

# アオムシコマユバチに寄生された モンシロチョウ幼虫の教材としての活用法

中松 豊・澤 友美  
成川 沙紀・森下 恵

## 緒 言

小学校3年生の理科では「昆虫を育てよう」という単元でモンシロチョウ *Pieris rapae* を材料として使用する。多くの小学校では畑のキャベツから、それを寄主植物とするモンシロチョウの幼虫を採集し教室にて飼育するが、かなり高い確率でアオムシコマユバチ *Cotesia glomeratus* に寄生されている（足達ら, 2008）。寄生されたモンシロチョウ幼虫は蛹化や羽化ができないため、教科書に記載されているような正常な成長・発育を観察することができない。

このような状況に陥ったとき教師も児童も落胆して観察をやめてしまうケースが多いが、逆に寄生蜂に寄生された寄主幼虫を材料として、寄生蜂の生活や寄生のしくみを学ばせれば、地域の生態系もしくは生物の多様性を詳しく理解させる良い機会になると考えられる。

アオムシコマユバチは寄主幼虫の内部に20~30個の卵を産み付ける内部捕食性多寄生蜂である（Sato, 1980）。また、産卵する卵の数によって寄主の成長・発育を制御することが知られている（佐藤, 1975, Sato et al., 1986）。

今回の実験ではアオムシコマユバチを供試する上でモンシロチョウを飼育しなければならないが、モンシロチョウ幼虫には生のキャベツの葉、もしくはキャベツやクロレラの乾燥粉末を多く使用した人工飼料を与えなければならない（佐藤, 1974）。キャベツの生葉は腐敗しやすく病気も発生しやすい。また、人工飼料は高価かつ手間がかかるため、真夏や真冬などの野外虫の発生しない時期には実験材料として供試することが難しい。

アワヨトウ *Mythimna separata* に寄生するカリヤサムライコマユバチ *Cotesia kariyai* は内部捕食性の多寄生蜂で、寄主の2齢から6齢に寄生し、30から100個の卵を産む (Tanaka et al., 1992)。また、寄主の体内に生息するカリヤサムライコマユバチの幼虫数によって、寄主の成長・発育に影響を及ぼすこともわかっている (Nakamatsu et al., 2001)。寄主アワヨトウは市販の人工飼料で1年を通して容易に飼育することが可能であることから、今回はアオムシコマユバチーモンシロチョウ系と同様の寄生様式を持っているカリヤサムライコマユバチーアワヨトウ系を使って、①カリヤサムライコマユバチ成虫の産卵行動、②アワヨトウ幼虫の体のしくみ、③寄生しているカリヤサムライコマユバチの幼虫の数、④カリヤサムライコマユバチ幼虫が捕食するアワヨトウ幼虫の内部組織などの簡易観察実験を行った。なお、今回の実験は皇学館大学教育学部教育学科で教育研究基礎演習を履修している2年生13人を対象に皇学館大学教育学部の化学室にて行った。

## 材料と方法

### 1 供試虫

寄主アワヨトウ *Mythimna separata* は鹿児島県鹿屋市で採集した個体を、名古屋大学で継代飼育し、一部を皇学館大学に移して気温25℃、16時間明期8時間暗期の長日条件下で飼育した。餌は幼虫にシルクメイト L4M (日本農産工業 (株))、成虫に10%シヨ糖溶液を与え、ともにプラスチックの容器内で飼育した。

寄生蜂カリヤサムライコマユバチ *Cotesia kariyai* も寄主アワヨトウ同様に鹿児島県鹿屋市で採集した個体を、名古屋大学で継代飼育し、一部を皇学館大学に移して気温25℃、16時間明期8時間暗期の長日条件下で飼育した。カリヤサムライコマユバチは寄主アワヨトウの6齢0日目幼虫に産卵させ、その後被寄生寄主はシルクメイト L4M、羽化したカリヤサムライコマユバチ成虫は10%シヨ糖溶液を与えて育てた。

## 2 実験方法

### 2-1, カリヤサムライコマユバチ成虫の産卵行動の観察と産卵時間の測定

6 齢 1 日目のアワヨトウ幼虫と羽化後 2 日目のカリヤサムライコマユバチの雌成虫を用意し、後脚と翅を上げ産卵管を挿入するカリヤサムライコマユバチ雌成虫の産卵行動の観察と産卵開始から終わりまでの時間をストップウォッチを用いて測定した。

### 2-2, アワヨトウ幼虫の内部構造の観察

6 齢 4 日目のアワヨトウ幼虫を 10 分ほど水麻醉し、針で頭部をゴム板の上に固定した。次にピンセットで 1 番後ろの腹脚をつまんで、解剖ばさみを用いて背面表皮を体の正中線に沿って腹部第 9 節から胸部第 1 節まで切断し、表皮を開いてゴム板にまち針で固定し、8% PTU 入り生理食塩水を幼虫に滴下して内部構造を観察した。内部の器官や組織は「昆虫実験法」(一ノ瀬ら, 1980) のカイコ 5 齢幼虫の解剖図を参照して確認し、腹面に存在する神経系などの器官・組織は腸を除去した後に観察した。

また、比較的小さな虫の解剖に適したはさみが小学校にはないことが予想されたため、今回 100 円ショップ (Seria 株) で購入した糸切りばさみを解剖ばさみとして使用しその適正を確かめた。

### 2-3, カリヤサムライコマユバチの産卵数 (幼虫数) の測定

6 齢 0 日目のアワヨトウ幼虫にカリヤサムライコマユバチを寄生させ、寄生後 9 日目の被寄生アワヨトウ幼虫を未寄生アワヨトウ幼虫と同様の方法で同じゴム板上に並べて解剖し、アワヨトウ幼虫の組織を傷つけないようにカリヤサムライコマユバチ幼虫を摘出しその数を測定した。

### 2-4, カリヤサムライコマユバチ幼虫の捕食した組織の確認

ゴム板上の未寄生アワヨトウ幼虫と被寄生アワヨトウ幼虫の内部構造の違いを観察し、未寄生アワヨトウ幼虫に確認できて被寄生アワヨトウ幼虫に確認できなかった組織を記述し、カリヤサムライコマユバチ幼虫が被寄生アワヨトウ

幼虫のどの組織を捕食したかを同定した。

### 3 アンケート方法

上記の方法に従い実験を行ってもらい、主に選択方式により以下の10項目についてアンケートを行った（資料参照）。

- 1 小学校の教員を目指していますか。
- 2 小学校の理科の教科書で昆虫が扱われていることは知っていますか。
- 3 モンシロチョウを知っていますか。
- 4 小学校時代にモンシロチョウを教材とした授業を受けたことを覚えていますか。
- 5 モンシロチョウに寄生蜂が寄生することを知っていましたか。
- 6 実験内容は理解できましたか。
- 7 時間内で実験することができましたか。
- 8 実験結果をうまく導き出すことができましたか。
- 9 この実験を小学生にさせることは可能だと思いますか。
- 10 この実験を小学校で実際にやってみたいと思いますか。

## 結果と考察

### 1 カリヤサムライコマユバチ成虫の産卵時間

カリヤサムライコマユバチ成虫が後脚と翅を上げて産卵管を挿入し、後脚と翅を下げて産卵管を抜く行動を観察した後、その行動に要する時間を測定したところ6.2秒かかった（表1）。アオムシコマユバチやカリヤサムライコマユバチの成虫は、寄主を麻酔することなく産卵管を挿入するため、寄主は寄生蜂に対して大あごや消化液などで攻撃する（Nakamatsu and Tanaka, 2005, 中松と田中, 2006）。麻酔をしないこれらの寄生蜂が、麻酔をして産卵する外部捕食性多寄生蜂アフトヨウウスマユヒメコバチのように産卵時間が長ければ、寄主によって攻撃され完全に排除されてしまうと考えられる。

表1 カリヤコマユバチ雌成虫の産卵時間

供試虫数	産卵時間 (平均 IS.D.秒)
12	6.2 ± 1.6

カリヤサムライコマユバチ成虫の産卵は産卵管の挿入と同時に翅と後脚を上げ、静止して産卵する (図1)。カリヤサムライコマユバチ成虫の体長は3mmくらいであるが、産卵を開始するまでは忙しく動き寄主アワヨトウを探索するが、寄主が見つかる体表上に乗る、前述のような姿勢で静止して産卵するため、観察者は目視で確かめることができる。また、産卵が終わると再び忙しく動いて寄主から離れていくため、産卵開始から終了までの時間を容易に測定することができる。それゆえ、実験に対するアンケートにおいても全員が産卵時間を測定できたと答えている (図2, 実験1)。

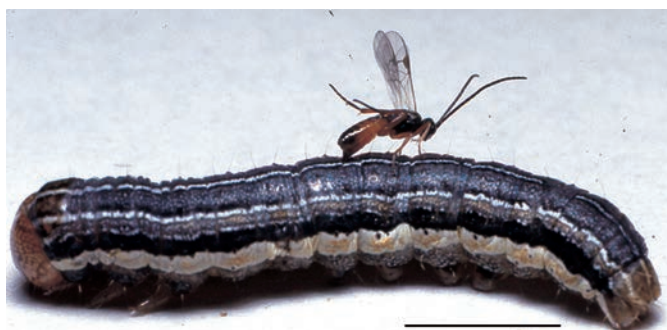


図1 6齢1日目のアワヨトウ幼虫に産卵するふ化後1日目のカリヤサムライコマユバチ雌成虫  
スケールは5mmを示す。

## 2 アワヨトウ幼虫の内部構造の観察

6齢4日目の体長約5cmの未寄生アワヨトウ幼虫を解剖した。背面表皮をはさみを使って切断しカイコ5齢幼虫の解剖図 (一瀬ら, 1980) を参考に内部構造を観察したところ、のべ21の組織・器官を確認することができた (表2)。特に前腸、中腸、後腸、直腸、脂肪体などの比較的大きな組織やマルピーギ管、

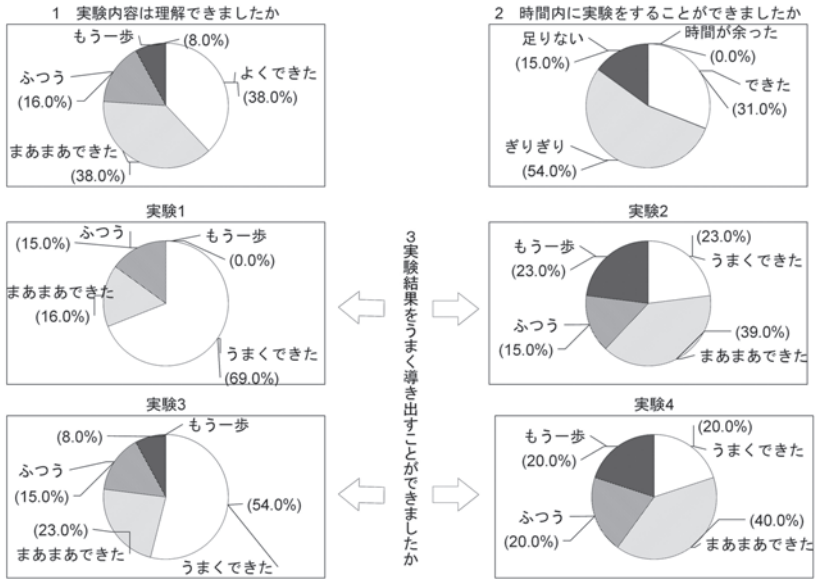


図2 アンケート1 実験に対する自己評価

精巣、神経節などの色素が沈着している組織は目視で観察できた学生が多かった。中には染色して顕微鏡を使用しなければ観察しにくい前胸腺や、頭部を詳細に調べなければ見つからない前額神経球を観察できた学生もいた(表2)。

カイコ幼虫に比べ虫が小さいことと、解剖ばさみやピンセットに慣れていない学生が多く見受けられたことから、アンケートにおいてもあまりうまくいかないと回答した学生が2割程度存在した(図2, 実験2)。しかし、100円ショップ(Seria(株))で購入した糸切りばさみを使用したところ、約8割の学生がアワヨトウ幼虫の背面表皮の切断に成功し、解剖ばさみとして使えることが実証された。

### 3 カリヤサムライコマユバチ成虫の産卵数(幼虫数)の測定

カリヤサムライコマユバチ寄生後9日目の被寄生アワヨトウ幼虫を解剖し、未寄生アワヨトウ幼虫同様にゴム板に貼り付け、ピンセットで体腔中に存在するカリヤサムライコマユバチ2齢幼虫をつまみ出し、個体数を測定したところ

表2 6 齢 4 日目の未寄生アワヨトウの内部形態の観察

アワヨトウ幼虫の組織・器官*	確認できた人数(13人中)	全体に対する割合(%)
中 腸	11	84.6
前 腸	10	76.9
小 腸	10	76.9
脂 肪 体	9	69.2
マルピーギ管	9	69.2
直 腸	7	53.8
食道下神経系	6	46.2
脳部第一神経節	6	46.2
結 腸	6	46.2
気 管 業	5	38.5
後部糸腺	5	38.5
精 巢	5	38.5
中腸中央縦走筋	5	38.5
中腸囲繞筋	3	23.1
縦走気管	3	23.1
灰 白 部	3	23.1
周気管腺	1	7.7
卵 巢	1	7.7
前 胸 腺	1	7.7
前額神経球	1	7.7
唾 腺	1	7.7

\* 学生がそれぞれ確認することができたアワヨトウ幼虫の内部組織および器官

表3 カリヤコマユバチの雌1匹あたりの産卵数

供試被寄生寄主虫数	産卵数*(平均 IS.D. 個)
13	53.5 ± 14.9

\* 寄生後9日目の被寄生アワヨトウ幼虫を解剖し、生存しているカリヤコマユバチ幼虫の個体数を数えてその総数を産卵数とした。

平均で54匹見つかった(表3)。カリヤサムライコマユバチは寄主アワヨトウの大きさによって産卵数を調節することが知られているが、今回6 齢 0 日目のアワヨトウ幼虫に寄生させたので、幼虫数が100匹以上になるはずであるが、実際には少ない値が示された(Nakamatsu et. al, 2001)。

カリヤサムライコマユバチの2 齢幼虫は体長 3mm 程度の大きさがあるので、目視で確認できる。したがってカリヤサムライコマユバチの幼虫数はピン

セットを用いて寄主アワヨトウ幼虫の体腔中から1匹ずつ数えながら取り出すことにより測定できる。その結果、約9割の学生がうまく実験を行うことができたと答えた(図2, 実験3)。

#### 4 カリヤサムライコマユバチ幼虫が捕食している組織の観察

koinobiont に属する幼虫内部捕食寄生蜂は寄生後も寄主に餌を摂食させ大きくすることにより多くの栄養を獲得する。カリヤサムライコマユバチが寄生しているアワヨトウ幼虫をアワヨトウウスマユヒメコバチの毒液で人工的に発育を停止させると、そこから脱出し羽化するカリヤサムライコマユバチ成虫は小さくなり、卵巣内に保有する卵数も少なくなることが知られている(Nakamatsu et. al, 2006)。したがって koinobiont に属する幼虫内部捕食寄生蜂は寄主が衰弱したり死んで困るため主要な組織にダメージを与えないよう、体液から養分を吸収するといわれてきた(Godfray, 1994)。しかし、Nakamatsu et al. (2002) はスタンブラックで染めた脂肪体をカリヤサムライコマユバチの2齢幼虫に与えたところ、ハチ幼虫の小腸内で染色された脂肪体断片を確認し、組織を直接捕食していることを明らかにした。

そこで、カリヤサムライコマユバチ寄生後9日目の被寄生アワヨトウ幼虫の体腔中に存在するカリヤサムライコマユバチ幼虫をすべて除いた個体の内部構造と6齢4日目の未寄生アワヨトウ幼虫の内部構造を比較し、カリヤサムライコマユバチ幼虫が捕食した組織を調べる実験を行ったところ、8割の学生が脂肪体であることを認識できた(表4)。また、同じく8割の学生がうまく実験を行うことができたと自己評価した(図2, 実験4)。

#### 5 アンケートの結果から

小学校教員を目指している皇学館大学教育学部教育学科の学生にモンシロチョウとその寄生蜂についてアンケートを行った。小学校の教科書で昆虫が扱われていることは全員が知っており、そこでモンシロチョウを教材として扱うことも大半の学生が知っていると答えた(図3)。また、モンシロチョウを実際に教材として扱ったことを覚えているかの間に対しては約半数の学生が覚えて



表4 カリヤコマユバチ幼虫が捕食したアワヨトウ幼虫の組織・器官

ハチ幼虫が捕食した組織・器官*	確認できた人数(13人中)	全体に対する割合(%)
脂肪体	10	76.9
食道下神経系	3	23.1
脳部第一神経節	3	23.1
中腸中央縦走筋	2	15.4
前腸	1	7.7
中腸	1	7.7
小腸	1	7.7
結腸	1	7.7
直腸	1	7.7
気管業	1	7.7
灰白部	1	7.7
周気管腺	1	7.7
マルピーギ管	1	7.7
精巢	1	7.7

\*学生がそれぞれ確認することができたアワヨトウ幼虫の内部組織および器官

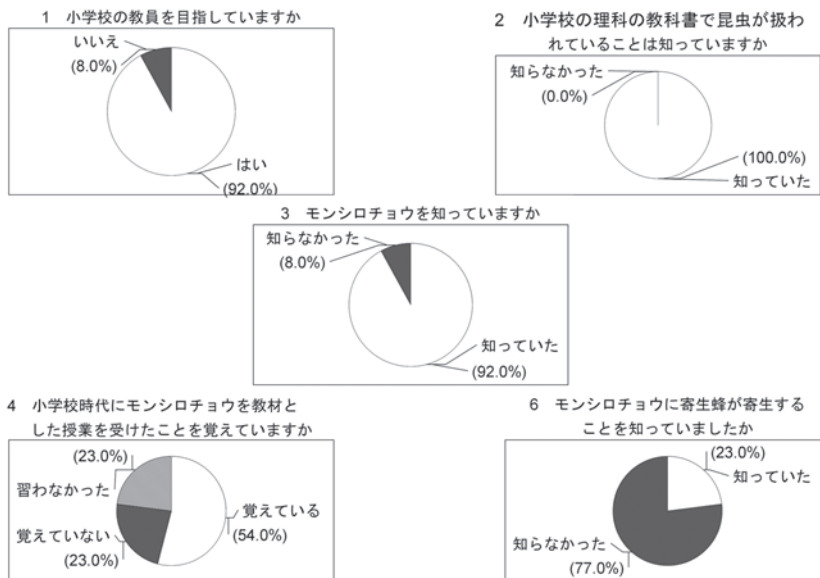


図3 アンケート2 モンシロチョウや寄生蜂などの実験材料に対する質問

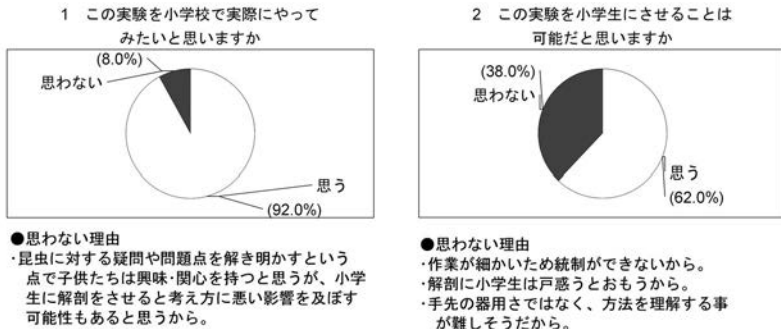


図4 アンケート3 小学校の教材として適しているか否かの質問

いと答えた。ところがモンシロチョウに寄生蜂が寄生することを知っていたかの問に対し、知っていると答えた学生はわずか2割に過ぎなかった(図3)。小学校3年生の理科では「昆虫を育てよう」という単元でモンシロチョウを教材として飼育しその成長・発育を観察するが、アオムシコマユバチという寄生蜂が寄生しているとモンシロチョウ幼虫は死んでしまうため観察が途中で終わってしまう。寄生蜂を知らない学生が多いというアンケート結果は、モンシロチョウを観察すればかなり高い確率で出現するアオムシコマユバチに関する情報を教師から習得することができなかつたことを意味する。

寄生という概念は、生態系において重要なニッチを築いており、学習指導要領における小学6年生の理科の内容である食物連鎖を取り上げる上で欠かせない事項である。今回の実験を小学校で実際にやってみたいかの問に対しては9割の学生がそう思うと答えたが、実際に小学生にさせることは可能かという問に対してはそう思うと答えた学生が6割に減少した(図4)。その理由として作業が細かすぎることや方法を理解させるのが困難であると答えた。小学校3年生においてモンシロチョウ幼虫の成長・発育を観察する過程で出てくるアオムシコマユバチを使って、紹介した簡易実験を小学校3年生に直接させるか、もしくはそれが無理ならば教師による演示実験に切り替えてもらい、小学校6年生で扱う「生物と環境」につながる発展的内容として扱うことをここに提案したい。

- ・初めは気持ち悪かったが、次第に慣れた。
- ・虫を解剖する機会がなかったので楽しかった。
- ・解剖が難しく、未寄生と被寄生の比較が大変だった。
- ・最初は抵抗があったが、だんだん楽しくなった。
- ・最初は戸惑ったが、できたときの達成感は大きかった。
- ・理科の実験を始めて最初から最後までやり遂げる事ができた。
- ・もっとアワヨトウのことを知りたくなった。
- ・解剖は難しいイメージがあった。実際、難しかったが少しだけ慣れたように思う。
- ・解剖は簡単だったが、体内の組織を観察するのが難しかった。しかし、観察を通して様々な名称を知ることができ楽しかった。
- ・幼虫を解剖するのは初めてだったが集中して取り組めた。
- ・針を使ったりするので小学生には少し危険だと思う。しかし、幼虫に興味のある児童は積極的に取り組むだろうし、苦手な子も真剣に取り組めると思う。
- ・教材化すると聞いてとてもわくわくした。小学校で学べたら論理的思考の成長につながり、学びたいという意欲が出てくると思う。

図5 実験を終えての感想

## 謝 辞

この研究を進めるにあたり、実験を快く手伝っていただいた皇學館大学教育学部教育学科の山添将也氏、辻本さゆり氏には心より御礼申し上げます。また実験やアンケートに協力していただいた皇學館大学教育学部教育学科の2年生諸君にも感謝申し上げます。

## 参考文献

- 足達太郎, 鳥海航, 大川原亜耶, 高橋久光, 2008. ハーブ類の混作がキャベツ害虫の個体数と天敵寄生率におよぼす影響 東京農業大学農学集報 53 (3), 259-263.
- Godfray, H. C. J., 1994. The immature parasitoid. IN: Parasitoids-Behavioral and evolutionary ecology. Princeton University Press. New Jersey. pp. 225-259.
- 一瀬太良・石原廉・松本義明・大羽滋・岡田益吉・斉藤哲夫・吉武成美 1980. 昆虫実験法 材料・実習編, pp.122-123.
- Nakamatsu, Y., Gytoku, Y., Tanaka, T., 2001. The endoparasitoid *Cotesia kariyai* (Ck) regulates the growth and metabolic efficiency of *Pseudaletia*

- separata* larvae by venom and Ck polydnavirus. Journal of Insect Physiology 47, 573-584.
- Nakamatsu, Y., Hujii, S., Tanaka, T., 2002 Larvae of an endoparasitoid, *Cotesia kariyai* (Hymenoptera: Braconidae), feed on the host fat body directly in the second stadium with the help of teratocytes. Journal of Insect Physiology 48, 1041-1052.
- Nakamatsu, Y., Tanaka, T., 2005. How does the female wasp *Euplectrus separatae* (Hymenoptera: Eulophidae) recognize an suitable ovipositional site of the host larva *Pseudaletia separata* (Lepidoptera: Noctuidae)? Applied entomology and zoology 40 :178-185
- 中松豊, 田中利治, 2006. 生得的行動の教材化－アワヨトウヒメコバチの産卵行動－生物教育 46: 126-137.
- Nakamatsu, Y., Kuriya, K., Harvey, J. A., Tanaka, T., 2006. Influence of nutrient deficiency caused by host developmental arrest on the growth and development of a koinobiont parasitoid. Journal of Insect Physiology 52 :1105-1112
- 佐藤芳文, 1974. 人工飼料によるモンシロチョウ幼虫の飼育 昆虫 42(4), 467-472.
- 佐藤芳文, 1975. 人工飼料飼育モンシロチョウ幼虫によるアオムシコマユバチの飼育 昆虫 43(2), 242-249.
- Sato, Y., 1980. Experimental studies on parasitization by *Apanteles Glomeratus* V. Relationships between growth rate of parasitoid and host age at the time of oviposition. Entomophaga 25(2), 123-128.
- Sato, Y., Tagawa, J., Hidaka, T., 1986. Effects of the gregarious parasitoids, *Apanteles ruficrus* and *A. Kariyai*, on host growth and development. Journal of Insect Physiology 32, 281-286.
- Tanaka, T., Yagi, S., Nakamatsu, Y., 1992. Regulation of parasitoid sex allocation and host growth by *Cotesia (Apanteles) kariyai* (Hymenoptera: Braconidae). Annals of the Entomological Society of America 85, 310-316.

## 資料 実験レポートとアンケート用紙

### 実験レポート

学生番号

氏名

#### 昆虫の体のしくみと寄生蜂の捕食について

目的 小学校3年生の理科では「昆虫を育てよう」という単元でモンシロチョウを材料として使用する。多くの小学校では畑のキャベツから、それを寄主植物とするモンシロチョウ幼虫を採集し教室にて飼育すると、かなり高い確率でアオムシコマユバチに寄生されている。今回は身近に存在する寄生蜂の生活を明らかにし、教材としての利用を考えてみることにした。この季節にはアオムシコマユバチを確保することができないので、同様の寄生様式を持つカリヤサムライコマユバチ（寄主はアワヨトウ）を使って寄生蜂がどのようにして生活し、アワヨトウ幼虫の体をどのように捕食するか観察する。

材料 アワヨトウ *Mythimna separata* 幼虫（未寄生寄主）、カリヤコマユバチ *Cotesia kariyai* が寄生したアワヨトウ幼虫（被寄生寄主）、実体顕微鏡、解剖皿、解剖ばさみ、ピンセット、針、ビーカー、8%PTU入り生理食塩水

#### 方法

##### 実験

- 1, カリヤコマユバチの産卵行動を観察する。演示実験により示されたカリヤコマユバチ雌成虫の産卵行動のうち産卵開始から終わりまでの時間を測定する。
- 2, 以下の要領でアワヨトウの体内の構造を観察する。まず、麻酔した未寄生のアワヨトウを針で固定し、はさみとピンセットを使って背中側を開く。その後8%PTU入り生理食塩水を虫にかけ内部構造を観察する。
- 3, 被寄生寄主も未寄生寄主同様に解剖し、アワヨトウの組織を傷つけないようにカリヤコマユバチ幼虫を除きその数を数える。

- 4, 未寄生寄主と被寄生寄主の内部構造の違いを観察し, カリヤコマユバチ幼虫がどの部分を捕食したか考察する.

### 結果

- 1, 産卵時間

--

- 2, 内部構造の観察

(未寄生寄主の確認できた組織)

- 3, ハチの産卵数

--

- 4, カリヤコマユバチが寄生したアワヨトウと寄生していないアワヨトウ(2)の内部構造を比較しカリヤコマユバチ幼虫が寄主のどこを捕食しているか考察する.

(被寄生寄主の確認できた組織)

(ハチが捕食した組織)

### アンケート

本日の実験に関するアンケートです. 該当する項目に丸印を記してください.

- 1 小学校の教員を目指していますか.

① はい      ② いいえ

- 2 小学校の理科の教科書で昆虫が扱われていることは知っていますか。  
① 知っていた ② 知らなかった
- 3 モンシロチョウを知っていますか。  
① 知っていた ② 知らなかった
- 4 小学校時代にモンシロチョウを教材とした授業を受けたことを覚えていますか。  
① 覚えている ② 覚えていない ③ 習わなかった
- 5 モンシロチョウに寄生蜂が寄生することを知っていましたか。  
① 知っていた ② 知らなかった
- 6 実験内容は理解できましたか。  
① よくできた ② まあまあできた ③ ふつう ④ もう一歩
- 7 時間内で実験することができましたか。  
① 時間が余った ② できた ③ ぎりぎり ④ 足りない
- 8 以下の実験結果をうまく導き出すことができましたか（予想に反する結果でも結構です）  
実験1 ① うまくできた ② まあまあできた ③ ふつう ④ もう一歩  
実験2 ① うまくできた ② まあまあできた ③ ふつう ④ もう一歩  
実験3 ① うまくできた ② まあまあできた ③ ふつう ④ もう一歩  
実験4 ① うまくできた ② まあまあできた ③ ふつう ④ もう一歩
- 9 この実験を小学生にさせることは可能だと思いますか。  
① 思う ② 思わない（思わない理由）
- 10 この実験を小学校で実際にやってみたいと思いますか。  
① 思う ② 思わない（思わない理由）

感想や意見などがありましたら書いてください。

ご協力ありがとうございました。

参考資料

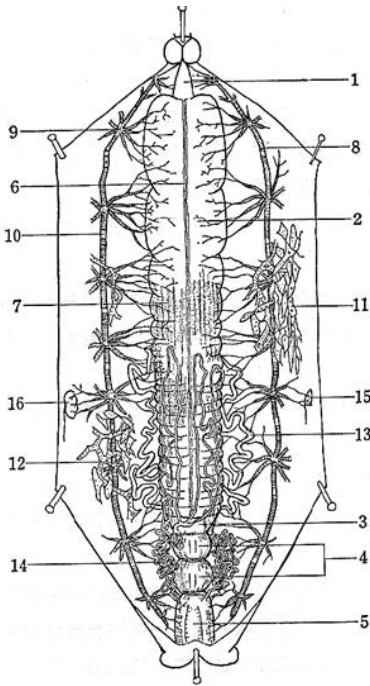


図1 カイコ5齢幼虫の解剖図

- 1. 前腸 2. 中腸 3. 小腸
- 4. 結腸 5. 直腸 6. 中腸中央
- 縦走筋 7. 中腸円繞筋(縦走筋と環(輪)状筋) 8. 縦走気管
- 9. 気管叢 10. 灰白部 11. 脂肪体
- 12. 周気管腺 13. 後部糸腺
- 14. マルビーギ管 15. 卵巢
- 16. 精巢 (小林原図)

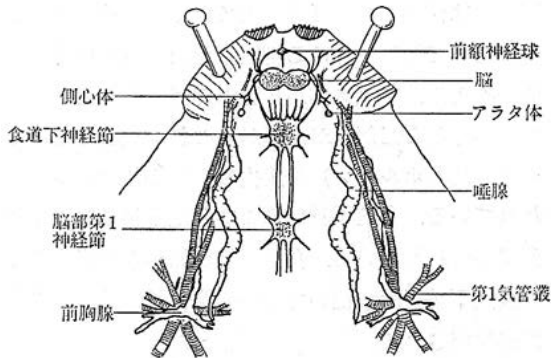


図3 頭胸部の神経系と腺組織(小林原図)

昆虫実験法一ノ瀬ら(1980)学会出版センターより抜粋