

小学校第5学年理科「水中の小さな生物」の授業に対応した、 「魚の食べもの調べ」の方法について

A method for investigation of food organism in small fish, corresponding to the science subject “underwater microscopic organisms” in elementary school

古屋康則・吉松三博・三宅 崇

Yasunori Koya, Mitsuhiro Yoshimatsu and Takashi Miyake

〒501-1193 岐阜市柳戸1-1 岐阜大学教育学部 理科教育

TEL: 058-293-2255 (email: koya@gifu-u.ac.jp)

要 約

小学校第5学年理科の「水中の小さな生物」の単元では、魚などが水中に生息する微細な生物を餌にしていることを学ぶ。実際にメダカなどの小型魚が食べているものを観察する方法の1つとして、消化管内容物を採取する方法を提案した。ガラス製のピペットの先端部を小型魚の口に入る大きさに加工したメダカ用ストマックポンプを作製し、麻酔をかけた魚の口から水を出し入れすることによって、消化管内容物が採取できた。これを顕微鏡で観察することにより、魚が水中に生息する小さな生き物を食べていることが直接的に理解できる。この方法の詳細と、今後に残された課題について考察した。

1. はじめに

平成20年に改訂された小学校理科の学習指導要領（文部科学省，2008）では，科学的な思考力・表現力等の育成の観点から，観察・実験の結果を整理し，考察する学習活動を充実することが掲げられている。また，それにともない学習内容にもいくつかの項目が加えられている。新たに加えられた内容の1つに第5学年の生物学分野として，「水の中の小さな生物」がある。この単元では，魚などが生息する水の中には肉眼では認識し難い小さな生物がたくさん生息していること，そしてメダカなどの小さな魚たちはこれらの生き物を餌として食べていることを学ぶ。この単元の内容は，生物学分野における，小さな生物が大きな生物に順に食べられる，いわゆる「食物連鎖」の概念を実感させる最初の段階に位置づけられ，生き物どうしのつながりから「生態系」へと理解を発展させるうえで重要な単元である。

生き物どうしのつながりを理解させるうえで，身近な池や学校ビオトープ（学校の敷地内に人工的に作った池や設置した水槽に身近な生き物

を放したもの）などに生息する生き物どうしの関係を教材として扱うことは有効である（長田・加藤，1986；川崎ほか，2009）。湖沼や河川の水の中には，いわゆるプランクトンとよばれる小さな生物が生息している。これらを観察する方法については，採集方法（木谷，1985；大阪府教育センター，2010）から，実際の観察方法（木谷，1985；小川ほか，1999）までがわかりやすく報告されている。また，湖沼や河川の底に生息する底生生物についても，採集し観察することはそれほど難しいことではない。校庭などの屋外に池や水槽などが設置されており，このような小さな生物がたくさん生息していれば，そこに放したメダカなどの小魚は人が餌などを与えなくとも生きていられるであろう。このような状況証拠により，「小魚は水中の小さな生き物を食べている」という概念を想像することはある程度可能であろう。しかし，これらのプランクトンが実際に小魚に食べられていることを実感させるには，より直接的に小魚が何を食べているのかを観察する必要がある。

魚の餌を調査する方法には，腹をあけて消化

管内容物を直接取り出して観察する方法が一般的である（水野・御勢，1993）．しかし，この方法を学校教育の現場で行うには，対象となる魚を殺す必要があり，適した方法とは言い難い．魚類を殺すことなく消化管内容物を調べる方法として，釣り人の間では「ストマックポンプ」とよばれる器具が使われている．この器具はいわば大型のピペットであり，魚の口からピペットの先端を挿入し，消化管内に水を送り込んだ後に消化管内容物とともに水を吸い込むというものである．丁寧に行うことにより魚へのダメージは少なく，食べていたものを吐き出させることが可能な方法であり，魚類の食性の研究法として検討されている（山本ほか，2009）ほか，サクラマスを生物学の教材として用いるにあたり食性を調査する方法の1つとして紹介された例もある（棟方・三浦，2008）．市販されているストマックポンプはサケ科魚類に用いることを想定しているために，そのままメダカなどの小魚に適用することはできない．そこで本研究では，小型のパスツールピペットを改良して，先端がメダカの口に入る大きさにしたメダカ用ストマックポンプを作り，これでメダカの消化管内容物の採取が可能か否かを検討した．また，小学校の授業でこの方法を用いる際の注意事項と，得られる効果について考察した．

2. 材料

食性の調査対象にはメダカを用いた．メダカは小学校理科のほとんどの教科書に出てくる生物であり，本州以南の多くの小学校では教材として飼育されている生物である．本研究に用いたメダカは岐阜大学教育学部の屋外飼育施設で粗放的に飼育されたものである．餌は不定期に与えられており，ほとんどの個体は屋外水槽内で自然に増殖した動植物プランクトンを摂餌していると考えられる．

メダカ用ストマックポンプは，市販のガラス製パスツールピペットを加工して製作した（図1）．消化管内容物の採取・観察には，作製したストマックポンプに加え，シャーレ2枚（麻酔用1枚と胃内容物採取用1枚），氷水（麻酔用），ホールスライドガラス，およびカバーガラスを

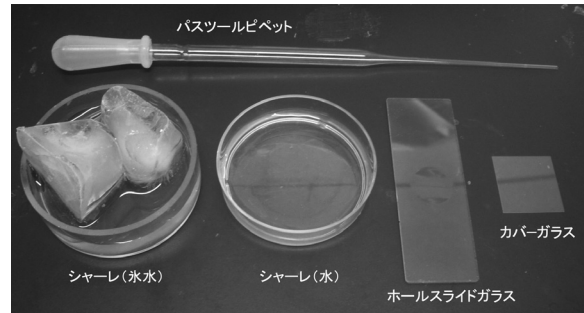


図1. 小型魚の食べたものを調べる際に用いる器具．



図2. 先端部が加工されたパスツールピペット．

用いた（図1）．

3. メダカ用ストマックポンプの作製法

パスツールピペットの先端の開口部にピンセットの先端を挿入してはさみ，ピペットの先端部から数センチの部分をガスバーナーまたはアルコールランプの炎であぶる．熱によってガラスが柔らかくなったら，ピンセットでガラスを軽く引き延ばし，冷却する．引き延ばされたガラス管の適当な太さ（直径約1mm）の部分をアンプルカッターなどにより切断する．さらに切断部を炎で軽くあぶって切断面を滑らかにし，メダカに傷がつかないように加工する（図2）．

4. 消化管内容物の採取と観察

消化管内容物の採取法は次の通りである．メダカの体表面を予め水で洗って，表面に付着しているプランクトンを落としておく．メダカを氷水に入れて低温麻酔にかける（図3a）．メダカはおよそ2-3分で動きが鈍くなる．ピペットには予め水を吸い入れておく．動きが鈍くなったメダカを体全体がかぶる程度の水を入れておいた別のシャーレに移し，指で体を横にたおして押さえつけ，口からピペットの先端を咽頭部（口腔と食道の間の膨大部）まで挿入する．ピペットの水を静かに押し出したり，吸い込んだりす

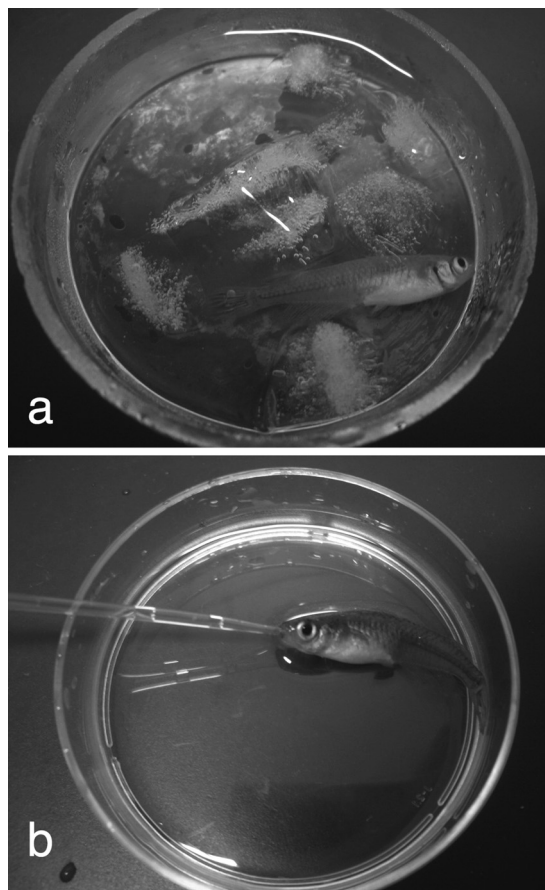


図3. メダカから消化管内容物を採取するようす。
a: 氷水で麻酔をかける。
b: ピペットの先端を口に挿入し、水を出し入れする。

る操作を数回繰り返す(図3 b)。これによって消化管内容物は口から溢れてシャーレの水に出てくる(ただし、小さいため肉眼では確認できない)。

シャーレの水を机の上で水平にかるくまわずようして、採取物をシャーレ中央に集め、ピペットで吸い取ってホールスライドガラスに載せ、カバーガラスを被せて透過型光学顕微鏡(倍率 $\times 40 \sim \times 400$)で観察した。今回の観察では、緑藻類のオエキスティス属(*Oocystis*) (図4 a)、イカダモ属(*Scenedesmus*) (図4 b)、イトクズモ属(*Ankistrodesmus*) (図4 c)、輪虫類のトゲワムシ属(*Notholca*)の被甲(図4 d)などが単体として採取された。また、おもに緑藻類からなる集合体(図4 e)や、甲殻類のものと思われる外殻の一部(図4 f)なども確認された。

消化管内容物の採取処理を受けたメダカをすぐに飼育水に戻した。常温に戻り麻酔から覚め

たメダカには特に異常は見られなかった。

5. 考察

本研究により、メダカを殺すことなく食べていたものを直接観察することが可能であることが示された。この方法は、メダカをはじめとする小型の魚類に広く応用可能であり、小学校理科第5学年の「水中の小さな生物」の單元における観察の一つとして取り入れることが可能である。おそらく、「水中の小さな生物」の單元に関するこれまでの授業では、池やビオトープあるいは海のプランクトンなどを採集して顕微鏡などで観察することに留まり(木谷, 1985; 小川ほか, 1999; 大阪府教育センター)、水中には多種多様な生物が存在していることは実感できても、学習目標である「魚は水中の小さな生物を食べ物にして生きていること」を実感させるには至らないものが多かったであろう。実際、小学校理科の観察、実験の手引き(文部科学省, 2011)でも、「池の中には、メダカなどの魚の食べ物になるものがあるだろうか」という問題設定に対し、「池の中の小さな生物を調べる」という観察を行うことで「メダカは、池の中の小さな生物を食べて生きている」という見方に結論づけるように提案されている。しかし、この観察からは状況証拠が得られるだけであり、「科学的な見方や考え方を養う」という小学校理科の目標に照らし合わせて、改善の余地があると思われる。本論文が提示した方法を用いることにより、水中の小さな生物を食べていることを直接的に観察できる。これにより、水中での食べる・食べられるという生物間の関係を実感でき、第6学年における「食べ物による生物の関係(食物連鎖)」の單元につながる学習効果が期待できる。

一方で、この方法には以下に示すようないくつかの課題も存在する。第1に、メダカ用ストマックポンプの作製には多少の熟練が必要であることである。ガラスの細工に慣れている教員であればほとんど問題なく作製することが可能であろうが、理科を専門としない教員が行うには、ある程度の練習が必要である。また、児童・生徒に授業のなかで作製させることも、要する

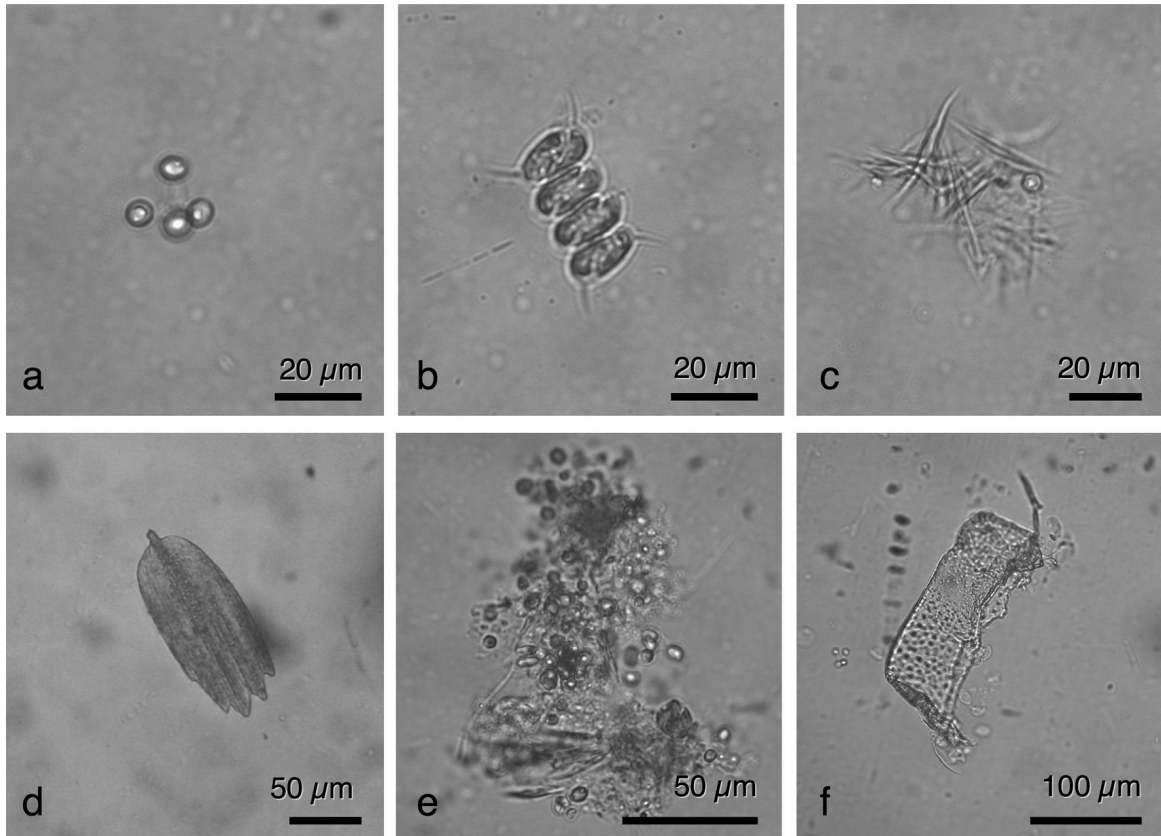


図4. メダカの消化管から得られた餌生物。
 a: 緑藻類のオエキスティス属 (*Oocystis*), b: 緑藻類のイカダモ属 (*Scenedesmus*),
 c: 緑藻類のイトクズモ属 (*Ankistrodesmus*), d: 輪虫類のトゲワムシ属 (*Notholca*) の被甲,
 e: 緑藻類を主体とした集合体, f: 甲殻類のものと思われる外殻の一部。

時間を考えると困難かもしれない。むしろ、授業に先立って、教員が作製しておくことが望ましい。熟練した教員に作り置きしてもらうのが一つの解決策であろう。第2に、スタックポンプがガラス製で、先端が細いことから、扱いに十分な注意が必要であることが挙げられる。特に、児童・生徒に扱わせる際には、注意を促す必要がある。消化管内容物を採取する操作を行う際には、小さなメダカを対象とするため、器具だけでなくメダカの扱いにも繊細さが要求される。

第3に、魚を採取するタイミングが挙げられる。今回の方法を用いてメダカなどの小型魚の消化管内容物を採取する際には、用いる魚が自然の状態ですべて餌を食べて間もない状況にあることが重要である。したがって、教室などの水槽で給餌して飼育している魚は観察に不適当であり、また、予め野外で採集した魚であっても、観察までの時間が数時間に及ぶと、観察には適さな

いものになる。消化管内容物を採取しそれを観察するには、学校敷地内あるいは学校に隣接した場所に魚を屋外飼育できる施設（池やビオトープなど）が存在し、そこから観察の直前に魚をもってくるができる環境が必要である。また、その飼育施設では、人による給餌をしなくとも自然に繁殖する動植物プランクトンを餌としてメダカなどの小型魚が生育している必要がある。

今回の観察からはメダカの消化管内容物として緑藻類と輪虫類が確認された。これらの餌生物はメダカが飼育されていた屋外水槽にいたものであろうが、実際に屋外水槽での生息状況は確かめていない。サケ科魚類のオショロコマでスタックポンプにより胃内容物を調べた報告では、胃内容物の採取効率は65%以上であったが、餌生物の種類（大きさ）によって採取効率が低下したり、胃の充満度が高くなるにつれて採取効率が低下するなど、必ずしも食べている

ものやその量が正しく評価できるわけではないことが指摘されている(山本ほか, 2009)。本報告で示した餌生物の採取法は、定量的な測定を意図したものではないが、定量性については消化管内容物の比較・対比を行いながら、検討して行く必要がある。このことは、単に消化管内容物の採取法の妥当性を証明するだけでなく、メダカの食性を調べるといった課題研究型の学習にもつなげられる内容である。

引用文献

- 川崎あずさ・林 英一・正元和盛. 2009. 小規模ピオトープの出現生物などに関する教材特性. 熊本大学教育学部紀要. 自然科学, 58: 21-35.
- 木谷要治. 1985. 小・中・高校の理科の教材としての「海の生物」の利用についての一考察—特にプランクトンの教材化を中心として—. 横浜国立大学教育学部 理科教育実習施設研究報告, (2): 21-37.
- 水野信彦・御勢久右衛門. 1993. 河川の生態学(補訂・新装版第1刷), 築地書館, 東京.
- 文部科学省. 2008. 小学校学習指導要領解説理科編. 大日本図書. 105 p.
- 文部科学省. 2011. 小学校理科の観察, 実験の手引き. http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/senseiounen/1304649.htm
- 棟方有宗・三浦 剛. 2008. サクラマスのライフサイクルの調節機構の解明と教材化. 宮城教育大学紀要, 43: 105-112.
- 長田芳和・加藤憲一. 1986. 教材としての溜池の取り扱い—生物どうしのつながりの理解のために—. 大阪教育大学紀要 第V部門, 35: 213-224.
- 小川 茂・五百川 裕・大場孝信・渡辺 隆. 1999. プランクトン観察授業における低真空走査型電子顕微鏡(LV SEM)の活用. 上越教育大学研究紀要, 19: 99-109.
- 大阪府教育センター. 2010. 水中の小さな生物の採集. pp17-20. 新学習指導要領に対応した小・中学校「理科」観察・実験教材集.
- 山本敦也・鷹見達也・桑原 連. 2009. 市販のストマックポンプによる知床河川のオショロコマ *Salvelinus malma malma*の胃内容物採集効率. 東京農大農学彙報, 54: 28-36.

