

あいぞめの研究 酵素の働きを調べよう

浜松市立初生小学校

5年 寺田 環

1 研究の動機

3年生の時、友達からもらったタデアイの種を家の庭で育て始めた。本であいぞめについて調べたり、あいぞめ体験に参加したりして、繊維の種類によってそまり方が違うことや、そめる液が緑色なのに青くそまる不思議さに興味を持った。4年生からは、あいぞめと相性の良いきぬをつくるため、カイコを飼い始めた。タデアイの葉にはインディカンという物質とそれを分解する酵素がふくまれている。生葉汁を作るとインディカンと酵素が混ざり合い、インドキシルという物質に変化する。インドキシルを繊維にしみこませた後に風(空気)に当てると、インドキシルが酸化して青くて水に溶けないインディゴに変化する。このように、あいぞめには酵素の働きがとても大切だということを本で知り、酵素の性質を調べてみようと思った。

2 実験方法

(1) 3年次

- ア 繊維の種類(木綿、麻、羊毛、化学繊維など)で生葉ぞめのそまり方の違いを調べる。
- イ 繊維をあらかじめ牛乳につけておいた場合の、生葉ぞめのそまり方の違いを調べる。

(2) 4年次

- ア カイコを育てて、そめるための真綿(きぬ)を作る。
- イ 真綿を作るときに水酸化カルシウムを使った場合の違いを調べる。
- ウ タデアイ中の酵素を殺すため、電子レンジで加熱してからしぼった汁(液A)で真綿をそめる。
- エ 生葉汁中のインドキシルを酸化させるため、1時間送気をつけた生葉汁(液B)で真綿をそめる。
- オ 液Aと液Bとを混ぜたもので真綿をそめる。
- カ 液Aとブドウの葉のしぼり汁とを混ぜたもので真綿をそめる。

(3) 5年次

- ア 前の年にとったカイコの卵からカイコを育てて真綿を作る。
- イ 別種のカイコ(たまこいし)を2れいから育て、「ア」のカイコとの違いを調べる。
- ウ 液Aと液Bとを混ぜる時の温度をいろいろに変えて、そまり方の違いを調べる。
- エ クチナシとあいを重ねぞめした時のそまり方を調べる。

3 結果

(1) 3年次

- ア 木綿、羊毛、麻、アクリル繊維、ポリプロピレン繊維の中では、羊毛が特別に良くそまった。
- イ あらかじめ牛乳にひたすと、羊毛以外の繊維は、より濃くそまるようになった。

(2) 4年次

- ア カイコの5れい幼虫10匹を育て、まゆが10個とれた。また、さなぎ10匹からオス1匹、メス8匹を羽化させた。さらに交尾させて受精卵を産卵させた。(図1) まゆ1個あたりの重さは平均6g、ゆでて真綿にすると1g軽くなり、5gとなった。
- イ 水酸化カルシウムを使うと、より早くまゆが柔らかくなった。また、そめた結果は水酸化カルシウムを使って作った真綿の方が濃くそまっ



図1 カイコの産卵

た。

ウ 液A では真綿はそまらなかった。

エ 液B でも真綿はそまらなかった。

オ 液A と液B を混ぜると、真綿は良くそまった。

カ 液A にブドウの葉のしぼり汁を入れても真綿は染まらなかった。

(3) 5年次

ア ふ化して5れいまで育ったのが5匹、まゆになったものが4匹、成虫になったものは3匹だった。

イ たまこいしのまゆは合計86個の得られた。(図2)

「ア」のカイコのまゆは平均で大きさ39mm/重さ

0.6g で卵型をしていたが、

たまこいしのまゆは平均

31.8mm/0.16g とずいぶん小

さく、形もピーナッツ型をしていた。(図3、図4)

3)

ウ 40℃の時が一番濃くそまった。それ以外の温度では青色がうすくなった。また、

60℃付近から青味がなくなり、80度ではうすい灰色になった。(図5)

エ 重ねぞめで緑色にそまった。クチナシぞめの後にあいぞめをしたものは、逆の順序の時よりも濃い

緑色にそまった。

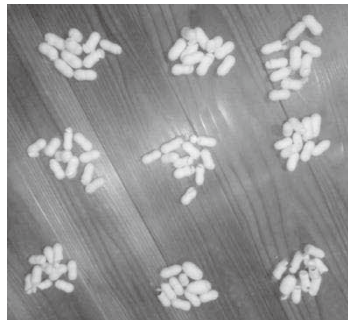


図2 たまこいしのまゆ

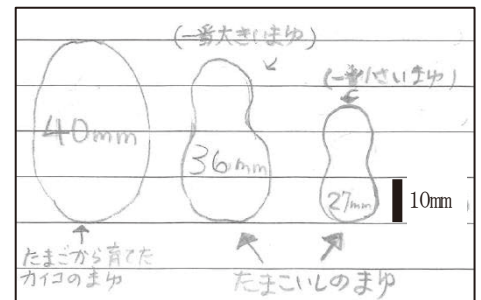


図3 まゆの大きさ比較

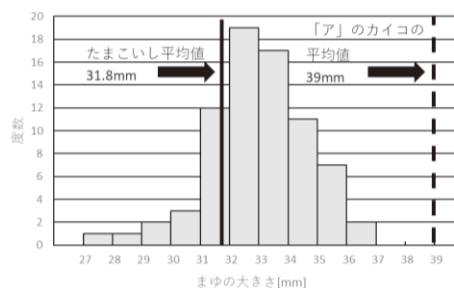


図4 たまこいしのまゆの大きさ分布

条件	あいぞめ結果
染色前	白
普通の生葉ぞめ	濃い青色
0℃	うすい青色
20℃	青色
40℃	濃い青色
50℃	青色
60℃	うすい青色
80℃	うすい灰色

図5 温度条件と色の関係

4 考察

(1) 3年次

ア 動物性の繊維にはインドキシルと強く結びつく力があるのではないかな。

イ 牛乳につけたことでインドキシルを結びつける力が強くなったのだと思う。動物性繊維にも牛乳にもタンパク質がふくまれているので、あいぞめのそまりやすさにはタンパク質が関係していると思う。

(2) 4年次

ア 真綿がまゆより軽くなったのは、ゆでている時にのりのようなものが水にとけ出したからだと思われる。これがセリシンかもしれない。

イ 水酸化カルシウムはセリシンをとくす力強いと思われる。セリシンが良くとけたことで、きぬの繊維が良くそまるようになったと思う。

ウ 液A には酵素がないのでインディカンがインドキシルになれず、青くそまらなかったと思われる。

エ 液B は生葉汁の中のインドキシルが水に溶けないインディゴに変化したことできぬの繊維にしみこまなくなったからと思われる。

オ 液B には酵素がまだ残っているため、これを「酵素を殺した液」にまぜると、ふつうの生葉ぞめと同じようにそまったと考えられる。

カ ブドウの葉の中にインディカンを分解できる酵素は入っていないと思われる。

(3) 5年次

ア 数百の卵からわずか3匹しか成虫になれなかった。卵の保管状態が良くなかったかもしれない。ふ化した時にタイミングよくエサをあげられなかったことも原因だったと思う。

イ カイコのまゆは品種によって大きさも形も異なることが分かった。より多くのきぬ糸を採取するために改良されてきた結果と思われる。

ウ 40℃が酵素の働きが一番活発だと思われる。60℃ぐらいになると酵素が死んでしまったと思われる。温度を下げたら生き返るのかは分かっていない。

20℃以下の条件で色がうすくなったが、この原因は以下のようにいろいろ考えられる。

- ① 酵素が低温で死んでしまった。
- ② 酵素が低温で働きにくくなった。
- ③ 実験が長時間かかってしまったため、途中で液の条件が変化した。

この③の可能性を確認するため、液A、液Bをさらに半日放置したものを30℃の条件で実験したところ、染色結果はうすい青緑色になった。半日放置した液Aは明らかに変色していて濃い青緑になっていた。このことから、液Aを長時間放置するとインディカンがインドキシルになり、さらにインディゴになってしまうことで、染まり方が弱くなってしまうと思われる。

エ クチナシぞめの黄色とあいぞめの青色で緑色になった。絵の具を混ぜる時と同じような関係になっている。そめる順番で色合いが変わったが、後でそめた色が上に乗るからなのか、あいぞめの汁の条件が違うだけなのかは分からなかった。

5 感想／今後の計画

緑の汁で青くそまることやカイコがクワしか食べないこと、さらに、そんなカイコがまゆを作り、きれいなきぬ糸を作れることなど、びっくりすることばかりだった。最初は、あいぞめがどういう仕組みなのか知らなかったが、調べていくうちに「アイの葉の中のインディカンが酵素の働きでインドキシルになって繊維にしみこんでいく、しみこんだ後に空気にあてるとインドキシルが酸化されて水に溶けないインディゴに変化する」という仕組みを理解することができた。

3年間にわたってあいぞめやカイコの研究をしてきたが、まだまだ分からないことが多い。

- ・高い温度で酵素は死んでしまうのか、それとも働きが弱くなっただけなのか。
- ・低い温度でも酵素が死んでしまうことがあるのか。
- ・ブドウの葉の汁ではインディカンは分解されなかった。他にインディカンを分解できる酵素をふくむ植物はないのか。
- ・カイコのふ化率がとても低かった。もっと多くの卵をかえすにはどうすればよいのか。
- ・カイコのまぶしの大きさや形と、まゆを作る姿勢の間にはどんな関係があるのか。

今後は、このようなことを調べていきたい。

6 参考文献

- | | |
|---------------------------------|--------------------|
| (1) つくってあそぼう 26 藍染の絵本 | 農文協、山崎和樹 編、城芽ハヤト 絵 |
| (2) NHK やってみようなんでも実験 5 草木染めに挑戦！ | 理論社、盛口襄 監修 |
| (3) 新レインボー 小学国語辞典 | 学研、金田一春彦／金田一秀穂 監修 |
| (4) 大研究 カイコ図鑑 | 国土社、横山岳 監修 |
| (5) ぜんぶわかる！カイコ（しぜんのひみつ写真館） | ポプラ社、新開孝 著、伴野豊 監修 |
| (6) カイコ—まゆからまゆまで（科学のアルバム） | あかね書房、岸田功 著 |
| (7) そだててあそぼう 19 カイコの絵本 | 農文協、木内信 編、本くに子 絵 |
| (8) 花・木の実・藍・野菜・葉っぱのかんたん染めもの | 偕成社、春田香歩 著 |