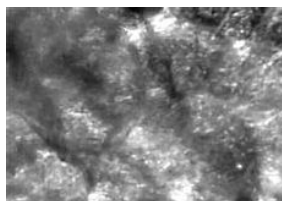
(B)煮切りみりん(b)



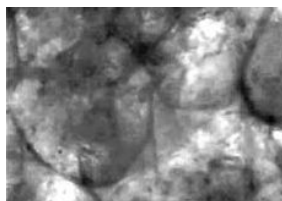
(C)エタノール(b)



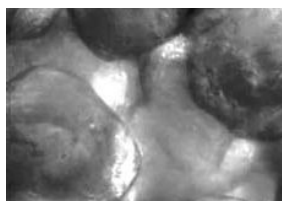
(D)水(b)



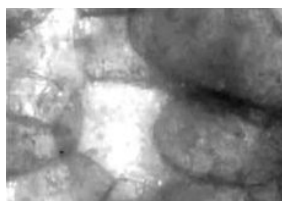
(A)本みりん(c)



(B)煮切りみりん(c)



(C)エタノール(c)



(D)水(c)

(×300)

**【結果】**

45分間ジャガイモを加熱後、(A)本みりんだけ煮崩れしない結果となった。



(A)本みりん○煮崩れなし



(B)煮切りみりん×煮崩れ



(C)エタノール×煮崩れ



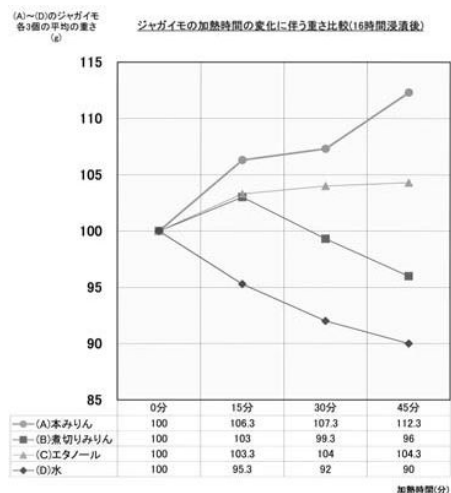
(D)水×煮崩れ

右(写真24)は、16時間(A)本みりに浸漬後、30分加熱したジャガイモです。煮崩れせずホクホクとした食感で上品な甘みもあり美味しく煮あがりました。同じく(B)煮切りみりん・(C)エタノールに浸漬させ加熱したジャガイモは、自然な甘みがなく、(D)水に浸漬させ加熱したジャガイモは水っぽいジャガイモとなり、美味しくありませんでした。



(A)本みりん30分加熱  
 ◎煮崩れなし(写真24)

**【結果の処理】**



**【考察】**

加熱時間が長くなるほど、(A)本みりんのジャガイモは重さが増していることから、本みりんがジャガイモ内部に吸収された分、重さが増えたのではないかと考えられる。また本みりんがジャガイモ内部まで作用し、細胞壁を強固にしてでんぷん粒の流出を防いだ結果、45分加熱し

でも(A)本みりんで煮たジャガイモだけが煮崩れしなかった要因になっているのではないかと考えられる。また、(A)本みりんで煮たジャガイモは上品な甘みがあり、とても美味しく感じたのに対し、他の(B)~(D)で煮たジャガイモは、ジャガイモ本来の甘みもなく、水っぽかったことから、細胞の外にうまみ成分が流出してしまったと考えられる。



⑤ 各加熱時間のジャガイモから採取した(図1の⑤)の各切片で、プレパラートを作り(写真10)、顕微鏡で観察する。(写真11)



写真10



写真11



マイクロスコープ観察

#### 実験 4

浸漬させないで、加熱時間を変化させた場合の、煮崩れ防止効果を調べる。

#### 【目的】

本みりんと、煮切りみりん、エタノール、水の各水溶液に浸漬させないで加熱した場合、細胞や重さに変化が起こるか、顕微鏡やはかりを使い観察する。



準備品

#### 【手順】

① ジャガイモの皮をむき、各100g 準備をする(写真3)



写真3

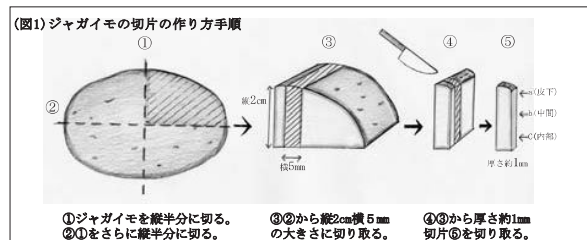
② 容器にそれぞれ(A)本みりん15%水溶液、(B)煮切りみりん15%水溶液、(C)エタノール15%水溶液、(D)水を各800ml用意する。(写真25)



写真25

③ 鍋に②をそれぞれ沸騰させた後、①を入れ、加熱時間15分・30分・45分ごとにジャガイモを取出しはかりで重さを量る。

④ 加熱時間ごとにジャガイモの断面を切取る(図1)

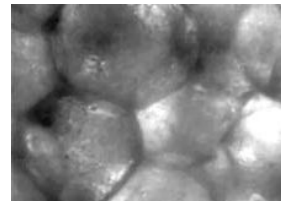


#### 【結果】

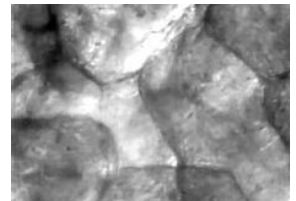
(実験4-1)

条件—浸漬0時間・加熱15分・15% (※D水は除く)

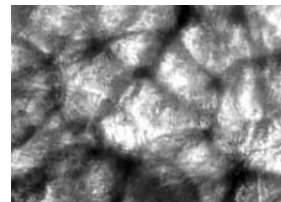
- |           |                 |  |
|-----------|-----------------|--|
| (A)本みりん   | → ①糖分・          |  |
|           | ②エタノール含有        |  |
| (B)煮切りみりん | → ①糖分含有         |  |
| (C)エタノール  | → ②エタノール含有      |  |
| (D)水      | → ①・②両方とも含んでいない |  |



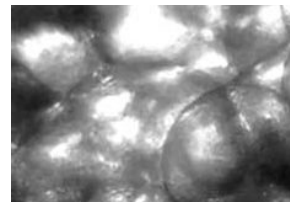
(A)本みりん(a)



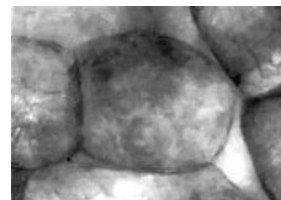
(B)煮切りみりん(a)



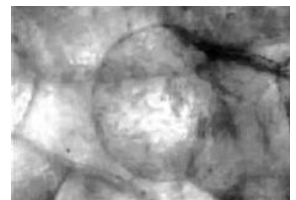
(C)エタノール(a)



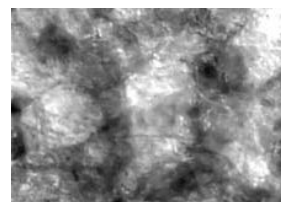
(D)水(a)



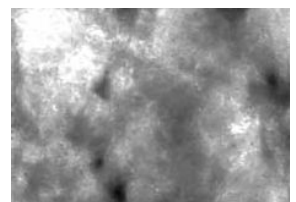
(A)本みりん(b)



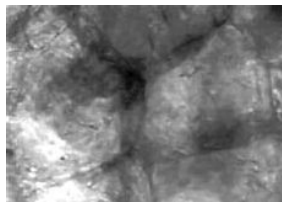
(B)煮切りみりん(b)



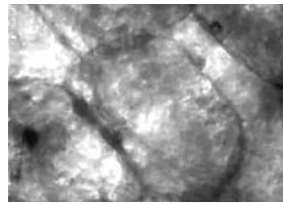
(C)エタノール(b)



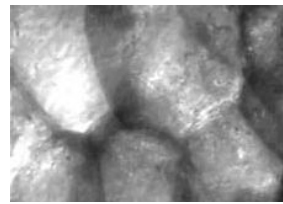
(D)水(b)



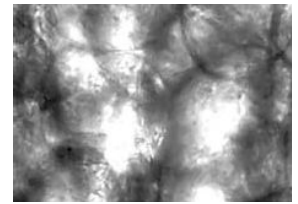
(A)本みりん(c)



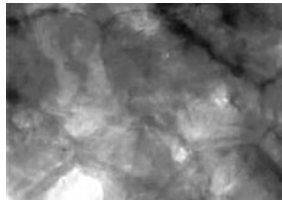
(B)煮切りみりん(c)



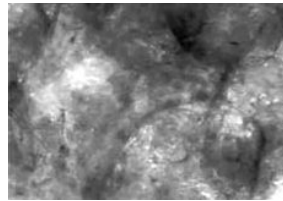
(A)本みりん(c)



(B)煮切りみりん(c)

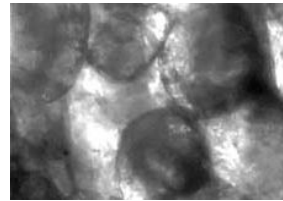


(C)エタノール(c)

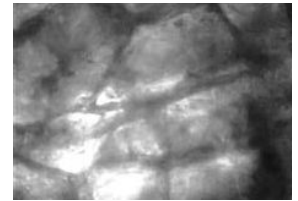


(D)水(c)

(×300)



(C)エタノール(c)



(D)水(c)

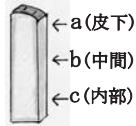
(×300)

【結果】

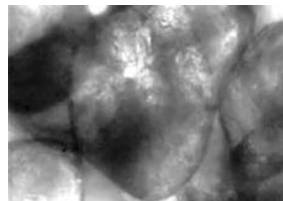
(実験4-2)

条件-浸漬0時間・加熱30分・15% (※D水は除く)

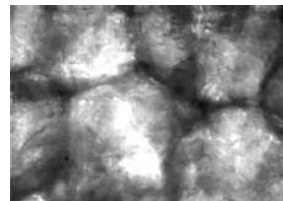
- (A)本みりん → ①糖分・  
②エタノール含有
- (B)煮切りみりん → ①糖分含有
- (C)エタノール → ②エタノール含有
- (D)水 → ①・②両方とも含んでいない



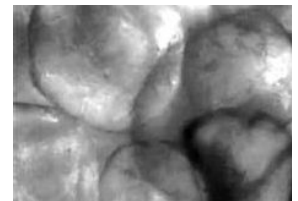
(A)本みりん(a)



(B)煮切りみりん(a)



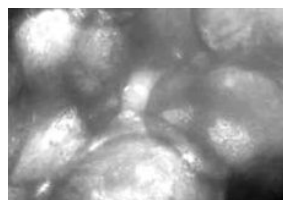
(A)本みりん(a)



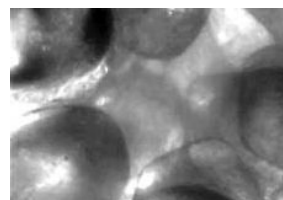
(B)煮切りみりん(a)



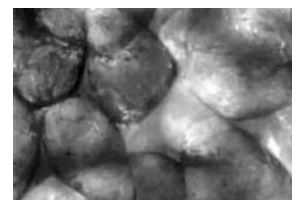
(C)エタノール(a)



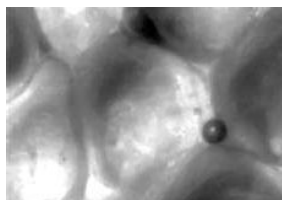
(D)水(a)



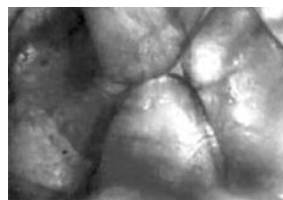
(C)エタノール(a)



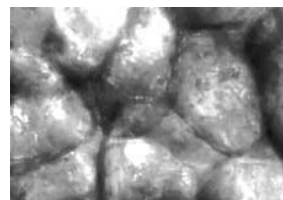
(D)水(a)



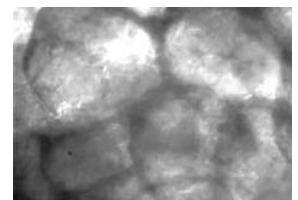
(A)本みりん(b)



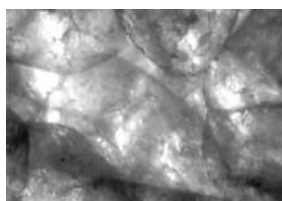
(B)煮切りみりん(b)



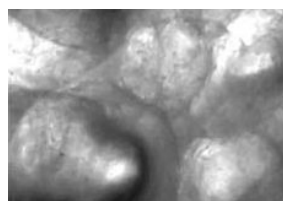
(A)本みりん(b)



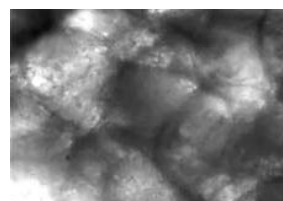
(B)煮切りみりん(b)



(C)エタノール(b)



(D)水(b)



(C)エタノール(b)



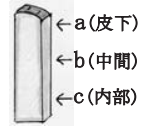
(D)水(b)

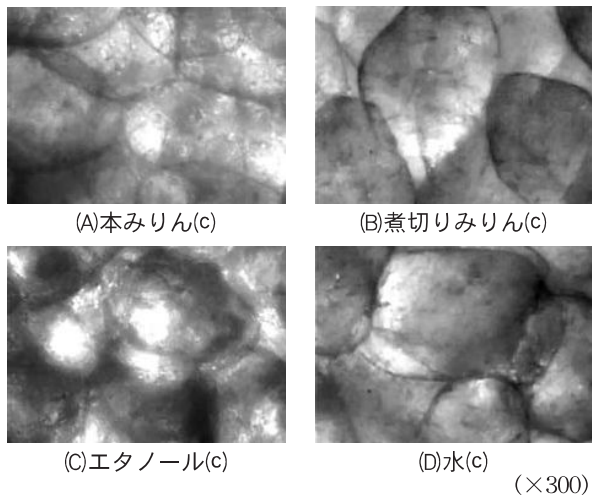
【結果】

(実験4-3)

条件-浸漬0時間・加熱45分・15% (※D水は除く)

- (A)本みりん → ①糖分・  
②エタノール含有
- (B)煮切りみりん → ①糖分含有
- (C)エタノール → ②エタノール含有
- (D)水 → ①・②両方とも含んでいない

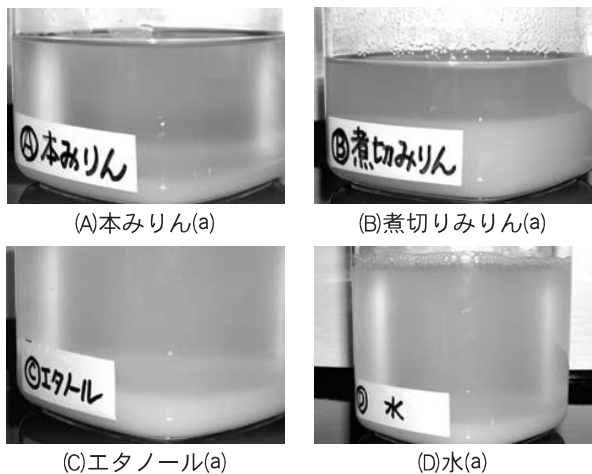




### 【結果】

下写真は、45分間加熱した際ジャガイモを取出した後の溶液の比較写真です。

(A)本みりんは透明度が一番高く、煮崩れによるでんぷん沈殿物も少なかった。



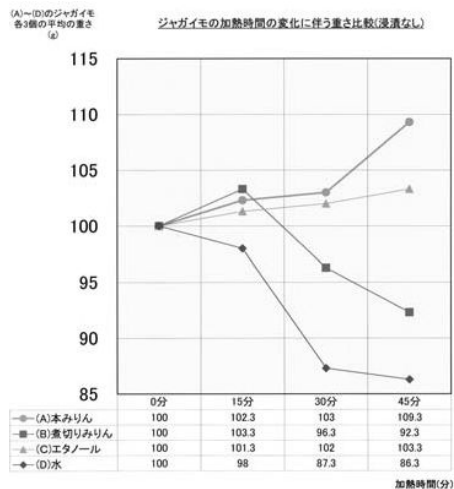
比較してみると、透明度が高い順と容器に流出したでんぷん沈殿物の少ない順は一致した。

透明度高・沈殿物少  
↑  
↓  
透明度低・沈殿物多

◎(A)本みりん  
(C)エタノール  
(D)水  
(B)煮切りみりん



### 【結果の処理】



### 【考察】

細胞の写真や重さの結果から、浸漬させてから加熱した(P47/実験3)の方が、ジャガイモの重さも減少せず、加熱した際のでんぷんの流出量が少なく抑えられていることがわかった。このことから、本みりんは細胞壁を強固に作用し、細胞間の結合力が減少しないように独自の膜のようなものを作り出して、ジャガイモの煮崩れ防止をしているのではないかと考えられる。また、(B)煮切りみりんは、でんぷん粒が多く溶け出していることや、(C)エタノールは、細胞の変形が多く見られたことが、煮崩れの要因になっているのではないかと考えられる。



### 実験 5

みりんの煮崩れ防止効果は、他の野菜にも見られるのか調べる。

### 【目的】

ジャガイモ以外の野菜でも、みりんの煮崩れ効果はあるのか、またその場合、細胞の様子や重さなどの変化が起こるか、顕微鏡やはかりを使い観察する。



### 【手順】

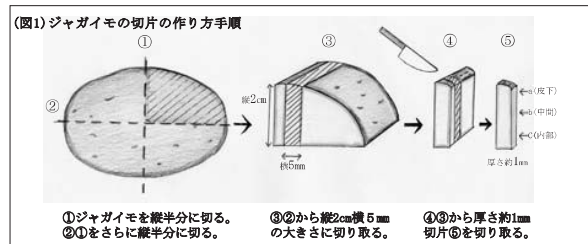
① ニンジン、ゴボウ、ダイコン、ゴーヤー、サツマイモの皮をむき各100g準備をする(写真3)



② 鍋に(A)本みりん15%水溶液800mlと(D)水800mlを各野菜別に用意する。

③ ②をそれぞれ沸騰させた後、①を入れ、30分加熱し取出し、はかりで重さを量る。(写真26)

④ ジャガイモ同様に、それぞれの野菜も断面を切取る(図1)



⑤ ジャガイモ以外の野菜(ア)ニンジン、(イ)ゴボウ、(ウ)ダイコン、(エ)ゴーヤー、(オ)サツマイモから採取した(図1の⑤)の各切片で、プレパラートを作り(写真10)、顕微鏡で観察する。(写真11)



写真 26



写真 10



写真 11



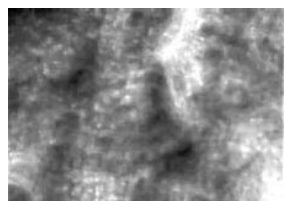
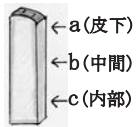
ジャガイモ以外の野菜へ実験

【結果】

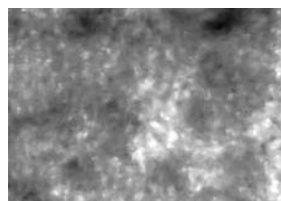
(実験5-(ア)ニンジン)

条件—浸漬0時間・加熱30分・15%(\*D)水は除く)

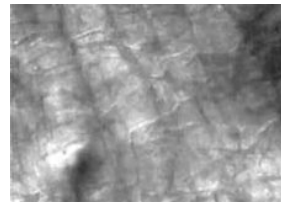
(A)本みりん → ①糖分・  
②エタノール含有  
(D)水 → ①・②両方とも含んでいない



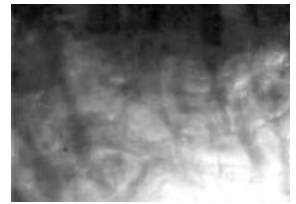
(A)本みりん(a)(×160)



(D)水(a)(×160)



(A)本みりん(c)(×300)



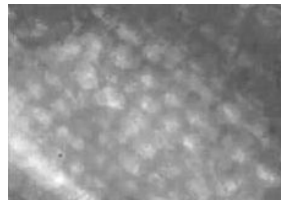
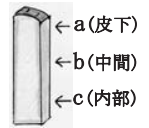
(D)水(c)(×300)

【結果】

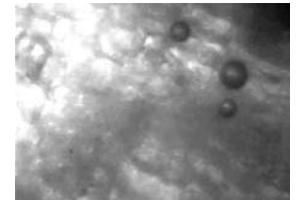
(実験5-(イ)ゴボウ)

条件—浸漬0時間・加熱30分・15%(\*D)水は除く)

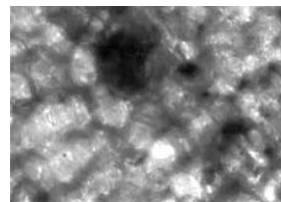
(A)本みりん → ①糖分・  
②エタノール含有  
(D)水 → ①・②両方とも含んでいない



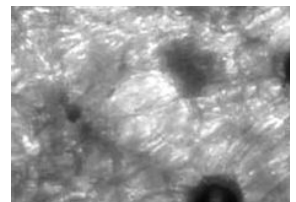
(A)本みりん(b)(×300)



(D)水(b)(×300)



(A)本みりん(c)(×300)

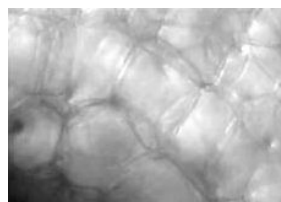
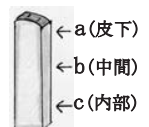


(D)水(c)(×300)

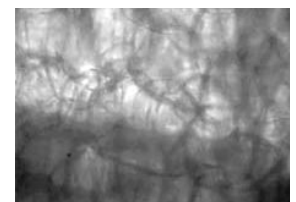
(実験5-(ウ)ダイコン)

条件—浸漬0時間・加熱30分・15%(\*D)水は除く)

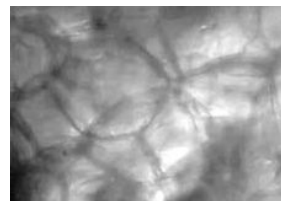
(A)本みりん → ①糖分・  
②エタノール含有  
(D)水 → ①・②両方とも含んでいない



(A)本みりん(a)(×300)



(D)水(a)(×300)



(A)本みりん(b)(×300)

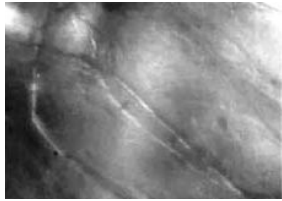
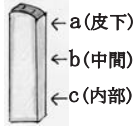


(D)水(b)(×300)

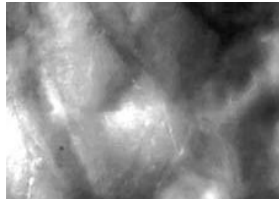
(実験5 - (I) ゴーヤー)

条件 - 浸漬0時間・加熱30分・15% (※(D)水は除く)

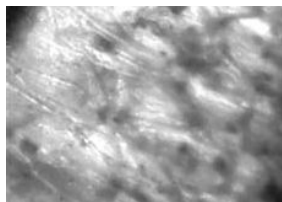
- (A)本みりん → ①糖分・  
②エタノール含有  
(D)水 → ①・②両方とも含  
んでいない



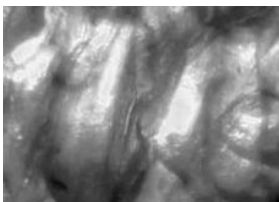
(A)本みりん(b) (×300)



(D)水(b) (×300)



(A)本みりん(c) (×300)

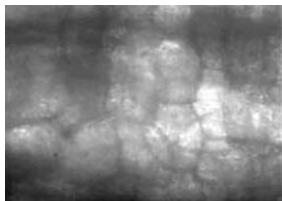
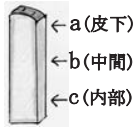


(D)水(c) (×300)

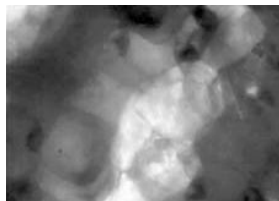
(実験5 - (オ) サツマイモ)

条件 - 浸漬0時間・加熱30分・15% (※(D)水は除く)

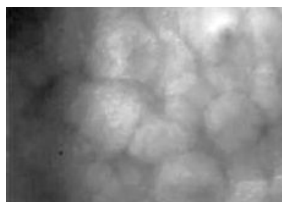
- (A)本みりん → ①糖分・  
②エタノール含有  
(D)水 → ①・②両方とも含  
んでいない



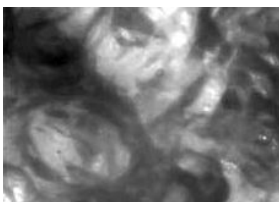
(A)本みりん(a) (×300)



(D)水(a) (×300)



(A)本みりん(b) (×300)



(D)水(b) (×300)

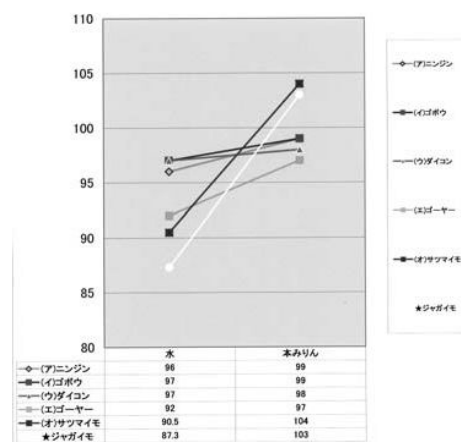
【結果】

下の写真は、(A)本みりんと(D)水での加熱後の比較写真です。

加熱後の結果	(A)本みりん	(D)水	生野菜(左)と加熱後(右)
(ア)ニンジン	◎煮崩れなし 	×煮崩れ  透明→黄色に変色	
(イ)ゴボウ	◎煮崩れなし 	◎煮崩れなし  透明→緑色に変色	
(ウ)ダイコン	◎煮崩れなし 	◎煮崩れなし  透明→白濁	
(エ)ゴーヤー	◎煮崩れなし 	◎煮崩れなし 	
(オ)サツマイモ	◎煮崩れなし 	×煮崩れ  透明→黄色に変色	

【結果の処理】

野菜の重さ(%) (水と本みりんでの加熱した場合の野菜の重さの比較)



【考察】

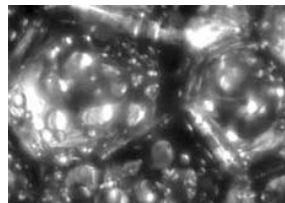
ジャガイモ以外の野菜も、(A)本みりん水溶液の場合、(ア)～(オ)全ての野菜において煮崩れが見られなかったのに対

し、(D)水では(ア)ニンジン、(オ)サツマイモに煮崩れが発生していた。このことから、本みりんはジャガイモ以外の野菜にも煮崩れ防止効果があることが考えられる。また、(D)水で煮込んだ溶液が、透明から黄色や緑色、褐色などへの変色や、(A)本みりに比べ、(D)水の加熱前の重さの減少結果から、本みりんは煮崩れを防止するだけでなく、野菜内のうまみ成分などを逃さずに封じ込め、外へ流出するのを防ぐ力があるのではないかと考えられる。



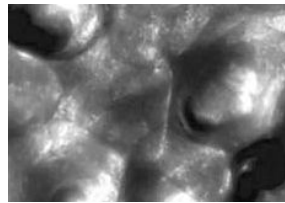
## VII 考察

### 【煮崩れのメカニズム】



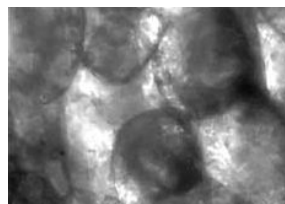
①

① 細胞壁の形がしっかりとしていて、細胞内のでんぷん粒も細かく、各細胞同士も密着性が高い。



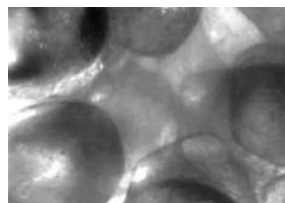
②

② 細胞の中のでんぷん粒が膨らむ。



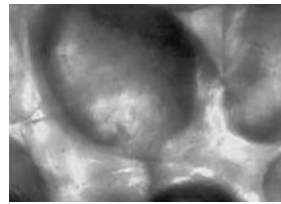
③

③ 細胞内圧が高まり、密着していた細胞間にすきまができ、丸くなる。



④

④ 細胞と細胞の間がさらに離れ、細胞のしきりが破れ、でんぷん粒が流出。

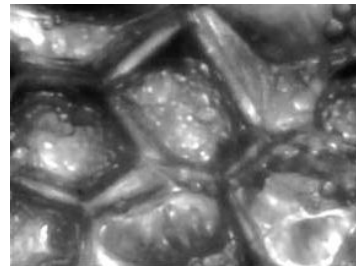


⑤

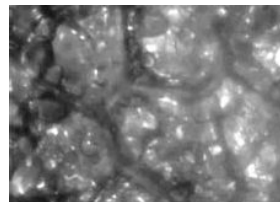
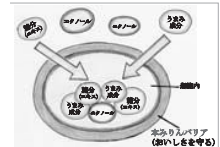
⑤ 煮崩れがおこる。



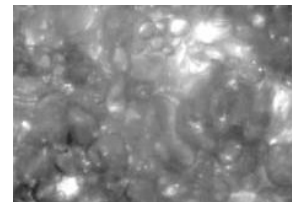
### 【本みりんの煮崩れ防止効果】



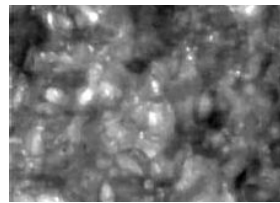
(A)本みりん



(B)煮切りみりん



(C)エタノール



(D)水

(A)本みりん →①糖分・②エタノール含有  
 ◎うまみ成分や糖分などが中に封じこめられている。  
 (B)煮切りみりん →①糖分のみ含有  
 △うまみ成分が流出。  
 (C)エタノール →②エタノールのみ含有  
 △細胞の形が変形。  
 (D)水 →①・②両方とも含んでいない  
 ×うまみ成分が流出しやすく、美味しさに欠ける。

① 糖分(B)煮切りみりんだけでも、②エタノール(C)エタノールだけでも煮崩れ防止効果は低い。よって、バランスよく糖分とエタノールを含んだ本みりんを使うと、細胞壁の形を保ち、細胞同士の密着性を高め、細胞の分離を抑制するため煮崩れ防止に本みりんは効果があると考えられる。



## VIII 研究の感想

「えっ〜、ぐちゃぐちゃに崩れてる。」

せっかく作ったジャガイモが、煮崩れてドロドロになってしまった。

母にジャガイモの上手な煮方を尋ねると、「本みりん」を入れると煮崩れしないわよ。」と教えてくれました。やってみると、ホックホクの甘くて美味しいジャガイモが出来上がった。他の調味料を入れなくても、ジャガイモ本来の甘さを引き出し、煮崩れないみりんの効果が僕は不思議で仕方ありませんでした。それからジャガイモを買ってきては、毎日毎日、顕微鏡をのぞく毎日でした。でも、簡単には僕の疑問は解明できませんでした。ジャガイモに熱を加えると、でんぷん粒が流出し、霧の中のように画像がぼやける中、プレパラートをミリ単位で動かすことが上手くできず、気がついたら何時間も顕微鏡の前で悪戦苦闘していました。ある日、目隠しをして本みりん煮切りみりん、エタノール、水で煮たジャガイモを食べ比べてみたところ、本みりんのジャガイモの美味しさが

他と比べ100倍も違うことに驚きました。

試しに、家族にも目隠しをして食べ比べてもらったところ、みんなも大正解でした。美味しさを逃がさず煮崩れから守ってくれる力は何か、いろんな条件を設定しひとつひとつ実験結果をメモしながら、少しずつ謎を解き明かしていきました。この実験で撮った顕微鏡写真、デジカメ写真、合わせて700枚近く撮影し、2年分相当のみりんを使い果たした頃、ようやく謎だった“みりんのジャガイモ煮崩れ防止効果の秘密”がわかり始めました。今後の課題として煮崩れ防止効果がある調味料が他にないかどうか、調査していきたいと思います。また今回の研究を通して、身近な生活の中にもたくさん不思議が隠されていることがわかりました。今後も身近な出来事に着眼し、探究心を高めていきたいと思います。



## IX 参考文献

参考文献： 本みりん百科く宝酒造



## 講 評

### みりんのジャガイモ煮崩れ防止効果を探る

本みりんのジャガイモの煮崩れ防止効果についての研究です。

仮説を立て、仮説に基づき、具体的な実験計画を組み立てている点が評価できます。また、レポートには、条件設定を明確にし、どの条件を変えたかがわかるように記載しているため、同じような実験(追試)をすることができるようになっていきます。追試の結果、同じ現象が起こる(再現性がある)のであれば、実験の信頼性が高まります。このようなレポートの書き方は、多くの児童生徒にも参考になると思います。

条件を変えて作成したジャガイモのプレパラートを顕微鏡で観察・分析していますが、壊れた細胞と壊れていない細胞の割合を調べたり、ジャガイモの薄片に、各溶液を垂らしてプレパラートを作り、細胞の壊れる様子を調べたりするともっと研究が深まります。

浸漬後の加熱時間変化に伴う重さの比較実験では、重さが増加している原因について、本みりんが浸透していると結論づけていますが、みりんは混合物なので、みりんが水の浸透を助けた可能性やみりんの特定の成分が浸透した可能性など、まだまだ調べることが多くあり、今後の継続研究に期待が持てます。

ジャガイモ以外の野菜として、ゴーヤーを除き、根菜類となっていますが、葉野菜類や動物等について調べてみるのもおもしろいでしょう。

実験の結果、本みりんには細胞壁を強固にし、細胞間の結合力が減少しない独自の膜を作ることで、煮崩れを防止しているとしていますが、今回の実験だけでは、結論にはやや飛躍があるように思います。

全体的に、計画的に実験に取り組み、しっかり観察していることがわかります。本みりんだけでなく、みりん風調味料やエタノール、糖類等を混合し、独自の溶液で試すなど、研究の幅を広げたり、深めたりすることを期待します。



沖縄県教育長賞

色素増感型太陽電池の制作

～ Stop, 温暖化～

沖縄県立辺土名高等学校 3年 菅原 佑亮 高橋 相馬  
 新城 裕樹 平良 雄汰  
 平良 侑

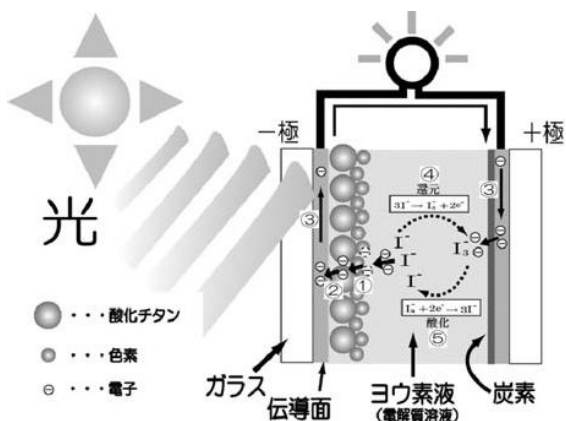
物理部門

1. 研究目的

地球温暖化が進む現代、温室効果ガスのCO<sub>2</sub>を排出しないクリーンエネルギーに関心を持った。そこで、私たちはクリーンエネルギーのひとつである太陽電池の制作をしたと思った。太陽電池のなかでも、色(色素)を使う安価で作成しやすい色素増感型太陽電池の作成を試みた。

身近にある、いろいろな植物等を使って色素を抽出した。抽出した色素ごとに、色素増感型太陽電池が発生させた最大電圧を調べグラフにまとめた。

2. 色素増感型太陽電池の発電原理



色素増感型太陽電池の発電原理の説明

- ①色素が光を吸収し電子が励起する。
- ↓
- ②励起された電子を酸化チタンが吸収し、伝導面に運ぶ。
- ↓

- ③伝導面に運ばれた電子は外部回路とおり対極まで行く。
- ↓
- ④対極の伝導面に塗られた炭素によって三ヨウ化物イオンI<sub>3</sub><sup>-</sup>を還元し、ヨウ化物イオンI<sup>-</sup>を生成する。
- ↓
- ⑤ヨウ化物イオンI<sup>-</sup>が電子を引き抜かれた色素へ電子を戻す。①に戻る。

3. 研究に使用する実験器具

実験器具一覧表

	
①伝導性ガラス 片面が伝導性をもつ 片面が電気を通す	②ヨウ素液(電解質溶液)
	
③エタノール	④酸化チタン
	
⑤ガラス瓶 (密封できるもの)	⑥みの虫リード線

 <p>⑦シャーレ</p>	 <p>⑧すり鉢 ⑨すりこぎ ⑩茶漉し</p>
 <p>⑪割りばし</p>	 <p>⑫マルチテスター</p>
 <p>⑬フライパン ⑭アルミホイル ⑮カセットコンロ</p>	 <p>⑯セロハンテープ</p>
 <p>⑰炭素(鉛筆1本)</p>	 <p>⑱レフランプ</p>
 <p>⑲ドライヤー</p>	

#### 4. 研究方法と結果

##### Ⅰ 酸化チタン極の作成(一極)

##### (1) 酸化チタンペーストを作成する。

- ① ガラス瓶の中で、酸化チタン(粉末)とエタノールを混ぜ合わせる。それを酸化チタンペーストという。エタノールを3、酸化チタン(粉末)を1の3:1ぐらいの割合で混ぜる。伝導性ガラスに薄く塗れるように水っぽく酸化チタンペーストを作成する。

(酸化チタンペーストを保存できるようにガラス瓶はふた付きのアルコールが蒸発しないように密封できる物がよい)



写真1：ガラス瓶の中で酸化チタンとエタノールを混ぜる。

##### (2) 導電性ガラスに酸化チタンペーストを塗る。

- ① 電導面が上になるよう、白紙の上に伝導性ガラス5枚を置く。
- ② 写真2のように、5枚を密着させ並べ両端をまとめて5mm程度覆うようにセロハンテープで止める。(5mmは何も塗らないでみの虫クリップをはさむ場所となる。)

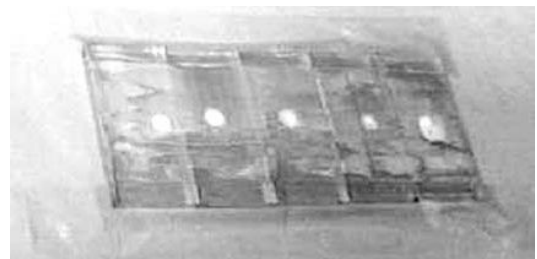


写真2：ガラスの両端にセロテープを貼る

- ③ 伝導面に、(1)で作った酸化チタンペーストを均一に塗る。(写真3)(セロハンテープの厚さぐらい、うすく塗っていく。)

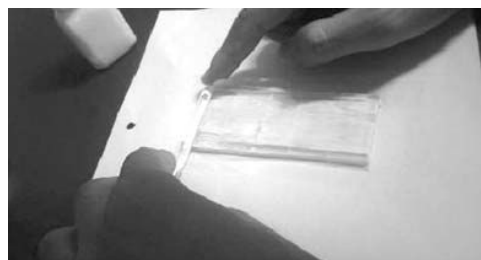


写真3：酸化チタンペーストを薄く均一に塗る

##### (3) 酸化チタンペーストを焼き付ける。

- ① セロハンテープをはがし、伝導性ガラスをアルミホイルの上に移す。
- ② これをカセットコンロの上に置いたフライパンの中に移す。

③ 20分ほど加熱する。(写真4)

10分ほど加熱したところで、一度酸化チタンが赤っぽくなる。(写真5)再び時間が経過するとまた白い酸化チタンに戻るまでしっかり焼く。



写真4：酸化チタンペーストを加熱する



写真5：酸化チタンが加熱途中で赤っぽくなる


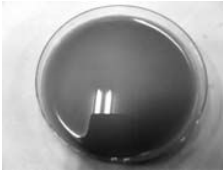
















(4) 色素の抽出





私たちは以下の13種類の色素を抽出した。

①茜(アカネ) ②ハイビスカス ③ベニイモ④フクギ  
⑤大宜味村シークワサー ⑥うっちゃん茶 ⑦さんびん茶 ⑧モクマオウ ⑨ゴーヤー茶 ⑩タマネギ ⑪人工着色料(赤) ⑫人工着色料(青) ⑬人工着色料(緑)の色素を抽出した。名称、色素抽出に用いた部位、抽出の仕方、色は以下の表1にまとめる。  
(※ベニイモの写真は保存しなかったため載せてない。)番号は、色素の色が似ているものどうしを近い番号して、人工色はその後の番号を割り振った。

表1

名 称	色素抽出に用いた部位	色 素 抽 出 の 仕 方	色
 ①茜(アカネ)	根(インド産チップ)	20分程度煮る	 赤茶
 ②ハイビスカス	花びら	 水を少々入れすり鉢でする。	 赤紫
③ベニイモ	芋	煮る	 紫
 ④フクギ	木の皮	 20分程度煮る	 茶黄色

名 称	色素抽出に用いた部位	色 素 抽 出 の 仕 方	色
 ⑤大宜味村シーカーサー	ペットボトルで販売された原液100%	ペットボトルで販売された原液100%	 黄色
 ⑥うっちん茶	 根茎(乾燥)	お湯出し	 黄色
 ⑦さんびん茶	 乾燥した葉っぱ(茶葉)	 お湯出し	 茶色
 ⑧モクマオウ	木の皮	煮る	 茶色
 ⑨ゴーヤー茶	 ゴーヤー(乾燥)	お湯出し	 茶色
 ⑩タマネギ	茶色の皮	煮る	 茶赤色
 ⑪人工着色料ー赤 (食用・染料)		お湯出し	 赤

名 称	色素抽出に用いた部位	色 素 抽 出 の 仕 方	色
 ⑫人工着色料－青 (食用・染料)		お湯出し	 青
 ⑬人工着色料－緑 (食用・染料)		お湯出し	 緑

(5) 焼き付けた酸化チタンペーストを抽出した色素で染める。

- ① シャーレに伝導性ガラス(チタンペースト焼き付け済み)を入れる。(写真6)
- ② 伝導性ガラスの酸化チタンペースト面を上にし、ガラス全体が浸かるよう色素を注ぐ。ペースト面を下にして入れると酸化チタンが剥がれることが多かったので今回は上にして行った。(写真6)
- ③ ペーストされた伝導性ガラスを色素の中に浸し、20分間待つ。(写真6)
- ④ 色素液から紙の上に移し割りばしの上のせドライヤーで水分を飛ばす。(写真7)

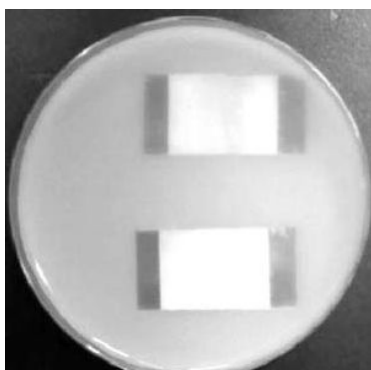


写真6：大宜味村のシーカーサーの中にペーストされた伝導性ガラスをいれ、染める。(他の色素の場合も同様。)

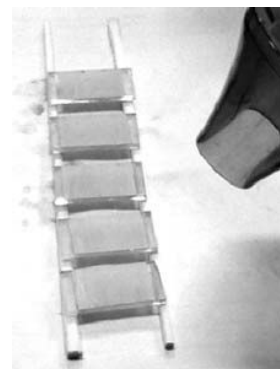


写真7：染まったペーストをドライヤーで丁寧に水分を飛ばす。

以上の(1)~(5)の手順で作成した伝導ガラスが、電池の一極になる。

## ② 炭素極の作成(+極)

### (1) 炭素を塗る

- ① 残りの5枚の伝導性ガラスの伝導面に、鉛筆で炭素を塗る。この時、全体に炭素が付着するように均一に塗る。これが電池の+極になる。(写真8)

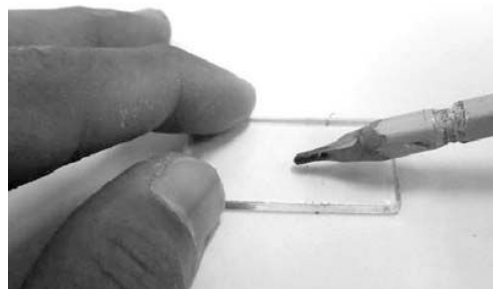


写真8：伝導ガラスの伝導面に鉛筆で炭素を塗り込む

③ 色素増感型太陽電池を作成する。

- ① ヨウ素溶液を滴下し、色素で染めたペーストした伝導ガラスと炭素を塗り込んだ伝導ガラスの間にヨウ素液を滴下して重ねる。(写真9, 10)
- ② 重ね合わせたら、セロハンテープでとめる。(写真11)
- ③ みの虫リード線を写真12の様に配線する。(写真12)
- ④ 電圧を図るため配線の先はマルチテスターにつなぐ。マルチテスターのチャンネルは、直流電圧のところである。(マークは→V)

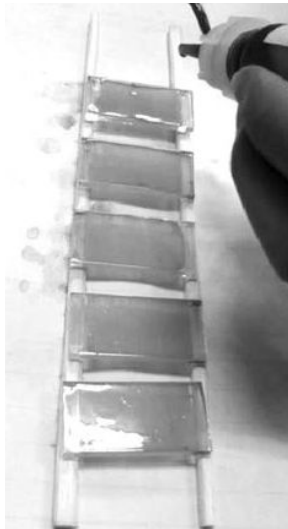


写真9：ヨウ素液の滴下

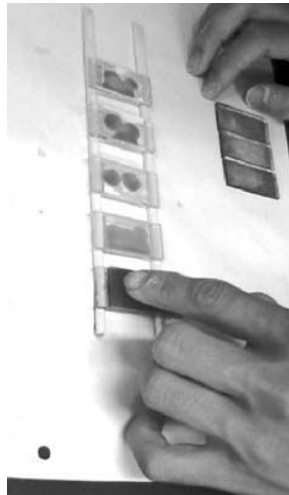


写真10：炭素を塗りこんだ伝導ガラスを重ねる

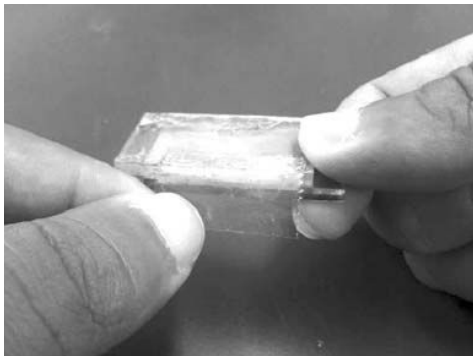


写真11：セロハンテープでとめる



写真12：配線の様子

④ 完成した色素増感型太陽電池に光を当て発生した最大電圧を測る。

- ① 作成した色素増感型太陽電池は5組1セットを基本として電圧を測定した。(写真13)
- ② レフランプを使い、色素増感型太陽電池に最大に近づける。(写真14, 15)  
※どの色素でも一定量の光量を照射し、同じ条件にしたかったので、天気によって左右される太陽の光は使わなかった。
- ③ どの色素においても、レフランプを最大に近づけたときのマルチテスターの値を記録する。  
結果を以下の表2にまとめた。

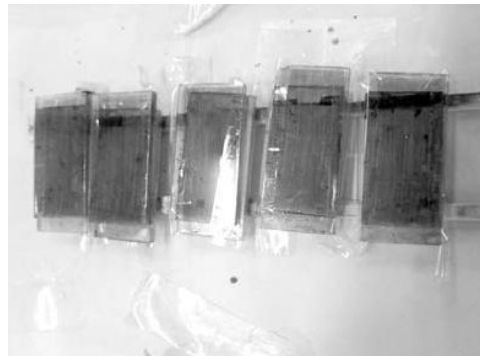


写真13：5組1セット(すべての色素で同様)



写真14：最大限に近づけている様子  
(写真撮影がしやすくするために、レフランプはつけていない。)



写真15：色素増感型太陽電池の実験測定の様子

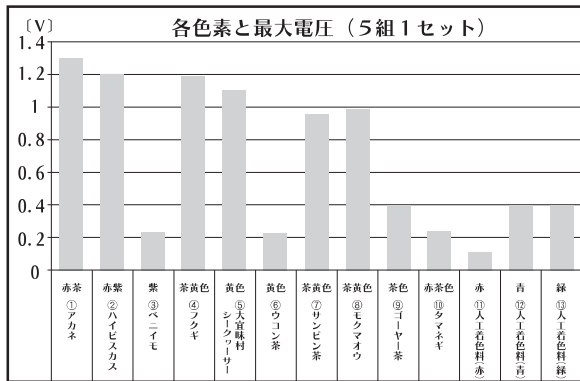
表2

名 称	色	最大電圧 [V]
 ①茜(アカネ)	 赤茶	1.30
 ②ハイビスカス	 赤紫	1.20
③ベニイモ	 紫	0.23
 ④フクギ	 茶黄色	1.19
 ⑤大宜味村シーカーサー	 黄色	1.10
 ⑦うっちん茶	 黄色	0.23
 ⑥さんびん茶	 茶黄色	0.95

表2

名 称	色	最大電圧 [V]
 ⑧モクマオウ	 茶黄色	0.98
 ⑨ゴーヤー茶	 茶色	0.39
 ⑩タマネギ	 赤茶色	0.24
 ⑪人工着色料一赤 (食用・染料)	 赤	0.10
 ⑫人工着色料一青 (食用・染料)	 青	0.40
 ⑬人工着色料一緑 (食用・染料)	 緑	0.40

- ⑤ 発生した電圧をグラフとしてまとめる。  
表2の結果をグラフ1にまとめる。



グラフ1

## 5. 結果のまとめと考察

- (1) それぞれの色素の発生した電圧に差が生じることが分かった。

グラフ1や表2にあるように、良く発電できたのは、電圧の大きい順から、アカネ・ハイビスカス・フクギ・大宜味村シークワーサー・モクマオウ・サンピン茶、の6種類だった。

ほぼ発電できなかった物は、ベニイモ、ウコン茶、ゴーヤー茶、タマネギ、人工着色料(赤)、人工着色料(青)、人工着色料(緑)、の7種類だった。これらは、少し発電できるが、電圧の値は0.4[V]程度のみである。これは、酸化チタンのみでもわずかに発電できるのでこの値を示したと考える。

・実験結果から赤色系の色素が他の色の色素よりも発電するのではないかと考える。

- (2) 同色の色素でも発電出来る物とそうでない物が見られた。

アカネと人工着色料(赤)は同じ赤色だったにもかかわらず、実験では電圧の大きさにかなりの差が出た。同様に、ハイビスカスとベニイモは同じ紫色だったが大きな差が出た。

・色素増感型太陽電池のなかでの色素は、光エネルギーを受けて酸化チタンに電子を受け渡す役割がある。(色素増感型太陽電池の発電原理を参照)。同じ色の色素でも電子を受け渡すことの出来る物とそうでない物が存在するであろうと考えることができる。

- (3) 人工着色料の色素では、あまり発電しないことが分かった。

なんども実験を試みたが、人工着色料の(赤)(青)(緑)はどちらもあまり発電できなかった。

・色素増感型に適した有益な色素は、自然界にある植物の色素が多いことが分かる。

人工的に色素を作り出し、色素増感型太陽電池で使用する場合には、光エネルギーを受けて酸化チタンに電子を受け渡すことの出来るようにしなければならないと考えられる。

- (4) 植物の中でも光の当たらない部位の色素による最大電圧は小さい場合もある。

ベニイモ・ウコン・たまねぎ・などの植物の中でも光の当たらない部位はどれも0.3V以下だった。

・植物の各部位で作られる色素は光があたる、あたらないで種類が異なると考えられる。

### 考察のまとめ

大きな発電量を得るためには・・・

大きな発電量を得るために必要な色素は、上の(1)~(3)から植物から得られる色素で赤色系のものが良い。ただし、光エネルギーを得て、電子を酸化チタンペーストに受け渡すことができる赤色系の色素がよい事が分かった。

## 6. 今後の課題と感想

- ① なぜ、人工着色料や植物の中でも光のあたらない部位であるベニイモ、ウコン、たまねぎでは発電しなかったかの原因追及をしたい。

- ② 今回は赤色系の色素が発電量が大きいのことが分かったが、すべての色を混ぜて発電量を調べたらどうなるか試したい。(発電量が高い3色の赤、黄、茶を混ぜる。)

- ③ 今回は、光源として天気によって左右されないように、レフランプを使用した。実際に外にでて太陽光の元でどれくらい発電するか実験したい。ただし、光源の光の量を一定量にしないと発電した電圧を比較しにくいので工夫が必要である。

- ④ また、光源の光を単原色(赤、青、黄色等)にし、各色素がどれくらい発電するか実験したい。

- ⑤ 今回は5組1セットとしたが、もう少し増やしてどれくらいまで発電できるか実験したい。  
できれば、携帯電話の充電が可能な電圧を得るぐらいのものを作成したい。

- ⑥ 今回は最大になった時の電圧のみ測定したが、時間経過によって電圧がどのように変わるか測定したい。

⑦ 各色素の吸収スペクトルを調べ、得られた最大電圧との関係を調べてみたい。

## 7. 参考文献

(1) 「実験でわかるエネルギーと環境」  
著者：潮 秀樹／大野 秀樹

(2) Newton 2009年9月号

(3) 平成20年度 環境科活動報告書  
辺土名高等学校 環境科

(4) 「色素増感型太陽電池」  
著者：荒川 裕則

(5) 「手作り太陽電池のすべて 色素増感型太陽電池を作ろう」  
著者：若狭 信次



## 講 評

### 色素増感型太陽電池の制作 ～ Stop, 温暖化～

太陽電池の自作から、色素増感をいろいろ確かめ、興味ある成果を得ています。

- ・太陽電池上手くできました。
- ・色素の抽出、多くの種類をよく集めました。
- ・測定結果が興味深い。  
有機質と無機質での違い。  
植物材料でも地上部と地下部の違い。
- ・光合成との関わりがあるのでしょうか？  
更なる追求を期待します。



沖縄県教育長賞

## モモタマナプロジェクト I

～モモタマナの実からバイオ燃料をつくる～

沖縄県立那覇国際高等学校 2年 真喜志 亮 嘉手苺 広一  
渡慶次 哲未

化学部門

### 1. 目的

モモタマナ(コバテイシ) シクンシ科 学名 *Terminalia catappa* 英名 Indian almond, tropical almond

校庭の樹木や街路樹でよく見ることができる植物である(写真1)。日差しの強い時期には葉を多くつけ、日陰をつくり、日差しの弱い時期は葉を落とす。実は食用になるといわれているが、食用に利用されている例は多くはない。葉はポリフェノールを多く含んでいるので、お茶として利用されている。種の中にはアーモンドのような核が入っており、食用され、油を採集している地域もある。

モモタマナの実はコウモリが好んで食べ、食べ残した種は校庭や道路の上に落ちていることが多い(写真2)。また、モモタマナの実も落ちていることが多く、ゴミとして処分されている(写真3)。

私たちはモモタマナの実から油を取れることを知り、利用されていないモモタマナの実やコウモリが食べた種からバイオ燃料(バイオディーゼル)をつくることができないかを考えた。



写真1. モモタマナの実



写真2. コウモリが食べた後の種



写真3. 校庭に落ちているモモタマナの実

### 2. バイオ燃料について

バイオ燃料は、生物体(バイオマス)由来の燃料のことをいう。バイオ燃料にはバイオディーゼル燃料、バイオエタノール燃料、薪などバイオマスを直接燃やす方法もある。宮古島や伊江島ではサトウキビからエタノールを生成し、ガソリンに添加するバイオエタノールや廃油からディーゼル車を走らせるバイオディーゼルが各地で実践

されている。

バイオ燃料には以下の利点と難点があげられる。

表 1. バイオ燃料の利点と難点

<p><b>バイオ燃料の利点</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・植物が吸収した二酸化炭素を使用しているため二酸化炭素の量は増やさないと考えられている(カーボンニュートラル)ので地球温暖化につながらない</li> <li>・植物性の廃棄物を利用することで、ゴミ問題も解決できる。</li> <li>・再生可能なエネルギー</li> <li>・化石燃料を輸入に頼っている日本にとっては重要なエネルギー資源</li> </ul>
<p><b>バイオ燃料の難点</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・サトウキビやトウモロコシなど食料・飼料と競合する場合、食料難や食料価格の高騰などを引き起こす可能性が高い</li> <li>・生産性を高めるために森林破壊が行われる場合がある</li> <li>・コストの問題</li> </ul>

菜の花からナタネ油を取り、エネルギーの地域循環を行っている「菜の花プロジェクト」がある。

「菜の花プロジェクト」とは琵琶湖を環境悪化から守ることから始まった取り組みで、ナタネ油を食用として利用後、自動車の燃料などとして使用する資源循環サイクルである。

私たちはモモタマナでも、「菜の花プロジェクト」のような活動ができると考え、今回テーマを「モモタマナプロジェクト」とし、エネルギーの地域循環や資源の循環を考えてみたい。

### 3. 研究仮説と研究計画

#### (1) 研究仮説

モモタマナの種子から油がとれ、バイオ燃料(バイオディーゼル)ができるであろう。

##### <理由>

インドネシア・スリランカなどの一部の地域ではモモタマナの種子から油をとり食用油としている。また、沖縄では校庭や街路樹などに用いられている。最近ではモモタマナの葉を使ってお茶も作られているが、実はほとんど捨てられている。モモタマナの実から油脂をとることができればサトウキビなどのバイオエタノールなどのようにバイオ燃料を作ることができるのではないかと考える。

#### (2) 研究計画

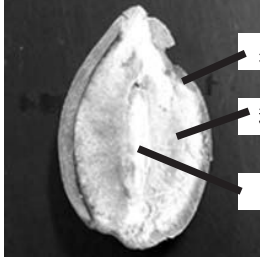
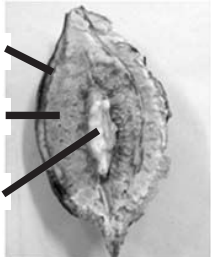


- ① モモタマナの種子の核から油脂を取る方法や油の成分などを分析する
- ② モモタマナの種子の油からバイオディーゼルを作る
- ③ エネルギーの地域循環や資源の循環への応用

今回は、モモタマナの種子の核(仁とも呼ばれる)に含まれる油の割合や油の組成、搾油の方法について研究を行った。

### 4. モモタマナの実の構造と採取場所と保存法

モモタマナの実は表2のようになっている。アーモンド様になっている核の部分を実験に用いた。

表 2. モモタマナの実の構造

	
<p>熟していない実の断面</p>	<p>熟した実の断面</p>
	
<p>核の入っている様子 (コウモリが食べた種)</p>	<p>核</p>

#### <採取場所と保存法>

モモタマナの実は2010年3月から5月、9月に学校に落ちていた実や種を集めた。種を30mmの枝を切断できる枝切りハサミで割り、核の部分を取り出した。取り出した核は実験に供するまで冷凍庫へ保存した。

### 5. 方法と結果

#### (1) コウモリが食べ終わった種に含まれる核の質量

##### 【目的】

油脂が採取できる核の部分が種子に対してのどれくらいの割合で含まれているか測定した。

##### 【方法】

学校に落ちているコウモリが食べ終わった種を20個拾い(写真4)、種の質量と核の重さを量った。

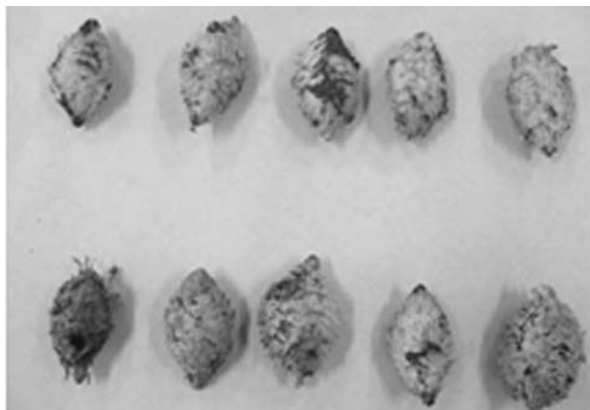


写真4. コウモリが食べた後の種

【結果】

種の質量の平均値 (g)	核の質量の平均値 (g)	核の占める割合 (%)
6.39	0.38	6.14

(2) 核の水分の量と粗脂肪の量の測定

【目的】

種に含まれている核の水分の質量と粗脂肪の質量を求める。

① 水分量をはかる

- あらかじめ、乾燥機でつばを乾燥させ、恒量を求める。
- つばの中にモモタマナの種子核を2g前後入れ重さを求める。
- 105℃の温度で乾燥し、2時間後に取り出して、デシケーター中で冷却し質量を量る。
- さらに、1時間105℃の温度で乾燥し、その後取り出して、デシケーター中で冷却し重さを量り、前回との質量の差が1～2mgになるまで乾燥を続ける。

【水分量の結果】

番号	恒量値 (g)	核の質量 (g)	合計 (g)
①	23.3028	2.1806	25.4834
②	20.6494	2.2176	22.8670
③	27.6804	2.5834	30.2638

番号	乾燥後の恒量 (g)	水分の量 (g)	水分の割合 (%)
①	25.1120	0.3714	17.03
②	22.4646	0.4024	18.15
③	29.8731	0.3907	15.12
		平均	16.77

核に含まれる水分の割合・・・16.8%

② 粗脂肪の量をはかる

- 脂肪抽出器の受器の恒量を求める。沸騰石を数個入れた受器を98～99℃で1時間乾燥し、デシケーター内で冷却し質量を量る。これを繰り返し恒量を求める。
- 細かくした核を約2gはかり、円筒ろ紙の中に入れ、その上に脱脂綿をひとつまみ軽くつめ、90～95℃の乾燥器で2～3時間乾燥する。
- 円筒ろ紙をデシケーター内で冷却したのち、ソックスレー抽出器に装置する。
- あらかじめ沸騰石を入れて恒量を求めた受器に、エーテルを1/2の量ほど入れ、装置を組み立て水槽の温度を45℃に調節し6時間抽出を行う。
- 抽出が終了したら、冷却管をはずして抽出管から円筒ろ紙を取り出し、すばやく冷却管を接続して、水浴上で加熱しエーテルを抽出管に回収する。
- 抽出管のエーテルを受器へ移し、エーテルをとばして、受器の外側をふき90～95℃で約1時間乾燥し、デシケーター中に冷却後、質量を量る。再び30分乾燥し、冷却、質量を量る事を繰り返し最少質量を求め恒量を求める。

【粗脂肪の結果】

番号	核の質量 (g)	受器の恒量 (g)	脂肪抽出後の受器の恒量 (g)
①	4.6212	58.5155	59.5330
②	4.6274	68.2605	69.4338

番号	脂肪の量 (g)	種子の脂肪率 (%)
①	1.0175	22.0%
②	1.1733	25.4%
	平均	23.7%

核に含まれる粗脂肪・・・23.7%

水分が約17%、脂肪が約24%、その他の成分(炭水化物、タンパク質、灰分など)59%含まれていることがわかった。

(図1)

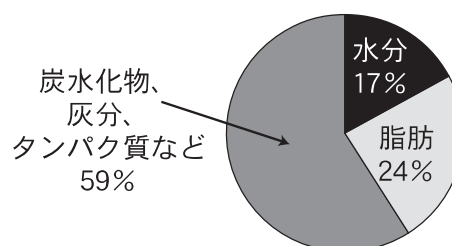


図1. モモタマナ種子核に含まれている水分と脂肪の割合

(3) 燃焼実験

【目的】

モモタマナ種子核が持っているエネルギーを燃焼実験で確かめてみる。

【方法】

- ① 乾燥したモモタマナの種子 1 g を細かく切る。
- ② 水 100 g が入った三角フラスコの下で細かく切った種子をしっかりと燃やし、その水温の変化を調べる(写真 5)。(途中で火が消えた場合、再び点火し、試料が灰になるまで燃やした。)
- ③ 水温の変化から種子 1 g 当たりの熱量を調べる。(3 回繰り返した)
- ④ ピーナッツでも同様に実験を行い比較してみた。

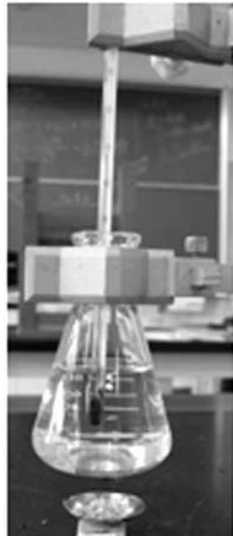


写真 5. 燃焼して熱量を求める実験

【結果】

燃焼実験ではモモタマナのほうがピーナッツに比べ、熱量が大きかった(図 2)。

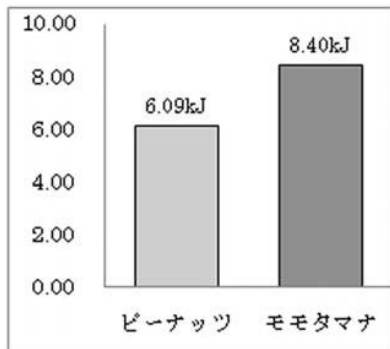


図 2 燃焼試験の結果

	平均上昇温度(℃)	水の質量(g)	熱量(kcal)	熱量(kJ)
ピーナッツ	14.50	100.00	1.45	6.09
モモタマナ	19.63	100.00	1.96	8.40

(4) 薄層クロマトグラフィー(TLC)による中性脂質の分析

【目的】

モモタマナ種子核にはどのような油脂が含まれているかピーナッツ、オリーブ油、ナタネ油と比較してみる。

【方法】

- ① モモタマナ種子核 1 g を量り、蒸留水 10 g と一緒にすり鉢の中に入れて 5 分以上つぶす。
- ② ヘキサンを 10 mL 加えかき混ぜた後で、ビーカーに移しヘキサンの層だけをとる。これを 3 回繰り返す。

す。

- ③ ヘキサンの層を湯煎にかけてある程度飛ばし、残ったものに少量のヘキサンを加えて薄層クロマトグラフィー(TLC プレート)にスポットした。
- ④ オリーブ油、ナタネ油は 0.1 g にヘキサン 10 mL を加え TLC プレートへスポットした。ピーナッツはモモタマナ種子核と同様な方法を用いて、TLC プレートへスポットした。
- ⑤ 500 mL のビーカーに展開溶媒(ヘキサン：酢酸エチル：酢酸=91：7：2)を入れ TLC プレートを展開させた。
- ⑥ ヨウ素入りのビーカーの中に TLC プレートをに入れてスポットが現れるまで待つ。もしくは 50% 硫酸を展開した TLC プレートに噴霧して電気プレートでスポットが現れるまで焼く。
- ⑦ 鉛筆でスポットが消えないうちにマークし、図 3 を参考にどの脂質があるか確認する。

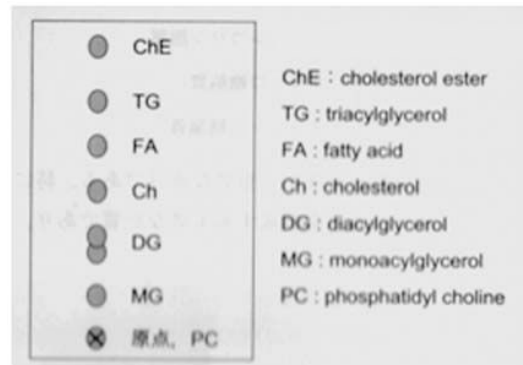


図 3. 中性脂質の TLC の分析(実験 生体分子化学より)

【結果】

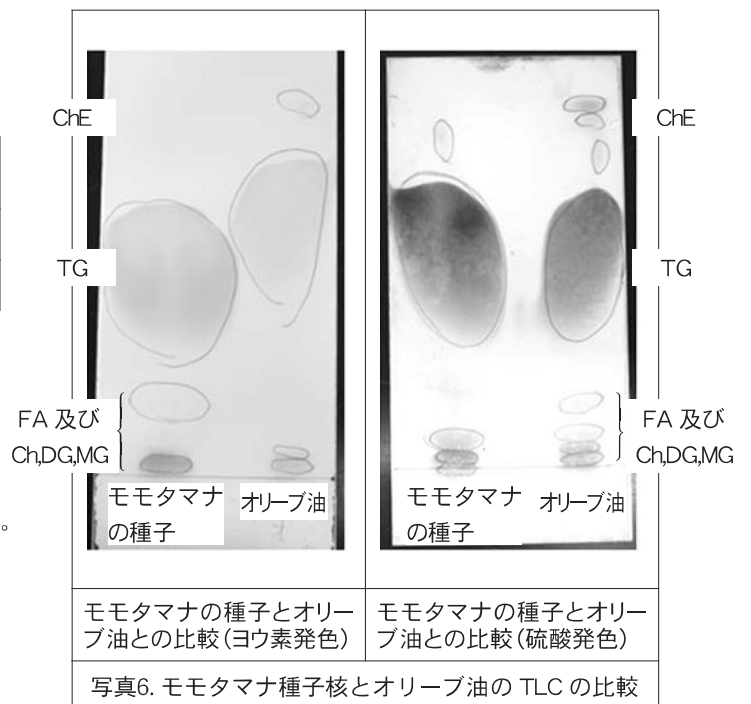
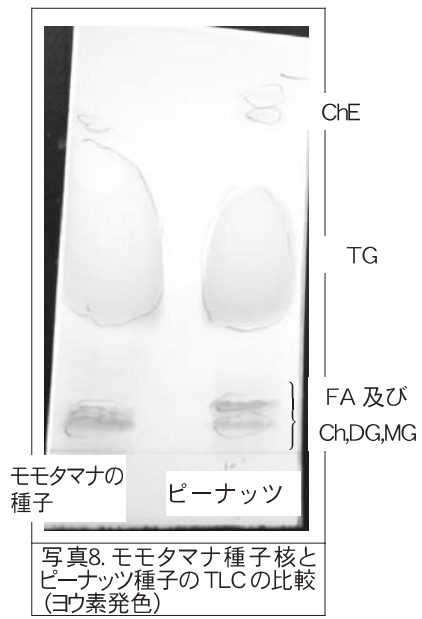
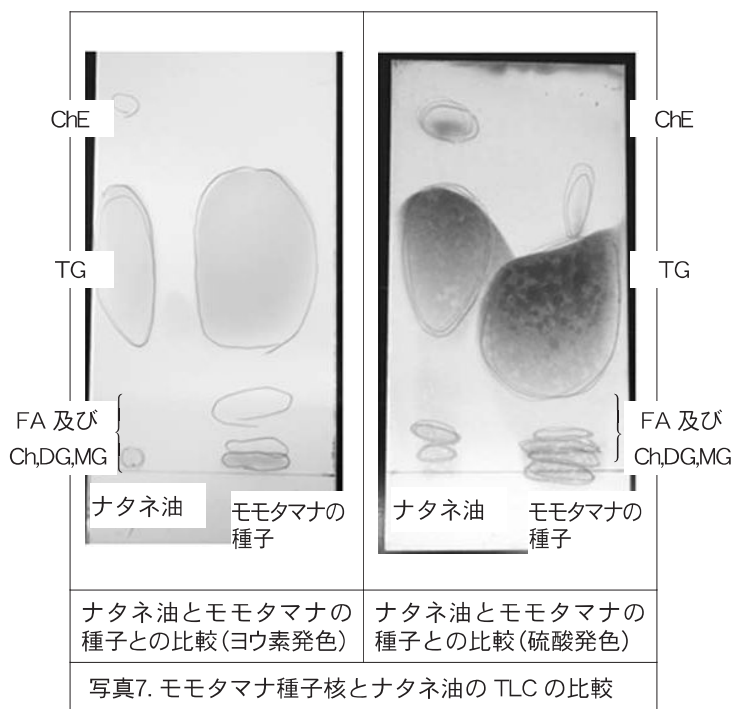
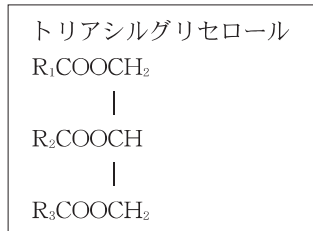


写真 6. モモタマナ種子核とオリーブ油の TLC の比較

ChE：コレステロールエステル  
 TG：トリアシルグリセロール  
 FA：脂肪酸  
 Ch：コレステロール  
 DG：ジアシルグリセロール  
 MG：モノアシルグリセロール



モモタマの種子核は TG(トリアシルグリセロール)が他の油と同じくらい含まれていることがわかった。また、FA(脂肪酸)や DG(ジアシルグリセロール)、MG(モノアシルグリセロール)の分離が悪く確認しにくかったが、モモタマ種子核の油は他の油に比べ、FA、DG、MGが多く含まれていると思われた。

(5) 搾油器を製作し、モモタマ種子核から油脂を取る  
 【目的】

バイオディーゼルをつくるためにはモモタマ種子核から油を搾る必要がある。文献を参考にして、搾油器を作製し、モモタマ種子核から油を取った。

【搾油器の製作】

- ① 高さ250mm、幅160mmで木枠をつくる。木材の厚さは23mmのものを使用した。
- ② 木枠を留め具で留め、十分に補強を行った。
- ③ 試料の入れ物に塩化ビニル製の筒を用い、油が出るように穴を開けた。押し出すためのふたを2～3枚用意した。穴から種子が出ないように20メッシュの網も用意した。
- ④ 試料から油を取り出すためにミニジャッキを用いた。(写真9)

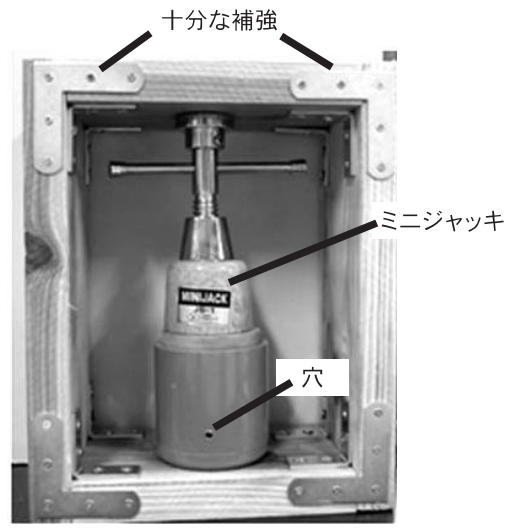


写真9. 作製した搾油器

【モモタマ種子核から油を搾る】

<方法1 定温乾燥機での加熱>

- ① 乾燥して皮をむいたモモタマ種子核を定温乾燥機で85～90℃ 1時間加熱する。(写真10)
- ② 乾燥させたモモタマ種子核90gを温かいまま、ミルサーに数回に分けて細かくした。
- ③ 塩化ビニルの筒にいれ、ジャッキで圧力をかけ、油を取り出した。(写真11)



写真10. 皮をむいた種子核



写真11. 搾油のようす

【結果】

搾油できた量

乾燥した核(g)	とれた油(g)	割合(%)
90	3.53	3.92

乾燥した核90gから3.53gの油を取り出すことができ、少し黄色の油だった(写真12)。



写真12. 搾油した油

<方法2 電子レンジを使用>

- ① 乾燥して皮をむいたモモタマナ種子核をホットブ

レートで約5分ほど加熱する。

- ② 加熱したモモタマナ種子核を温かいうちに、ミキサーに数回にわけて細かくする。
- ③ 細かくしたモモタマナ種子核に10%程度の蒸留水を加え、500w電子レンジで1分30秒加熱する。
- ④ 加熱したモモタマナ種子核を塩化ビニル製の筒に入れ、ミニジャッキで圧力をかけ、油を搾る。

乾燥した核(g)	とれた油(g)	割合(%)
100	4.3	4.3
87	8	9.2
100	15.8	15.8
100	13.5	13.5

【結果】

<方法1>よりも電子レンジを使用し、温かいうちに搾油をした方が、多くの油を取り出すことができた。

5. 考察

モモタマナ種子に含まれる核の割合は6.14%、核の重さは0.38gと大きいとは言えないが、ナタネの種やグレープシードオイルを取ることができるブドウの種と比べて大きい核がとれるので、油脂を採るのに適していると思われる。

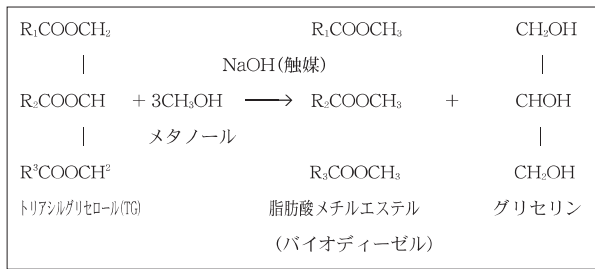
表3. 油がとれる食品の脂質量(食品成分表より)

スイートコーン(生)	アーモンド(乾)	落花生(乾)
1.7%	54.2%	47.5%
大豆(乾)	ゴマ(乾)	落花生(生)
19.0%	51.9%	24.2%

モモタマナ種子核の脂質の割合は23.7%であり、油がとれる乾燥した大豆より高く、生の落花生と同じくらいの脂質量である(表3)。モモタマナの核は油をとるのに適していると言える。

燃焼実験で測定した熱量はモモタマナ種子核がピーナッツよりも高い値を示した。乾燥したピーナッツ(落花生)が脂質は多いが、モモタマナ種子核に含まれる脂質(油)の方がピーナッツよりも燃えやすい成分で構成されていると思われる。よって、バイオディーゼルを作るにはピーナッツよりもモモタマナ種子核が適していると思われる。

薄層クロマトグラフィー(TLC)の分析によるとモモタマナ種子核はナタネ油やオリーブ油と同じくらいにTG(トリアシルグリセロール)が多く含まれていると思われるため、以下の化学式のように脂肪酸メチルエステル(バイオディーゼル)を作るのに適していると思われる。



モモタマナ種子核は油の取れる他の食品と比較しても、脂肪量やTG(トリアシルグリセロール)も多く含まれていると言える。私たちの仮説通り、バイオディーゼルをつくることができると思う。また、以下のような資源の循環型社会を確立できると考える(図4)。

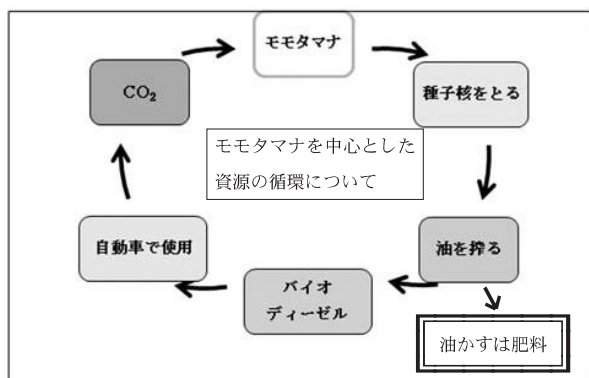


図4. モモタマナを使った循環型社会のモデル

有機溶媒を使用せず、油をとるために搾油器を製作して油を搾った。最初の方法では90gから3.53gの油しか取り出すことができなかったが、電子レンジを使って手際よく行う方法にしてからは、取り出す油の量が増えた。しかし、バイオディーゼルを作るためには大量な油が

必要なため、更に油を効率よく取れるような前処理の仕方や搾油器の工夫が必要である。

## 6. 今後の課題

- (1) 有機溶媒を使わないで油を効率よくとる方法を考える。
- (2) 薄層クロマトグラフィー(TLC)の標準物質を用いたりして精度を高める。
- (3) 種子の中の核を簡単に取る方法を考える。
- (4) 油を抽出してバイオディーゼルを作る。
- (5) 実の部分からバイオエタノールが作れないか検討する。

## 7. 参考文献

- ・沖縄の野山を楽しむ 植物の本・・・屋比久 壮実(おきなわフィールドブック)
- ・実験生体分子化学・秋久 俊博、長田 洋子、神野 英毅、和泉 剛、宮澤 三雄、深津 誠(共立出版)
- ・図解 バイオディーゼル最前線・・・松村 正利、サンケイフェューエルズ(株)編(工業調査会)
- ・バイオマスは地球環境を救えるか・・・木谷 収(岩波ジュニア新書)
- ・はじめての化学実験・・・西山 隆造、安楽 豊満(オーム社)
- ・理科総合A(東京書籍)
- ・油の絵本・・・鈴木 修武編、宮崎 秀人絵(農文協)



## 講評

### モモタマナプロジェクト I ～モモタマナの実からバイオ燃料をつくる～

モモタマナは、学校や公園などの公共の施設でよく見かける植物です。何気なく見過ごしているこの身近な植物であるモモタマナから油を取り出し、近年話題のバイオ燃料として活用できないかを研究テーマにした発想の着眼点はおもしろいと感じました。それと同時に、実験テーマが私たちの周りにたくさん眠っている事をこの報告書を通して再確認しました。また、沖縄版菜の花プロジェクト「地域資源循環サイクル」を起こして環境問題の解決につながる糸口が見つかるのではと期待が持てました。

実験としては、「種子の質量と核の質量の測定」「核の水分量と、粗脂肪の量の測定」「ピーナッツとモモタマナの燃焼実験の比較」「薄層クロマトグラフィーによる中性脂肪の分析とピーナッツ、オリーブ油、ナタネ油との比較」「搾油器の製作と搾油方法」など、化学的な手法でもって、推測されることはほぼ実験に取り入れていることに感心しました。研究内容について、いくつか気づいた事を述べたいと思います。今回は、「モモタマナの種子の核に含まれる油の割合や油の組成、搾油の法」について研究してありますが、5. 方法と結果(1)コウモリが食べ終わった種に含まれる核の質量の実験で、コウモリが種(種子)のどの部分を食べているのか述べられていれば読み手にわかりやすく、また、コウモリが種子を食べている写真等があれば良かったと思います。種の質量の平均値6.39g、核の質量の平均値0.38gから核の占める割合(%)を出していますが、コウモリが食べたあとの種は質量が減少しており、核の占める割合を出す根拠がわかりませんでした。種は、コウモリが食べないと落ちないのかどうかも気になりました。(5)搾油器を製作し、モモタマナの種子核から油脂を取る実験では、文献を参考にして搾油器を製作してありますが、文献と違う点や工夫した点、文献における搾油器では、何%搾油しているのか調べて述べていると、自作した搾油器の性能等が比較できるとと思います。

ソックスレー抽出器を使って脂肪量の測定は時間のかかる実験ですが、根気強く行い、脂肪量を求めた点には感心しました。また、薄層クロマトグラフィーによる中性脂肪の分析では、文献値を参考にしながら比較対象実験として、ピーナッツ、オリーブ油、ナタネ油等も行い、モモタマナの核にはナタネ油やオリーブ油と同じぐらいのTG(トリアシルグリセロール)が多く含まれていることをつきとめたことは、大きな成果だと思います。モモタマナの油の生産性、効率性等があれば上位賞の可能性もあります。今後も継続実験を期待します。



沖縄県教育長賞

## 奥間川における水生生物調査 II

～出水後の水生生物相の回復過程について～

沖縄県立辺土名高等学校 3年 金城 芽 立石 響  
玉城 梨麻

生物部門

### 1. はじめに

奥間川は与那覇岳に源流があり、流程は5.5kmである。上流域は大部分が森林で、中流は一部ミカン畑がある程度で自然度の高い河川である。本校では、H19年度に学校周辺の3河川(奥間川・鏡波川・大兼久川)の指標生物を用いた水質調査を行い、奥間川が最も出現種数が多いという結果を得た。また、奥間川においてH20年度では瀬と淵での水生昆虫の生活形による棲み分けが確認された。今年度は4月中旬以降から降雨が続き、梅雨時期ではまとまった降雨が続いていた。沖縄本島河川においては、出水後の底生動物相の回復過程の調査記録はない。そこで、今年度は出水後の底生動物相の回復過程と回復期間を瀬と淵において調査した。

### 2. 仮説の設定

津田仮説(1957)によると出水後の瀬における底生動物群集の遷移は、「優占種のない群集→匍匐型優占の群集(あるいは→携巢型の群集→造網型優占の群集)」である。吉野川水系で行われた津田・御勢(1964)の研究により、「優占種なき群集→匍匐型が優占である群集→造網・匍匐型が優占である群集→造網型が優占である群集」という結果が得られている。また、造網型においては「シマトビケラ科優占の群集→ヒゲナガカワトビケラ科優占の群集」へ遷移する例が確認されている。

一般に瀬では造網型、匍匐型、固着型が多く、携巢型、遊泳型、掘潜型は少ないとされており、淵では掘潜型、匍匐型、携巢型、遊泳型が現れ、固着型は少なく、造網型はほとんど生息しないとされている。これらのことから以下の仮説を設定した。

仮説1：瀬では「優占種なき群集→匍匐型が優占である群集→造網・匍匐型が優占である群集→造網型が優占である群集」と遷移し、最終的にヒゲナガカワトビケラ科群集が優占する。

仮説2：淵では「優占種なき群集→匍匐型が優占である群集→匍匐・携巢型が優占である群集→携巢型が優占である群集」と遷移する。


### 3. 調査対象生物

一般的に河川の底生動物群集の生活形では主に水生昆虫を対象としているが、今回は採集できる全ての底生動物を対象とした。調査対象生物は以下の通りとした。

- ・プラナリア類
- ・貝類
- ・水生昆虫類
- ・甲殻類
- ・魚類

特に、水生昆虫は、種類数と個体数の大部分を占める重要なグループである。水生昆虫の各生活形の例を表1に示した。また、底生動物の生活形は津田(1953, 1962)の示した例に従った。

表1 水生昆虫の生活形

生活形	生活形の説明	各生活形の例
造網(ぞうもうがた)型	石と石との間に捕獲網をはる。シマトビケラ科、ヒゲナガカワトビケラ科などのトビケラ目幼虫。これらが多い川は川底が安定している。	



剤)で酸化分解し、その際に必要な酸素量を測定し、水中の有機物含量を表示する。水の汚れを表すのによく使われてきた代表的指標である。水中のCODの値が高いことは、一般的には有機物(汚染物質)が多いことを意味する。数値の評価の目安は以下のとおりである。1～2 mg/L：雨水・河川の上流水。2～10mg/L：河川の下流水。20 mg/L以上：下水、汚水。ヤマメ、イワナは1 mg/L、サケ、アユは3 mg/L以下のきれいな水にすみ、汚染につよいコイ、フナは5 mg/Lでもすめるといわれている。魚の種類によっても異なるが、魚が息できる河川の水のCOD値は5 mg/L以下とされている。

全硬度は、水中のカルシウムイオン及びマグネシウムイオンの量を、これに対応する炭酸カルシウムの量に換算したもので、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である。0 mg/L：蒸留水。10～100mg/L未満：軟水。100 mg/L以上：硬水。硬度が高すぎる水を飲むとお腹をこわすことがある。水道水の基準は、全硬度300mg/L以下である。

リンは植物や食べ物のかす、肥料などからやってきて、溶解や分解によって形を変えながら移動し、植物に吸収されたり、土壌に吸着されたりする。リン酸は水中のリンの一つの形態である。家庭排水、肥料などが河川に流れ込むと、リン酸が増加する。リン酸が増加しすぎると、藻類の異常発生など環境に影響を与える。

アンモニウムイオンは、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、田畑からの肥料分の流入が考えられる。数値の亜硝酸イオンは、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り、さらに酸化されると亜硝酸イオンになる。亜硝酸態窒素の値が高いと腐敗物、排泄物などの汚染源が、近くにある可能性を示している。

硝酸イオンは、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、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。硝酸態窒素の値が高いと飲料水には不適になり、さらに富栄養化現象である藻類や植物プランクトンの繁殖の原因になる。

溶存酸素(DO)は、水中に溶けている酸素量を示す。溶存酸素量が多いほどよい水質であることが多く、水環境における大切な指標である。また、水中の生物が生きていく上で大変重要な物質である。

電気伝導度は、水中の無機イオンの総量を表すものである。数値が高いほど、無機イオンの総量が多く、水の汚れの指標となる。また、特にCa<sup>+</sup>やCl<sup>-</sup>、Na<sup>+</sup>などを多く含む硬水や、海水では数値が高くなる傾向が見られる。

濁度は水の濁りの指標である。値が高いほど水が濁っ

ていることを示す。

### (3) 生物調査

タモ網(D型ネット)による定量調査を行った。瀬と淵において、25cm×25cmのコドラートを川底に置き、その下流側にD型ネットを逆さにして設置し、枠内の石や堆積物を流れに沿って洗い流し、網で受けた。これを4回繰り返した。従って、河床の採集面積は0.25m<sup>2</sup>である。

D型ネットでの採集物をポリビンへ入れて70%エタノールで保存し、本校環境棟へ持ち帰った。後日、水を張ったバットに採集物を入れ、ピンセットで生物を取り出して分類群毎にサンプル管に保存した。その後、顕微鏡で生物の同定および個体数の計数を行った。



写真2 生物採集の様子

## 6. 調査結果

### (1) 降水量

奥間川が流れている国頭村の2010年4月1日～11月30日までの日毎の降水量を図2に示した。データは気象庁のものを利用した。今年は、5月の連休明けに梅雨入りし、6月下旬に梅雨明けしたが、4月から11月まで長期間に渡り降雨が続いていることが分かる。

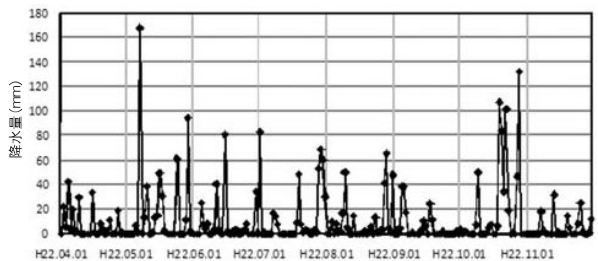


図2 奥間川周辺の降水量(2010年4月1日～11月30日)  
降水量は気象庁の国頭村における日毎のデータを利用した。

## (2) 水質調査

パケットによる水質調査結果および透視度測定結果を図3に示した。

### ① 水温

水温は、20.2～26.3℃の範囲であった。

### ② pH

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7.1～8.2の数値を示した。おおむね中性から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。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。

7月2日は10mg/Lとやや高い数値を示したが、多くの調査日でCODの数値は5mg/Lであった。

### ④ リン酸イオン

リン酸イオンとは、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。6月19日は0.5mg/Lであったが、多くの調査日でリン酸イオンの数値は0～0.2mg/Lであった。

### ⑤ アンモニウムイオン

アンモニウムイオンは、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、田畑からの肥料分の流入が考えられる。

6月19日は0mg/Lであり、その他の調査日ではアンモニウムイオンは0.2mg/Lであった。

### ⑥ 亜硝酸イオン

亜硝酸イオンの値が高いことは、家畜やし尿や生活排水などが流れ込んでいる可能性を示唆する。

6月19日では0.1mg/Lであったが、その他の調査日では0～0.02mg/Lであった。

### ⑦ 硝酸イオン

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。この値が高いことは、以前、生活排水などが多かったことを示す。

6月19日では5mg/Lであったが、その他の調査日では0～1mg/Lであった。

### ⑧ 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。電気伝導度は0.11～0.22mS/cmであった。

### ⑨ 濁度

濁度は1.2～17.4であった。調査日の濁度は比較的低い値が多かった。出水時の濁度を測定することはできなかった。

### ⑩ 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である。0mg/L：蒸留水。10～100mg/L未満：軟水。100mg/L以上：硬水。

5月21、23日は10mg/L、その他の調査日は、未測定日を除くと約20mg/Lであった。

奥間川の水は、軟水であることが分かった。

### ⑪ 溶存酸素(DO)

溶存酸素は7.43～10.68mg/Lであった。

※調査期間中、水質は比較的安定しており、降雨が多い時期に水質が悪化するという結果は得られなかった。

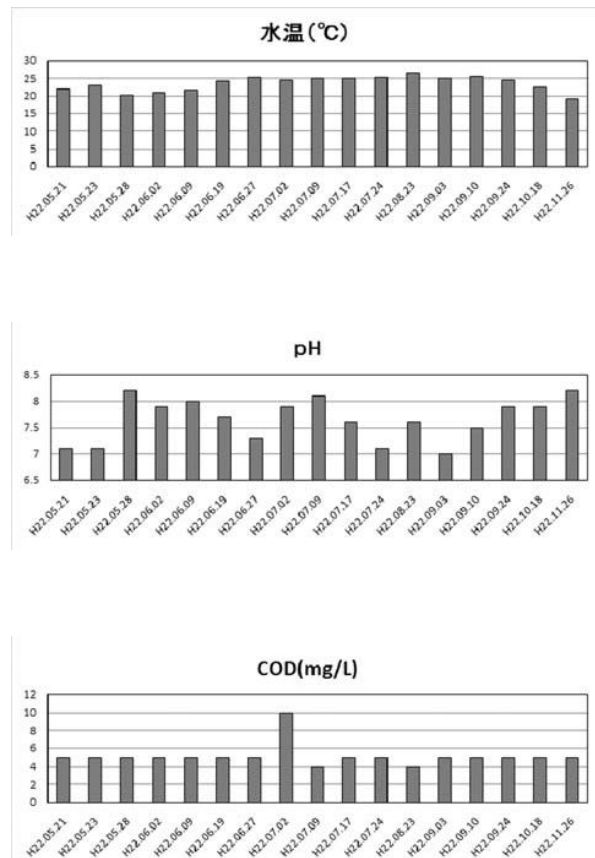


図3 奥間川における水質調査結果

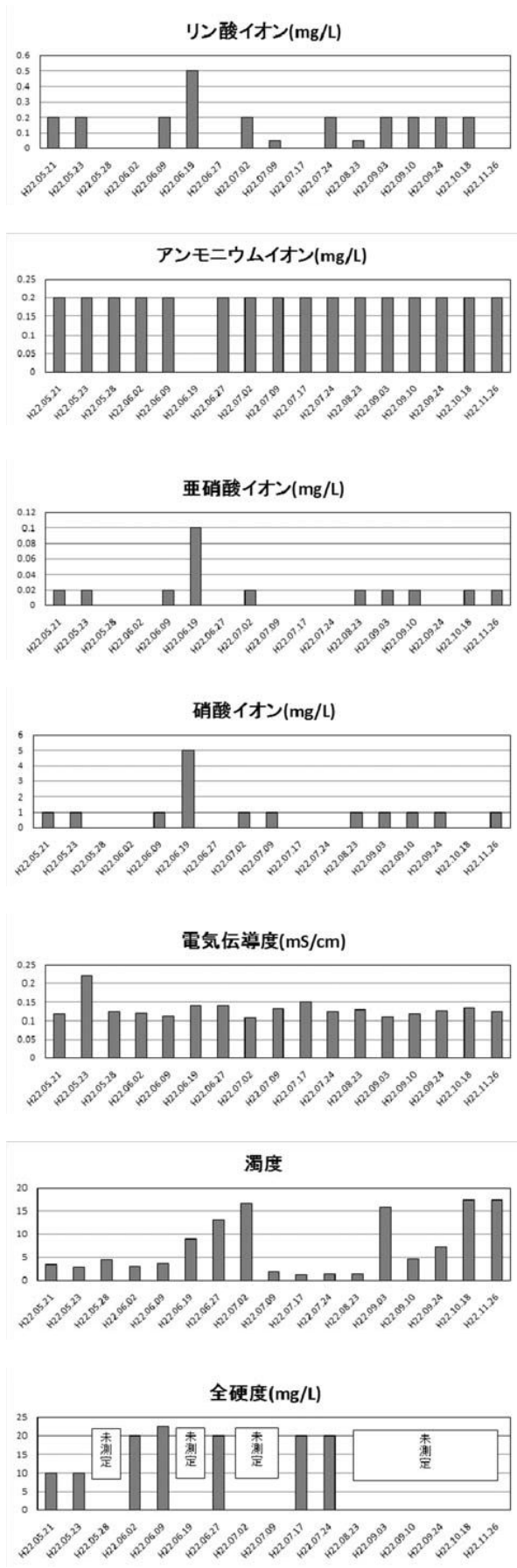


図3 つづき 奥間川における水質調査結果

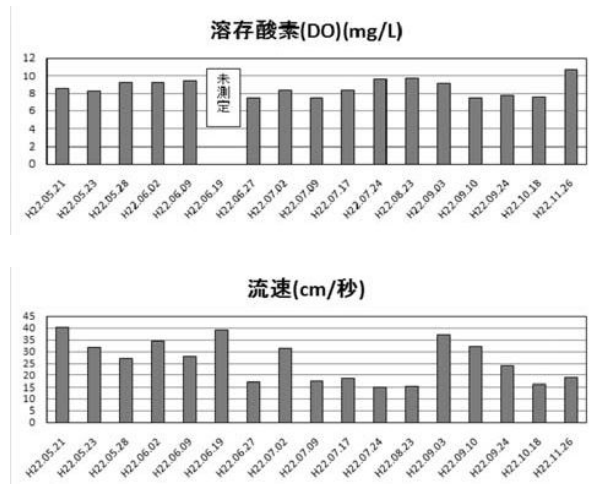


図3 つづき 奥間川における水質調査結果

(3) 生物調査

① 底生動物相の分類群別遷移

国頭村における期間別降水量と奥間川の瀬と淵における底生動物相(分類群別)の遷移を図4に示した。降水量は気象庁の日毎のデータを利用した。調査日付近でどれだけ雨が降ったかを調べるために、調査日1週間前からの降水量を集計した。個体数は25cm×25cmのコドラートで4回採集した数値(個体数/0.25㎡)を示した。

瀬においては5～6月にかけて優占している分類群が頻繁に入れ替わる傾向が見られた。調査日の約1週間前(7月10日～)から降水量が0mmであった7月17日においては、トビケラ類が301個体確認され、圧倒的に優占した。

淵においては5月ではヌマエビ類などの甲殻類が優占し、6月以降は貝類、トビケラ類、甲殻類の3つの分類群が常に多く確認されている。7月17日においては、カゲロウ類も63個体と多く確認された。



写真3 サカモトサワガニ(♀) (瀬で採集)



写真4 シマヨシノボリ (瀬で採集)

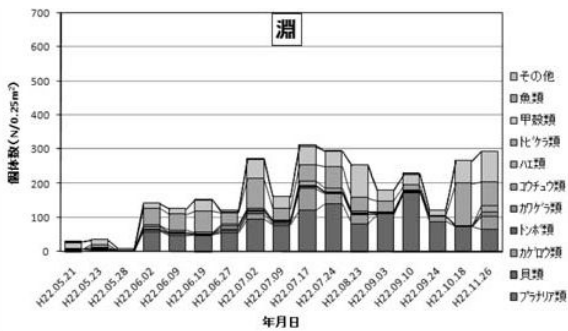
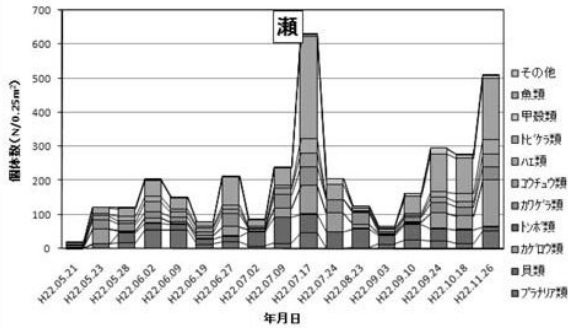
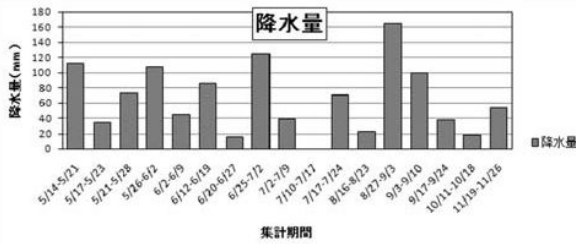


図4 国頭村における期間別降水量と奥間川の瀬と淵における底生動物相(分類群別)の遷移

降水量は気象庁の日毎のデータを前回の調査翌日から今回の調査日までを集計した。

個体数は25cm×25cmのコドラートで4回採集した数値(個体数/0.25m<sup>2</sup>)を示した。

② 水生昆虫相の生活形別遷移

国頭村における期間別降水量と奥間川の瀬と淵における水生昆虫相(生活形別)の遷移を図5に示した。

また、水生昆虫相の優占グループの遷移を表2に示した。

瀬においては、「優占グループなし→匍匐型(はい回り型)・携巢型→造網型」へと遷移した。

淵においては、「淵では、優占グループなし→携巢型→遊泳型→携巢型」へと遷移した。水生昆虫相においては、瀬と淵において、明らかに棲み分けが確認された。

表2 奥間川の瀬と淵における水生昆虫の生活形別優占グループの遷移

年月日	優占グループ(瀬)	個体数
H22.5.21	優占グループなし	10<
H22.5.23	匍匐型、遊泳型	41
H22.5.28	匍匐型	30
H22.6.2	匍匐型	54
H22.6.9	匍匐型	32
H22.6.19	匍匐型	28
H22.6.27	造網型	76
H22.7.2	造網型	13
H22.7.9	造網型	77
H22.7.17	造網型	294
H22.7.24	匍匐型	55
H22.8.23	匍匐型	38
H22.9.3	匍匐型	13
H22.9.10	携巢型	40
H22.9.24	造網型	102
H22.10.18	造網型	100
H22.11.26	造網型	172

年月日	優占グループ(淵)	個体数
H22.5.21	優占グループなし	10<
H22.5.23	携巢型	8
H22.5.28	優占グループなし	10<
H22.6.2	携巢型	49
H22.6.9	携巢型	46
H22.6.19	携巢型	64
H22.6.27	携巢型	33
H22.7.2	携巢型	88
H22.7.9	携巢型	35
H22.7.17	遊泳型	66
H22.7.24	携巢型	62
H22.8.23	携巢型	40
H22.9.3	携巢型	25
H22.9.10	携巢型	15
H22.9.24	遊泳型	15
H22.10.18	携巢型	124
H22.11.26	携巢型	70

瀬では、優占グループなし→匍匐型(はい回り型)・携巢型→造網型へと遷移している。

淵では、優占グループなし→携巢型→遊泳型→携巢型へと遷移している。

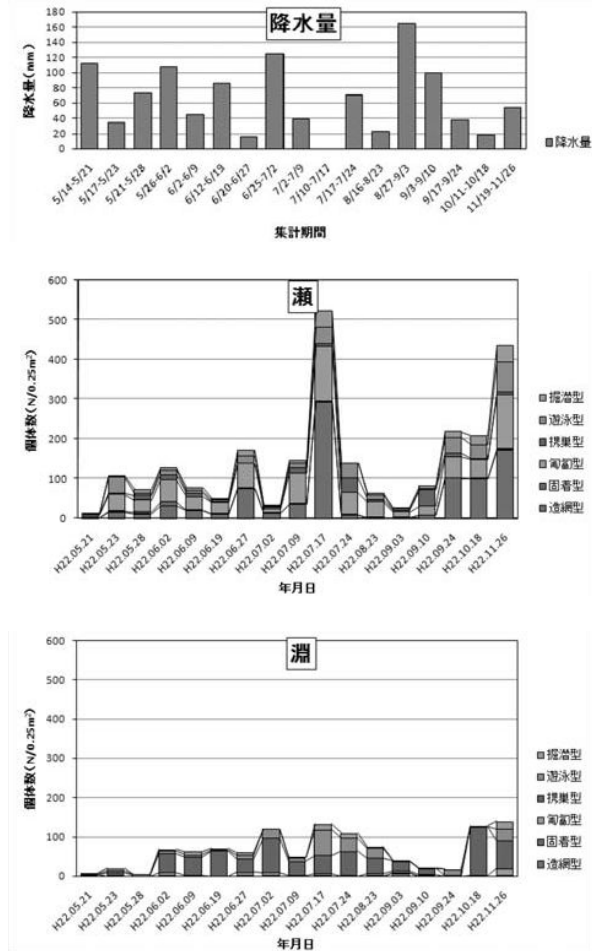


図5 国頭村における期間別降水量と奥間川の瀬と淵における水生昆虫相(生活型別)の遷移

降水量は気象庁の日毎のデータを前回の調査翌日から今回の調査日までを集計した。

個体数は25cm×25cmのコドラートで4回採集した数値(個体数/0.25m<sup>2</sup>)を示した。

### ③ 瀬における造網型トビケラ類の遷移

瀬における造網型トビケラ類の遷移を図6に示した。

今回確認された造網型トビケラ類は、コタニガワトビケラ属の1種、コガタシマトビケラ属の1種、ウルマーシマトビケラ、オキナワヒゲナガカワトビケラの4種であった(図6)。コガタシマトビケラ属の1種が常に多い状態ではあるが、6月27日と7月17日ではウルマーシマトビケラも多く確認された。オキナワヒゲナガカワトビケラは5月21日～6月19日までは各調査日において0～3個体しか確認されていないが、6月27日には14個体、7月17日には29個体

確認された。7月17日に確認されたオキナワヒゲナガカワトビケラの多くの個体は小型個体であった。その他の2種においても7月17日に確認された個体は小型個体が多かった。

7月24日以降、造網型トビケラ類は激減し、9月24日から徐々に回復し始め、10月18日には、オキナワヒゲナガカワトビケラが100個体をを超えるまでに回復した。8月31日には台風7号が接近し、9月4日には台風9号が接近した。これらの台風が接近した後の調査では、造網型トビケラ目が減少した。

造網型トビケラ目を体長の小さい順に並べると、コガタシマトビケラ属の1種<コタニガワトビケラ属の1種<ウルマーシマトビケラ<オキナワヒゲナガカワトビケラとなる。比較的体長の小さいコガタシマトビケラ属の1種とコタニガワトビケラ属の1種は、全期間を通して確認されたが、やや大きめのウルマーシマトビケラは降水量が多い時期には見られないこともあり、さらに体長が大きいオキナワヒゲナガカワトビケラは、降水量が多い時期にはほとんど見られなくなった。造網型トビケラ目幼虫は降水量が多くて流速が早い時期に個体数が極端に減少する傾向が見られた(図6)。

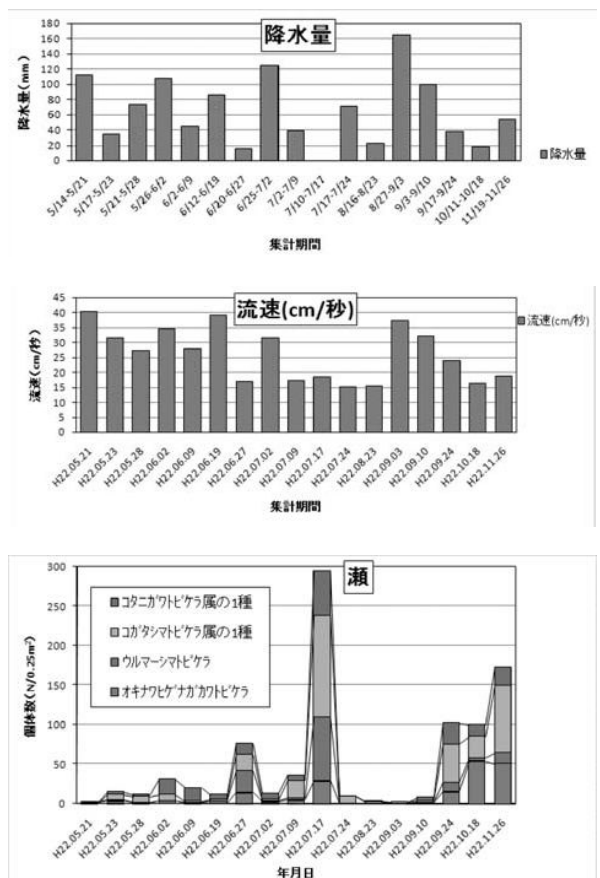


図6 奥間川の瀬における造網型トビケラ目の遷移と降水量と流速

造網型トビケラ目幼虫が多いほど、川底が安定している指標となる。

オキナワヒゲナガカワトビケラが多くなるほど、その川底はより安定した状態になる。

オキナワヒゲナガカワトビケラが優占種になると、その川は極相に達したことになる。

#### ④ 優占種の遷移

奥間川の瀬と淵における底生動物の優占種上位3種の遷移をそれぞれ表2(瀬)と表3(淵)に示した。

瀬においては、5月はフタツメカワゲラ属の1種(匍匐型)が優占種第1位であり、6月はリュウキュウナミウズムシ、7月前半はカワニナ、7月17日はコガタシマトビケラ属の1種(造網型)が優占種第1位となった。したがって、造網型トビケラ類は降水量が減少した後になって漸く優占種として現れることが出来たことになる。7月24日～9月10日まではカワ

ニナが優占種であり、9月24日にはコガタシマトビケラ属の1種(造網型)が優占種となり、10月18日にはオキナワヒゲナガカワトビケラ(造網型)が優占種となった。調査期間中にオキナワヒゲナガカワトビケラが優占種となったのは10月18日が初めてである。11月26日にはコガタシマトビケラ属の1種(造網型)が優占種となった。

淵においては、5月はミゾレヌマエビやトゲナシヌマエビが優占種第1位であり、6月以降はほとんどカワニナが優占種第1位となった。コカクツツトビケラ属の1種(携巢型)は大部分が優占種第2位として確認されることが多かった。トゲナシヌマエビやミゾレヌマエビなどのヌマエビ類が、優占種第2～3位として確認されることが多く見られた。10月18日にはグマガトビケラ(携巢型)が優占種第1位となった。11月26日にはカワニナが優占種第1位となった。

表2 奥間川の瀬における底生動物の優占種の遷移

年月日	優占種第1位	個体数	優占種第2位	個体数	優占種第3位	個体数
H22. 5. 21	フタツメカワゲラ属の1種(匍匐型)	5	ヒラテテナガエビ(匍匐型)	3	カワニナ、ヒメガガンボ属(掘潜型)、グマガトビケラ(携巢型)	2
H22. 5. 23	フタツメカワゲラ属の1種	27	シロハラコカゲロウ(遊泳型)	21	リュウキュウナミウズムシ	14
H22. 5. 28	フタツメカワゲラ属の1種	21	リュウキュウナミウズムシ、カワニナ	18	—	—
H22. 6. 2	リュウキュウナミウズムシ	56	ヒメドロムシ科の1種(匍匐型)	29	コタニガワトビケラ属の1種(造網型)	20
H22. 6. 9	リュウキュウナミウズムシ	56	コタニガワトビケラ属の1種(造網型)	17	カワニナ	16
H22. 6. 19	リュウキュウナミウズムシ、カワニナ	13	フタツメカワゲラ属の1種(匍匐型)、ヒメドロムシ科の1種(匍匐型)	11	—	—
H22. 6. 27	フタツメカワゲラ属の1種	37	ウルマーシマトビケラ(造網型)	27	コガタシマトビケラ属(造網型)	21
H22. 7. 2	カワニナ	41	リュウキュウナミウズムシ、コタニガワトビケラ属の1種(造網型)	7	—	—
H22. 7. 9	カワニナ	66	フタツメカワゲラ属の1種	39	ヒメドロムシ科の1種(匍匐型)	18
H22. 7. 17	コガタシマトビケラ属(造網型)	129	ウルマーシマトビケラ(造網型)	80	コタニガワトビケラ属の1種(匍匐型)	56
H22. 7. 24	カワニナ	47	フタツメカワゲラ属(匍匐型)	39	コカクツツトビケラ属(携巢型)	33
H22. 8. 23	カワニナ	47	フタツメカワゲラ属(匍匐型)	34	イシマキガイ	8
H22. 9. 3	カワニナ	21	リュウキュウナミウズムシ	14	フタツメカワゲラ属(匍匐型)、ヒメドロムシ科(匍匐型)	5
H22. 9. 10	カワニナ	39	グマガトビケラ(携巢型)	36	リュウキュウナミウズムシ	25
H22. 9. 24	コガタシマトビケラ属(造網型)	48	フタツメカワゲラ属(匍匐型)、カワニナ	28	—	—
H22. 10. 18	オキナワヒゲナガカワトビケラ(造網型)	54	カワニナ	38	コガタシマトビケラ属(造網型)	27
H22. 11. 26	コガタシマトビケラ属(造網型)	85	タニガワカゲロウ属(匍匐型)	56	リュウキュウナミウズムシ	54

※水生昆虫においては( )内に生活形を示した。

表3 奥間川の淵における底生動物の優占種の遷移

年月日	優占種第1位	個体数	優占種第2位	個体数	優占種第3位	個体数
H22. 5. 21	ミゾレヌマエビ	15	トゲナシヌマエビ	4	残り各1個体	—
H22. 5. 23	トゲナシヌマエビ	8	コカクツツトビケラ属の1種(携巢型)、ミゾレヌマエビ	7	—	—
H22. 5. 28	ミゾレヌマエビ	4	リュウキュウハグロンボ(遊泳型)	2	残り各1個体	—
H22. 6. 2	カワニナ	58	コカクツツトビケラ属の1種(携巢型)	46	トゲナシヌマエビ	11
H22. 6. 9	カワニナ	47	コカクツツトビケラ属の1種(携巢型)	43	ミゾレヌマエビ	9
H22. 6. 19	カワニナ、コカクツツトビケラ属の1種(携巢型)	48	トゲナシヌマエビ	19	—	—
H22. 6. 27	カワニナ	52	コカクツツトビケラ属の1種(携巢型)	31	フタツメカワゲラ属の1種(匍匐型)	8
H22. 7. 2	カワニナ	93	コカクツツトビケラ属の1種(携巢型)	66	トゲナシヌマエビ	26
H22. 7. 9	カワニナ	77	コカクツツトビケラ属の1種(携巢型)、トゲナシヌマエビ	26	—	—
H22. 7. 17	カワニナ	114	トゲナシヌマエビ	40	ヒメシロカゲロウ属(遊泳型)	36
H22. 7. 24	カワニナ	139	コカクツツトビケラ属(携巢型)	56	トゲナシヌマエビ	30
H22. 8. 23	カワニナ	81	トゲナシヌマエビ	78	グマガトビケラ(携巢型)	38
H22. 9. 3	カワニナ	109	グマガトビケラ(携巢型)	23	トゲナシヌマエビ	19
H22. 9. 10	カワニナ	175	トゲナシヌマエビ	18	グマガトビケラ(携巢型)	15
H22. 9. 24	カワニナ	88	トゲエラカゲロウ属(遊泳型)、トゲナシヌマエビ	11	—	—
H22. 10. 18	グマガトビケラ(携巢型)	120	カワニナ	73	トゲナシヌマエビ	44
H22. 11. 26	カワニナ	64	ミゾレヌマエビ	51	コカクツツトビケラ属(携巢型)	41

※水生昆虫においては( )内に生活形を示した。

## 7. 考 察

降水量においては、例年になく多雨傾向が続いた。4月～7月の期間は常に降雨がある状態であった。その結果、連続出水が起こったことが予想され、1つの出水のピーク後の回復を連続的に追うことが困難であった。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日間のみであり、調査の最終日において漸く出水後の傾向を追うことが出来る状態になった。

水質調査では、各水質項目は比較的安定しており、きれいな水の状態であった。出水後の水質の回復が早いことが予想された。奥間川では出水により水質が汚濁することがほとんどないと考えられる。過去の調査結果の通り、水質がきれいな状態であると考えられる。今後は、出水直後の水質調査を実施し、どの程度出水により水質に影響

がでるのかを把握する必要がある。

生物調査結果より、瀬と淵ともに仮説とほぼ一致している。ヒゲナガカワトビケラ科群集が優占する状態には達していないため、現在はまだ遷移の途中であると考えられる。出水の多かった5～6月において造網型トビケラ類が非常に少なかったことから、奥間川での調査地点においては、河床が不安定な状態にあると考えられる。川底が不安定であると、出水後に川底の礫(レキ)が移動しやすいため、底生動物が流されやすい。すなわち、出水の度に、底生動物が影響を受けてしまう可能性が高い。

淵においては、水生昆虫以外では、貝類のカワニナが優占種となることが多かった。また、トゲナシヌマエビやミゾレヌマエビなどのヌマエビ類が優占種第2～3位になることが多かった。これらが優占種となる時期は、降水量が多かった時期である。したがって、降雨後の出水によって、淵では携巢型や匍匐型などの水生昆虫が流されてし

まい、個体数が減少すると考えられ、重くて流されにくいカワニナがその場に残留して優占種となることが多いと考えられる。また、水生昆虫と比べて移動能力のあるヌマエビ類が淵へ移動してくるにより、降雨時に優占種となることがあったと考えられる。

約1週間降雨がなかった後の7月17日の調査では、造網型トビケラ類が急増していた(図6)。このことから、奥間川での底生動物相は、降雨がなければ比較的短時間で回復することが予想される。ただし、7月17日に確認された造網型トビケラ類は小型個体が非常に多かったため、世代交代の時期と重なったことが考えられる。一般的に底生動物の回復過程では、上流域からの加入と定着または、繁殖による若齢幼虫の加入の2点が考えられる。今回の7月17日においては、この2点が丁度重なった可能性がある。また、8月23日には、造網型トビケラ目は激減していた。一般的に、沖縄の水生昆虫類は春先から夏にかけて大量に羽化することが知られており、夏～秋にかけて幼虫の個体数が減少する「夏枯れ現象」が見られることがある。今回、8月に幼虫の個体数が減少したことは、降水量の影響以外に生活史上の影響を受けた可能性がある。今後は継続して調査を行い、底生動物相の遷移を追い、極相に達するかどうかを確認する必要がある。

## 8. 今後の課題

造網型トビケラ類が出水後に少なくなることから、奥間川における調査地点の河床が比較的不安定であることが考えられる。できれば、上流域に調査地点を設置して比較したい。出水により流された底生動物の避難場所が不明であり、これに関する調査研究は全国的にも報告されていない。今後は、上流から流されてきた底生動物が、流れのどの位置にとどまるのかを調べる必要がある。

また、出水の規模と回復過程の関係を明らかにしたい。8月31日には台風7号が接近し、9月4日には台風9号が接近した。これらの台風が接近した後の調査では、造網型トビケラ目が減少した。今回は、台風通過後の回復過程を調査することができ、貴重なデータが得られた。次年度以降もデータを蓄積していきたい。

また、出水後の底生生物相の回復が、上流からの加入によるものなのか、あるいは、生活史上の問題(繁殖による若齢幼虫の増加)であるのかを確認するために、生活史を浅く広く調査する必要がある。その他、沖縄本島北部の他の河川と比較し、河川別の河床の安定性を検討する必要があると考えられる。

最後に、北部ダム事務所のホームページによると、奥間川には奥間ダム建設の計画がある。現在のところ、建設時期の見通しは立っていないようだが、ダム建設計画が完全になくなった訳ではないようである。奥間川の上流域は自然豊かな場所であるが、水生生物相は明らかにされていない。ダム計画が再浮上する前に、奥間川上流域の水

生生物相を明らかにすることは、最重要課題であると考えられる。今後は、この最重要課題に取り組んでいきたい。

## 9. まとめ

- (1) 出水後、瀬では、水生昆虫は、優占グループなし→匍匐型(はい回り型)・携巢型→造網型へと遷移している。淵では、優占グループなし→携巢型→遊泳型→携巢型へと遷移している。どちらも、仮説とほぼ一致している。
- (2) 造網型トビケラ目では、体長の小さなコガタシマトビケラ属の1種やコタニガワトビケラ属の1種は、出水後の回復が比較的速いが、体長の大きなオキナワヒゲナガカワトビケラは回復が遅い。これは、大型のオキナワヒゲナガカワトビケラは大きめの石と石の間に網を張らねばならないため、小さな造網型トビケラ類と比べて、川底の石の間に住み込みにくいと考えられる。
- (3) 奥間川の調査地点は、川底が不安定であり、出水後は底生動物が流されやすい。

## 10. 参考文献(著者名50音順)

- 東清二、2002. 増補改訂 琉球列島産昆虫目録. 沖縄生物学会.
- 大串龍一、2004. 水生昆虫の世界 淡水と陸上をつなぐ生命. 東海大学出版会.
- 岡内完治、2002. 新版 だれでもできるバックテストで環境しらべ. 合同出版.
- 沖縄県文化環境部、2005. 川の生きものを調べよう 一水生生物による水質の調査法一.
- 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.
- 河合偵治・谷田一三、2005. 日本産水生昆虫 科・属・種への検索. 東海大学出版会.
- 川那部浩哉・水野信彦、2001. 改訂版 日本の淡水魚. 山と溪谷社.
- 刈田敏、2002. 水生昆虫ファイルⅠ. つり人社.
- 刈田敏、2003. 水生昆虫ファイルⅡ. つり人社.
- 刈田敏、2003. 水生生物ハンドブック. 文一総合出版.
- 幸地良仁、1992. おきなわの川. 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.
- 谷幸三、1995. 水生昆虫の観察—安全できれいな水をめざして—. トンボ出版.
- 谷田一三、2000. 原色 川虫図鑑. 全国農村教育協会.
- 津田松苗、1962. 水生昆虫学. 北隆館.
- 西島信昇、2003. 琉球列島の陸水生生物. 東海大学出版会.

増田修・内山りゅう、2004. ピーシーズ生態写真図鑑シリーズ2. 日本産淡水貝類図鑑② 汽水域を含む全国の淡水貝類. 株式会社ピーシーズ.  
水野信彦・御勢久右衛門、1993. 河川の生態学 補訂版. 築

地書館.  
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

### 奥間川における水生生物調査 II ～出水後の水生生物相の回復過程について～

目的が明確で視点も適切であること、過去の研究者の文献をもとに仮説を設定している点などが研究論文として引き締まってわかりやすいものになっています。

また、一見、見落としがちな水の流れと生き物との関係について着眼して研究を進めたこと、結果や考察を述べる際に、調べたデータや不足部分について気象庁のデータも引用しながらデータをもとに述べている点などが科学的態度として評価できます。

「仮説の設定」の文章中には瀬と淵の簡単な説明(どちらが緩やかか)などを入れておくと、読み手にとって理解しやすいでしょう。

水質調査と水生生物調査との関連については具体的に述べている箇所がみあたらないので、どのように関連づけて考察すべきか今後検討を要するでしょう。

例えば、生物相の変化を起こす要因として、ここでは出水に着眼して研究を進めていますので、それ以外の環境要因はすべて良好であったという証明に用いることも出来るでしょう。



## EARTHWORM ENVIRONMENTS ミミズの生息環境

Lester Middle School 8 G Rebecca Green

レスター ミドル スクール 中2 レベッカ グリーン

生物部門

### Introduction:

“It may be doubted whether there are many other animals which have played so important a part in the history of the world, as have these lowly organized creatures.” — Charles Darwin.

Earthworms are found all over the world. They are a life form critical in agriculture and the health of plants. My dad originally inspired me to investigate earthworms. He had been reading a book by Charles Darwin about earthworms and was telling me about it. I had thought that earthworms were gross, but after he showed me their castings and told me what they did I thought they were interesting. My dad read to me a passage from Charles Darwin’s book that talked about someone’s experiment with earthworms. It mentioned the earthworms being put into a pot full of sand. I knew earthworms did not usually live in sand, and it got me wondering:

1. Does the environment of an earthworm affect its lifespan?
2. Does the earthworm prefer a certain environment?

### Hypothesis:

#### Part 1:

If earthworms are placed in three different living environments — their home soil, potting soil, and sand — then the ones placed in the home soil and potting soil will live, while the earthworms in the sand will not have enough nutrients and die.

#### Part 2:

If earthworms are given a choice between

three different living environments their home soil, potting soil, and sand — then the worms will prefer to live mostly in their home soil.

### Research:

Earthworms are shy, soft-bodied invertebrates that have no arms, legs, or eyes, and are completely deaf (Darwin, 1881). These creatures are extremely sensitive to both temperature and vibrations, but have a weak sense of smell, taste, and are not very intelligent (Darwin, 1881). Earthworms live and burrow in soil and can be found throughout the world in Europe, Asia, and North America, but cannot live where there are deserts or snow (National Geographic, 2010). Earthworms do not have lungs, so instead the worms get oxygen through their skin; but in order to do this, the worms’ skin must be moist at all times. If not, the worm will suffocate and die (Professors House, 2007). Salt is poisonous to earthworms (Hub Pages, 2010). When consumed the salt sucks up the fresh water in the worm, drying it out and killing it (Hub Pages, 2010). Salt levels are very important in the earthworm’s environment. The soil the earthworms live in meets the worms’ needs. Underneath the ground, it is cool, moist, and full of food for the worms.

Earthworms eat mostly organic materials that are found while burrowing (Professors House, 2007). These animals will consume almost anything. This may include: fruits, vegetables, plant remains, raw dirt, manure, and almost any decaying waste

product (“Raising Earthworms Successfully”, 2003).

**Materials:**

Part 1:

- Powdered mustard seed
- Kitchen scale
- Six pots – (Diameter: 28 cm., 22cm. Depth: 26cm)
- Two bags of potted plant soil
- Beach sand (enough to fill two pots)
- Shovel
- Dirt from the ground – Home soil (enough to fill two pots)
- Plant screen (to cover the bottom of pots)
- Six pairs of pantyhose
- 18 earthworms (0.5 grams)
- Food (any kind) – a pinch

Part 2 (additional):

- Cardboard “pie”(three slices) – Diameter: 2 feet,
- Plastic cups
- Tin foil

**Procedures:**

Part 1

Day 1:

1. Pour the sand, potting soil, and home soil, into two pots each and label them all Pots 1,2,3,4,5, and 6.
2. Weigh and gather 18 worms with similar weights.
3. Place 3 worms in each of the pots.
4. Water all of the pots.
5. Put some kind of food in the pots.
6. Cover the pots with pantyhose when finished.

Days 2-35:

1. Water all of the pots.
2. Take out the old food in each pot.
3. Place new food in each pot.
4. Cover the pots with pantyhose.
5. Record any observations.

Part 2:

1. Fill one section of the “pie” container with sand, one section with potting soil, and one section with home soil.
2. Take nine earthworms and put them into nine numbered plastic cups with tin foil on the top. Make sure to add some water to the cup (but don’t cover the entire worm with water).
3. One at a time, place each of the worms in the

middle of the “pie” container facing the sand. Record what the worm chose, how the worm chose it (for example, burrowing) and how long it took for them to choose it.

4. Repeat step 3, but place the worm so that it is facing the potting soil instead.
5. Repeat step 3, but place the worm so that it is facing the home soil instead.

Lifespan of Earthworms			
Pot#	Soil Type	Worm	# of Days lived
1	Sand	1	35 out of 35
		2	35 out of 35
		3	13 out of 35
2	Sand	1	35 out of 35
		2	35 out of 35
		3	35 out of 35
3	Potting Soil	1	> 19 hours
		2	> 19 hours
		3	> 19 hours
4	Potting Soil	1	> 19 hours
		2	> 19 hours
		3	> 19 hours
5	Home Soil	1	35 out of 35
		2	35 out of 35
		3	35 out of 35
6	Home Soil	1	35 out of 35
		2	35 out of 35
		3	35 out of 35
			**Two baby worms found

**Data Tables:**

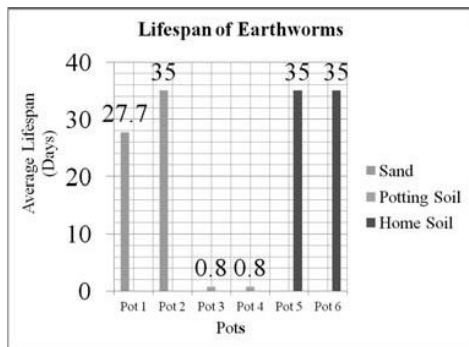
Part 1:

Part 2:

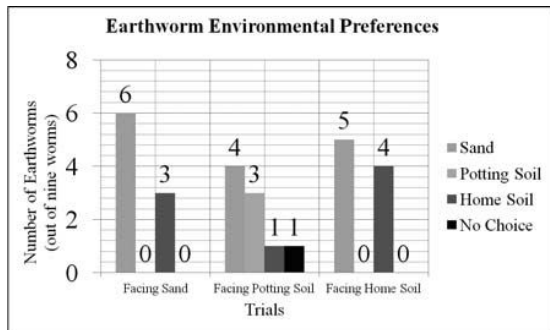
Environmental Preferences				
Trials	Environments			
	Sand	Potting Soil	Home Soil	No Choice
Facing Sand	6 out of 9	0 out of 9	3 out of 9	0 out of 9
Facing Potting Soil	4 out of 9	3 out of 9	1 out of 9	1 out of 9
Facing Home Soil	5 out of 9	0 out of 9	4 out of 9	0 out of 9
Totals Observed	15	3	8	1
Totals Expected	9	9	9	0

**Graphs:**

Part 1:



Part 2:



**Analysis:**

Part 1:

In this part of the experiment, it was showing what affects different environments have on the life of earthworms. It was found that the earthworms die almost immediately in potting soil. All six of the earthworms in the potting soil pots were found dead less than 19 hours after the placement. It was also found that the earthworms (with the exception of one killed by ants) were able to live for more than 35 days in the sand, along with the worms' home soil. However, it was observed that when the worms were removed after 35 days, the length of the sand earthworms was considerably less than the ones in the home soil. Several baby worms that were not originally part of the experiment were seen in the home soil too. No baby worms were seen in the sand.

Part 2:

This part of the experiment was investigating earthworm environmental preferences. There were significant differences in preferences. It was expected (if there were no preferences) that

there would be nine selections for each environment. Instead, the earthworms showed that they preferred sand 15 times, home soil 8 times, and potting soil only 3 times. There was also one worm with no preference. It was observed that when the worms entered the potting soil, they became slower in movement, and some lay motionless altogether. It was thought that one of the worms was dead. It was also noted that in the potting soil the earthworms would turn to enter the sand, in the sand the earthworms would usually move in a straight line to the edge of the section, and in the home soil the worms would start burrowing immediately.

**Conclusion:**

Part 1:

This experiment was about discovering the effects of three different living environments (independent variable) on the lifespan of earthworms (dependent variable). The first hypothesis, that if earthworms are placed in three different living environments - their home soil, potting soil, and sand - then the ones placed in the home soil and potting soil will live, while the earthworms in the sand will not have enough nutrients and die, was proven partly wrong because it was found that after thirty-five days in a pot, the worms in the sand were capable of living there. These worms, however, did not thrive like the ones in the home soil (control). When dug up, the earthworms in the home soil were several times bigger than the worms in the sand. New-born worms were also found in the home soil, but not in the sand. This showed that the home soil was a better environment for the earthworms. All of the worms in the potting soil died within nineteen hours of being placed in the pots. Potting soil is clearly not a suitable place for earthworms to live.

There were several setbacks during this experiment, one of which was an ant infestation, in which the ants were able to kill an earthworm. The problem was solved, though, by taking the ants and the dead worm out of the pot. Another setback was when after a couple of weeks it was discovered that the earthworms were unable to make humus and much of the experiment needed to be changed. In the future, it would be better to start the experiment earlier.

Part 2:

This second part experiment was about

investigating Earthworm Environmental Preferences. In this experiment, there was a problem with the potting soil. The worms, once having been in the soil, looked extremely tired and/or sick. In the future, the earthworms should be placed facing the home soil first.

The worms were tested to see if they had a certain environmental preference by giving them a choice between three different living environments (independent). The number of times a worm chose an area was counted (dependent). The second hypothesis was partially correct. The results showed the worms did in fact have a preference and that they knew what they were doing. Only three worms out of the entire experiment chose the potting soil section, which from the first experiment, was shown to be deadly. In addition, two of these worms started to go to the sand but became too sick by the potting soil to move. But, it had been assumed that the home

soil (control) would've been chosen more than the sand. Nevertheless, the worms recognized both the sand and the home soil as places where the specimen could live.



## 概要 ミミズの生息環境

### 1. 目的

父がミミズに関する本を読んでいて、読んだ一節を教えてくださいました。ヘンセンという男性が行った実験で、ミミズを2匹砂の入った鉢に入れたと言うものです。ミミズが普段砂に生息しないことは知っていたので2つの疑問が浮かびました。

ミミズが生息する環境は、寿命に影響を及ぼすのか？

ミミズが好む生息環境はあるのか？

### 2. 手順

最初の実験では、ミミズを18匹集め6個の鉢に3匹ずつ入れました。2つの鉢には砂を入れ、2つの鉢には生息していた場所の土を入れ、2つの鉢には植木用の土を入れました。35日間鉢の中で飼い、ミミズの寿命を記録しました。2回目の実験では、9匹のミミズを3つの異なる環境に分けてある容器に入れました。ミミズは生息したい環境を選んで移動できるようにしました。

### 3. 結果

最初の実験では、砂と生息していた場所の土に入れたミミズのほとんどは35日間生き延びました。しかし、植木用の土に入れたミミズは、鉢に入れた19時間後に死にました。2回目の実験では、ミミズは(3回行ったうち)15匹は砂、3匹は植木の土、8匹は生息していた場所の土を選び、1匹は土を選びませんでした。

### 4. 考察

最初の実験で、ミミズは砂に生息することが可能だという事が分かりました。しかし生息していた場所の土ほど良く生育はしませんでした。また、植木用の土はミミズにとって毒であることも分かりました。土の中にもぐって数時間で死んでしまいました。2回目の実験で、ミミズが好む場所があるということも判りました。植木用の土は彼らにとって悪いものであると教えようとしてくれて、もぐることを避けていました。代わりに、砂か生息していた場所の土を選びました。