

## 8 ベッコウトンボの減少に関わる生物的要因

### 1. はじめに

私たち磐田南高等学校生物部は、磐田市の桶ヶ谷沼において平成11年のアメリカザリガニ大量発生の後激減したベッコウトンボを絶滅させまいと、保護と増殖に関する研究を行ってきた。昨年は、キイトトンボのヤゴがベッコウトンボのヤゴを捕食してしまっていることが、飼育容器から発生するベッコウトンボの個体数減少の1つの原因になっていると推測して、キイトトンボのヤゴの食性を調べた。今年度はキイトトンボの生態を把握しようと考え、採卵してそのヤゴを飼育し、観察記録を継続的に行った。また、絶滅危惧Ⅱ類に指定されている、ベニイトトンボも飼育容器周辺には比較的普通に見られることから、なぜこの種の絶滅が心配されているのか疑問に思い、同時に飼育することにした。

### 2. 材料と方法

#### (1) 材料

飼育昆虫：キイトトンボ (*Ceriagrion melanurum*) ベニイトトンボ (*Ceriagrion nipponicum*)  
使用した水草：マツモ (*Ceratophyllum demersum*) キクモ (*Limnophila sessiliflora*) オオカナダモ (*Egeria densa*) 飼育に使用した水：ミネラルウォーター (サントリー 天然水 南アルプス) 沼の水 (桶ヶ谷沼の入り江付近で採水し、ろ紙でろ過した水)

#### (2) 実験方法

##### ア キイトトンボの産卵実験

キイトトンボは産卵管をろ紙とろ紙の間に差し込んで卵を産むため、ろ紙を二重にシャーレ内に敷くことにした。その後ろ紙を水で湿らせ捕獲してきたメスを1匹ずつ閉じ込めて、産卵するのを待つ。ろ紙を湿らせる水は、桶ヶ谷沼の水をろ紙でろ過したものか、市販のミネラルウォーターのどちらを利用するかで、2種類に分類し、それぞれ実験区画を3つずつ用意した。これらに沼の水1, 2, 3及び天然水1, 2, 3と名前をつけた。二重にしたろ紙の間を調べ、産卵が確認されたら卵の数を数えて記録する。これを産卵数とする。シャーレ内に敷いたろ紙が乾燥してしまわないように、湿り気を確認しながら水を足していった。

##### イ キイトトンボの飼育実験

アの実験で産卵された卵から孵化したヤゴを使用した。実験では以下の表1のように3種類に環境を変えたガラス製の丸型水槽を使用した。容器①と容器②に入れた土は、学校の敷地内で採取したものである。また容器①のミネラルウォーター、容器②の沼の水は実験アで使用したものと同一である。容器①～③に入れた水草はキクモ、オオカナダモ、マツモの3種類を適当に混ぜてあり、その量はどの容器もほぼ同じにしてある。ヤゴは実験アで採卵した卵が孵化して1～3日以内のものを入れた。そしてヤゴを入れてからしばらく水を足しつつ放置した。30日経つごとに中のヤゴの生存数を確認した。

表1 キイトトンボの生育実験の方法

	水	土	水草	入れたヤゴ
容器①	ミネラルウォーター	+	+	ミネラルウォーター内で孵化したヤゴ30匹
容器②	沼の水	+	+	沼の水内で孵化したヤゴ30匹
容器③	沼の水	-	+	沼の水内で孵化したヤゴ30匹

※ +は「入れた」、-は「入れなかった」を表す

#### ウ ベニイトトンボの産卵実験

##### ① ろ紙の実験

平成21年6月19日から4回、計13匹のベニイトトンボを桶ヶ谷沼の飼育容器周辺で捕獲し、実験アの実験区1～3の環境と同様の条件で、ベニイトトンボの産卵実験を行った。しかし、いずれも産卵は全く確認できなかった。

##### ② 水草の実験

平成21年9月6日に桶ヶ谷沼の飼育容器周辺で交尾していたベニイトトンボの成虫をつがいで捕獲して、オスの方は逃がしてメス6頭を三角紙にしまって学校へ持ち帰った。そして以下のように6種類の実験区を用意した(表2)。

表2 ベニイトトンボの産卵環境

実験区	水の種類	水草の種類
1	ミネラルウォーター	マツモ
2	ミネラルウォーター	オオカナダモ
3	ミネラルウォーター	キクモ
4	沼の水	マツモ
5	沼の水	オオカナダモ
6	沼の水	キクモ

水草はどの容器にもほぼ同量になるように入れ、シャーレ内には浅く水を張った。成虫は溺れてしまわないように水草に止まらせた。そして毎日成虫を容器から一旦出し、水草をシャーレ内の水で洗って卵と孵化したヤゴを探し、その数をカウントした。その他の実験条件は実験アと同様である。

#### エ 水草の茎の構造の観察実験

実験ウにおいてベニイトトンボはキクモにのみ産卵した。この結果より私たちは、使用した水草の構造がベニイトトンボの産卵に影響を与えるのではないかと考えた。そこで、使用したオオカナダモ、キクモ、マツモの違いを調べることにした。次に茎をかみそりで水平、垂直に切断しそれぞれ顕微鏡で観察しスケッチを行った。

#### オ 水質調査について

アの実験より、沼の水を使った時とミネラルウォーターを使った時で産卵数が違う原因はその水質に差があるからだと考えた。そこで沼の水質調査のデータを磐田市役所環境保全課から頂いて、ミネラルウォーターのペットボトルに書いてある成分と比較した。

### 3. 結果

#### (1) キイトトンボの産卵実験について

表3に示すようにミネラルウォーターを入れたシャーレからは3つのうち2つのシャーレから、それぞれ82個、160個の産卵が確認された。一方、沼の水を入れたシャーレでは3つのうち1つのシャーレにしか産卵が確認されず、その数は52個だった。

表3 キイトトンボの産卵数

使用した水	産卵数
ミネラルウォーター 1 匹目	82
ミネラルウォーター 2 匹目	0
ミネラルウォーター 3 匹目	160
沼の水 1 匹目	0
沼の水 2 匹目	0
沼の水 3 匹目	52

(2) キイトトンボのヤゴの飼育実験について

沼の水と土を入れた容器からは1ヶ月後に12匹のヤゴの生存が確認され、2ヶ月後には7匹のヤゴが確認された。一方ミネラルウォーターと土を入れた容器からは7匹の生存が確認され、2ヶ月後に7匹のヤゴの生存が確認された(表4)。土を入れずに実験を行った比較用の容器③には生存しているヤゴはいなかった。また、沼の水と土を入れた容器にはカイミジンコと思われる微生物が数匹確認できた。

表4 キイトトンボの生存数

容器名	最初の個体数	1ヶ月後の個体数	2ヶ月後の個体数
容器①	30	7	7
容器②	30	12	7
容器③	30	0	0

(3) ベニイトトンボのヤゴの飼育実験

ア 水草の実験

6つの容器のうちヤゴの孵化が見られたのはキクモ/ミネラルウォーターの容器とキクモ/沼の水の容器だけだった。数はどちらも13匹であった(表5)。つまり、使う水には関係なく、キクモを入れたシャーレにのみ、産卵が確認された。

表5 ベニイトトンボの産卵数

実験区	使用した水及び水草	産卵数
1	ミネラルウォーター キクモ	13
2	ミネラルウォーター マツモ	0
3	ミネラルウォーター オオカナダモ	0
4	沼の水 キクモ	13
5	沼の水 マツモ	0
6	沼の水 オオカナダモ	0

(4) 水草の茎の観察実験について

水草の茎の切片を顕微鏡で観察して以下のようなスケッチを得た(図1)。

図1-1 マツモのスケッチ(左:水平断面 右:垂直断面)



図1-2 オオカナダモのスケッチ（左：水平断面 右：垂直断面）

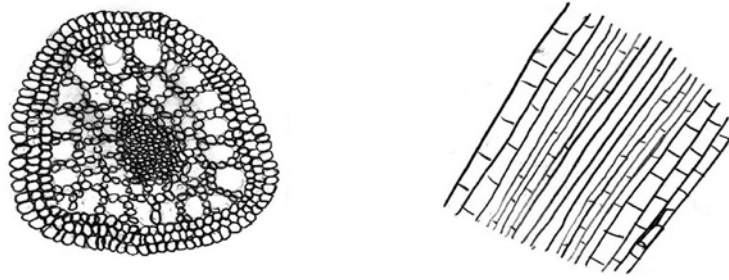
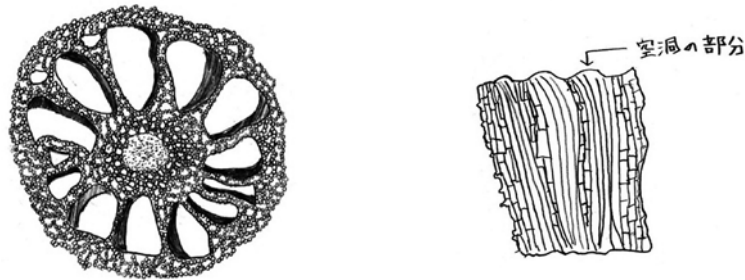


図1-3 キクモのスケッチ（左：水平断面 右：垂直断面）



#### 4. 考察

##### (1) キイトンボの実験を通して

##### ア 水質と産卵の関係について

私たちは、沼の水を使った容器の方が、シャーレ内部の環境がキイトンボの生活している沼の環境に近いと予想した。しかし結果は、予想に反してミネラルウォーターを使用したシャーレの方が産卵数は多かった。その理由は、衛生環境が悪かったからであろう。沼の水の中にはミネラルウォーターのシャーレでは発生しなかった小さな虫やカビが発生していた。これが成虫の寿命を縮めてしまい、結果的に産卵数を減らしてしまったのだろう。また産卵された卵の中には孵化しないものもあった。その原因はろ紙と、卵自体に発生していたカビだと思われる。キイトンボからより多く採卵するためには、シャーレ内部を清潔に保つために水をこまめに替えて、カビの生えたる紙の部分を取り取っていく必要があると思う。しかし、すでに孵化しているヤゴをシャーレ内に残したまま水を変えるのは非常に難しく、その方法をよく検討しなければならない。

ミネラルウォーターと沼の水の実験を行って1ヶ月後に行ったヤゴの生存数の確認では予想通り沼の水のほうが多かった。しかし、それから1ヶ月後の計測結果は予想と反していた。結論を出すにはデータ数が少ないので、継続して実験を複数回行わなければならない。そのためには効率よく孵化させなければならないので、産卵に適した環境を見つけ出す必要がある。

##### イ 採卵方法について

卵を採取する方法には改善の余地がある。今回の方法では容器内に水分がこもってしまって成虫が早く死んでしまう。産卵後のトンボもできるだけ死なせないように捕獲前に近い状態で逃がしたい。そのためにはシャーレよりも風通しの良い容器、例えば虫籠などを使って実験すべきだ。この方法で産卵させれば、考察アで述べたカビの対策にもなるだろう。

##### ウ 土と水について

キイトンボのヤゴを飼育する上で、土は重要な役割を果たしているようだ。土を入れなかった実験イの容器③ではヤゴが全滅してしまっている。この理由として無機塩類の濃度について容器②の方が入っていない容器③より高かったことが考えられる。また、容器内にはヤゴ以外の微

生物がたくさん発生していた。これは土のない容器では発生していなかったもので、土の中に含まれていた休眠卵・シスト等によって発生したと考えられる。

土の中の栄養塩類が水中に溶け出すことで植物プランクトンが繁殖しやすくなり、食物連鎖に関わる生物も増えてヤゴの成長を促したと考えられる。

沼の水とミネラルウォーターの水質のはっきりとした差は見られなかった。しかし、沼の水の方だけに藻が発生していた。これは沼の水をろ過した際に取り除くことのできなかった緑藻類の遊走子や接合子のためであると考えられる。「水生生態系の実際」というHPによると、ある程度の藻がある方がヤゴが成長すると書いてあった。私たちの結果では1ヶ月後には沼の水を使用した容器の方がヤゴの生存確率が高かった(表4)。しかし、2ヶ月後には同じになっていた。結論を出すには、より多くのヤゴを使ってデータをとる必要がある。

## (2) ベニイトンボの産卵条件について

今回の実験のような方法でキイトンボの産卵とヤゴの確保をすることができた。ベニイトンボはろ紙に産卵せず、ヤゴもほとんど確保できなかった。そこで、どうしたらベニイトが産卵するかいくつか考えてみた。

### ア キイトンボとベニイトンボの産卵の対比

今回、ベニイトンボではキクモを敷き詰めたシャーレだけから産卵が確認された。キクモをマツモやオオカナダモと比較すると、キクモの方が柔らかかった。そこでキクモの構造を顕微鏡で調べてみた(図1)。するとキクモは、茎にいくつかの空洞がある構造になっていた。オオカナダモにも空洞が見られたがキクモの空洞よりも小さく、細胞が密集していた。このことが、ベニイトンボの産卵に影響しているのではないかと思われる。ベニイトンボは、組織が柔らかく、空洞が多いためキクモなら産卵できるが、ろ紙やマツモなどの水草は硬すぎたため、産卵管を通すことができなかったと推測できる。

### イ 産卵する環境について

『水生生態系の実際』というHPによると、ベニイトンボの安定した飼育には大きな空間は必要なく、水量の安定と適度な開放水面が必要であるらしい。今後は水草の量を変えて、水草が水面を覆っている面積での実験比較も行いたい。

## 引用・参考文献

日本産トンボ幼虫・成虫検索図説 石田昇三・石田勝義・小島圭三・杉村光俊  
東海大学出版会 1993年

日本水草図鑑 角野康郎 文一総合出版 1994年 P145

日本淡水プランクトン図鑑 水野嘉彦 保育社 1977年 P71～87

日本プランクトン図鑑 山路勇 保育社 1972年

トンボのすべて 井上清・谷幸三 トンボ出版 2000年

新しい教材生物の研究 山田卓三・山極隆 講談社 1979年

静岡県学生科学賞入選論文 2007年 『絶滅危惧種ベッコウトンボの自然誘致と増殖 第2報』

；磐田南高校生物部桶ヶ谷沼班 渡辺良太ほか

日本学生科学賞入選論文 2008年 『桶ヶ谷沼における絶滅危惧種ベッコウトンボの保護及び自然誘致に関する研究』；磐田南高校生物部桶ヶ谷沼班 水野秀俊ほか

## 参考ホームページ

水生生態系の実際 Vol.2

[http://home.catv.ne.jp/dd/jai/lecture/w\\_ecosystem\\_2.html](http://home.catv.ne.jp/dd/jai/lecture/w_ecosystem_2.html)