

小学校理科の授業で役立つ市販の消毒用アルコール ジェルを用いた昆虫標本の作り方

矢 島 岳 人¹・山野井 貴 浩¹

1. はじめに

小学校3年生の理科では「身近な昆虫を育て、成長の過程や体のつくりを調べ、それらの成長のきまりや体のつくりについての考えを持ち、昆虫の体は頭・胸・腹からできていること」を学習する（文部科学省2008）。この單元では、モンシロチョウ等の昆虫を育て成長を記録する活動に加えて、昆虫標本を用いた観察活動が行われている。その際、乾燥標本、アルコール液浸標本、樹脂を使用した標本などが使用されているが、これらの標本を小学校の昆虫学習で用いる場合、それぞれいくつかの問題が指摘されている。例えば、乾燥標本は昆虫を片側しか観察できないこと、アルコール液浸標本は個体がアルコール中に沈んでいるために観察しにくいこと、樹脂を使用した標本は樹脂が高額であり、かつ標本作製に技術が必要なこと、が挙げられている（山野井ら2015）。

そこで、本稿では市販の消毒用アルコールジェルを用いて標本（以下、アルコールジェル標本）を作製する方法を提案する。アルコールジェル標本は、安価で簡単に作製することができる、個体は透明なアルコールジェルで固定されているので様々な角度からの観察が可能である、などの複数

¹白鷗大学教育学部

責任著者 e-mail : yamanoit@fc.hakuoh.ac.jp

筆頭著者は矢島岳人、責任著者は山野井貴浩とする。

の利点を持つ。アルコールジェル標本はMugnai et al. (2012) によって提案された方法であるが、山野井ら(2015, 2016)は一部作製方法を変更し、市販のアルコールジェルを用いた標本を授業に活用している。

しかしながら、このように複数の利点をもつにも関わらず、教育現場には普及していない。その一因として、アルコールジェル標本の作り方に關する知見が不足していることが挙げられる。すでにアルコールジェル標本の作り方はインターネットに動画として公開されているが (<https://www.youtube.com/watch?v=pi4lsVpMDIc>)、どのようなジェルを用いると気泡が入りにくいかや、脚等が動かしやすいかについては十分検討されていない。また、これまでアルコールジェル標本に用いられてきた昆虫種は、アリ(山野井ら2015)、ゲンジボタル(山野井ら2016)、ガガンボ(阿部・山野井2017)、ハエ(Mugnai et al. 2012)などに限られており、小学校理科の教科書で用いられるその他の昆虫種で作製した場合、標本として問題がないかは不明である。

以上の背景を踏まえ、本研究では以下の3つのことを明らかにすることを目的とした。第1に、アルコールジェル標本に用いるべきアルコールジェルの特徴を定量化することである。「ジェルの粘度」、「脚等の動かしやすさ」、「気泡の入りやすさ」を3種類のジェルを使い、数値化を試みた。また、気泡を減少させるためには、どのような方法で作製・保管するのがよいのかも併せて調査した。第2に、小学校理科の教科書で扱われている昆虫種に適したジェルの種類を検討することである。第3に、アルコールジェル標本の有用性を検討することである。子どもや生物教育関係者を対象に質問紙調査を行った。

2. 方法

(1) アルコールジェル標本の作り方

アルコールジェル標本を作製するために、準備物としてスクリュエ管(容量4 mlおよび50ml)、アルコールジェル、竹串、ピンセット、プラス

小学校理科の授業で役立つ市販の消毒用アルコールジェルを用いた昆虫標本のつくり方
チックシリンジを用意した。

今回使用するアルコールジェルは、手に入りやすくかつ性質が違う3点
を選んだ（「消毒用アルコールジェル手ピカジェル」500ml、エタノール
濃度76.9～81.4%、健栄株式会社、1463円、「ミューズ消毒用ハンドジェ
ル」200ml、エタノール濃度76.9～81.4%、レキットバンキーザー・ジャ
パン株式会社、799円、「清浄アルコールジェル パームビューティ400」、
400ml、エタノール濃度記載なし、株式会社ユニロック、1560円、※価格
はモノタロウ (<https://www.monotaro.com/>) の平成29年12月21日現在の
もの)。

(2) アルコールジェルの評価

評価の観点、ジェルの粘度、脚等の動かしやすさ、気泡の入りやすさ
の3項目で行った。「ジェルの粘度」は、スクリュ管の中(50ml)にア
ルコールジェルを入れ、重さ50g、直径1.5cmのビー玉を落として下に到
達するまでの時間を計測した。留意点として、ビー玉全体が完全にアル
コールジェルの中に入ってから時間を計測することで、スタートのタイミ
ングを平等にした。また、10回計測し平均化することで、測定誤差を減ら
すように努めた。1分以上経過したものは1分以上と結果に記した。「脚
等の動かしやすさ」は、先述したインターネット上の動画を参考にした方
法により、3種類のジェルを使って、5人の大学生にアルコールジェル標
本を作ってもらい、脚や体の動かし方の違いを答えてもらった。「気泡の
入りやすさ」は、スクリュ管(50ml)の中にシリンジを使ってアルコー
ルジェルを注ぎ、8×8のマス(1マス当たり、4.375×9.75mmの大きさ)
にあてはめ、何マス分気泡が入っているのかの割合を(%)で求めた(図
1a)。

さらに、次の7つの方法で気泡を減少させることができるか実験した。

①注射器を使い、アルコールジェルの中に混入している気泡を直接取り除
く方法(図1b)、②常温のまま保存する方法、③プラスチックシリンジを
押す力を調整し、どのスピードが適しているのかを測定する方法、④プラ

スチックシリンジを使用せず直接容器からスクリュー管に注ぐ方法（図1c）、⑤各ジェルを冷凍庫にいれ標本を冷やす方法、⑥湯せんをして温める方法。今回、すべての実験で3種類のジェルを使用した。①、③、④は3回繰り返し調査し、②、⑤、⑥は1週間続けて観察した。

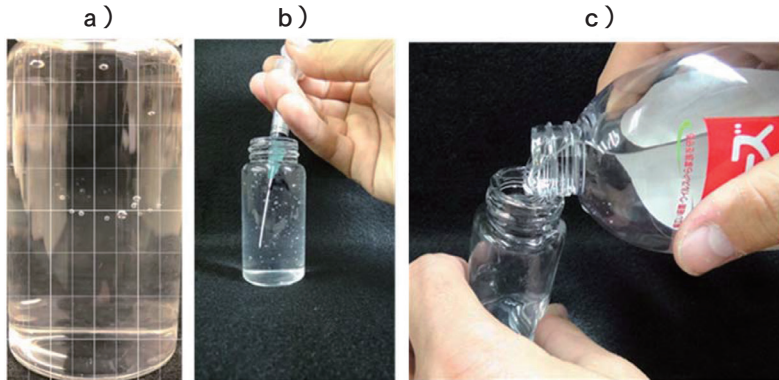


図1 アルコールジェルの評価方法

a) 気泡の数の測定方法、この場合、 $14/64=21.8\%$ となる。

b) 注射器で気泡を抜いている様子、c) 直接ジェルを注いでいる様子

(3) アルコールジェル標本に用いる昆虫種

小学校理科の教科書分析の結果を踏まえ、チョウ(モンシロチョウ等)、トンボ(アキアカネ等)、アリ(クロヤマアリ等)、バッタ(シヨウリョウバッタ等)の昆虫種を、それぞれ3種類のアルコールジェルを使って標本にした。

昆虫ごとの性質として、スクリュー管の中で白い霧を出すものや、色が落ちてしまう種がいたので、どの昆虫種が白い霧が出やすいのか、色落ちしやすいのかを観察した。白い霧は比較的白い霧が出にくいモンキチョウを基準に、「白い霧が出やすい」「白い霧が出にくい」「白い霧が出ない」の3種類に分けた。昆虫の色落ちも、モンキチョウを基準に「色が落ちやすい」「色が落ちにくい」「色が落ちない」の3種類に分けた。

小学校理科の授業で役立つ市販の消毒用アルコールジェルを用いた昆虫標本のつくり方

また、どちらの麻酔方法が良いかを検討するため、小学校教員志望の大学2年生31名を対象に、アリまたはダンゴムシをそれぞれ二酸化炭素で麻酔したものと冷凍保存したものの2種類を用意し、両方の標本づくりを行わせた後、どちらの方が「標本が作り易かったか」、「抵抗がなかったか」を尋ねた。

(4) アルコールジェル標本の有用性の検討

2017年11月、栃木県子ども総合科学館にて開催された科学フェスティバルに来ていた3歳～13歳までの子ども100名を対象に、アリのアルコールジェル標本作りを体験させた。アルコールジェルは手ピカジェルとミュージズを使用した。質問紙の内容は、「問1虫は好きか」、「問2標本作りは楽しかったか」、「問3虫がかわいそうだと感じたか」、「問4標本作りが難しいと感じたか」、「問5また作ってみたいと思ったか」である。回答方法は「とても」、「まあまあ」、「あまり」、「ぜんぜん」からの選択式とした。その他、問6で感想を自由記述させた。また、保護者にも感想を自由記述させた。

2018年1月、日本生物教育学会第102回全国大会においてコオロギのアルコールジェル標本を作製するワークショップを開催し、参加者へ質問紙調査を行った。標本の良い点と、改善した方がよい点をそれぞれ自由記述させた。なお、コオロギはエタノール液浸標本にした個体を、ジェルは手ピカジェルとミュージズを使用した。

3. 結果

(1) アルコールジェルの評価

粘度、脚等の動かしやすさ、気泡の入りやすさの実験の結果を、図2および表1に示す。3種類のジェルには粘度の違いがみられ、ミュージズが最も粘度が低く、パームビューティが最も高かった。また、粘度が高いジェルほど気泡が入り易い傾向がみられた。脚等の動かしやすさの実験では、手ピカジェルに対しては、否定的な意見が少なかったのに対し、ミュージズ

では（ジェルが柔らかいため）体を固定しにくく脚が動かしにくい、パームビューティーでは（ジェルが固いため）自由が利かず脚が動かしにくいなどの意見が挙がった。

また、今回気泡を減らすために行った実験の中で、効果があったものは、①注射器を使い、アルコールジェルの中に混入している気泡を直接取り除く方法（図3a）、②常温で、4日～8日待つ方法（図3b）、③アルコールジェルをそそぐ際に、なるべくゆっくりと注ぐ方法、④プラスチックシンジを使用せず直接容器からスクリュ管に注ぐ方法（図3c）、の4つであった。⑤冷凍庫にいれ標本を冷やす方法、⑥湯せんをして標本を温める方法では気泡が減ることはなかった。

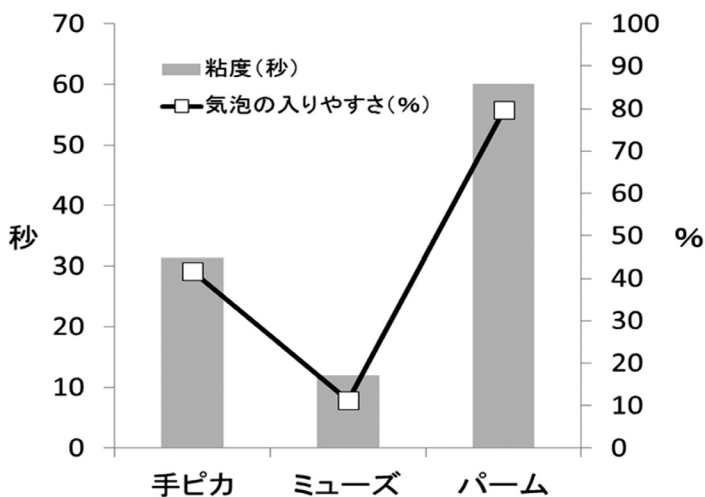


図2 粘度と気泡の入りやすさの関係

表 1 脚等の動かしやすさ

回答者	手ピカジェル	ミューズ	パームビューティー
A	特に不自由ない	体部分を動かそうとすると、動いてしまい固定しにくい	特に不自由ない
B	ジェルが固く、引っかかった	体部分を動かそうとすると、動いてしまい固定しにくい	特に不自由はない
C	特に不自由はない		脚を動かすにくかった
D	特に不自由はない		気泡が入る、作製するときの自由が利かない
E	特に不自由はない		気泡が入る、作製するときの自由が利かない

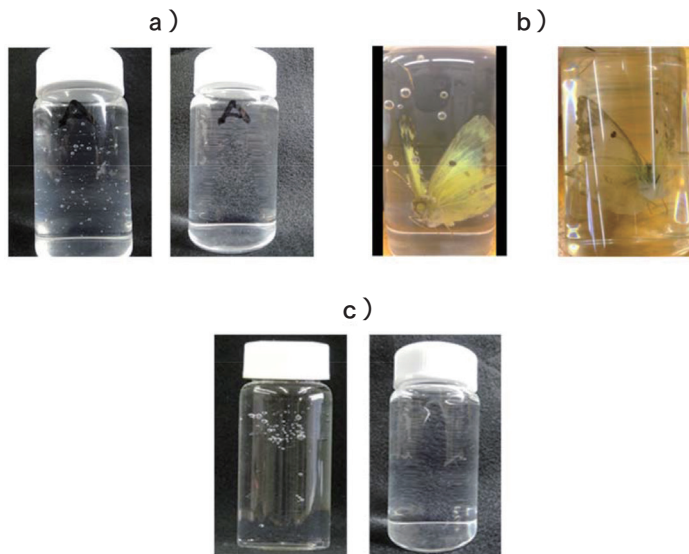


図3 気泡を取り除くのに有効な方法

a) 注射針で気泡をとる前(左)と後(右)の様子、b) アルコールジェルを入れた直後(左)と7日後(右)の気泡の様子、c) プラスチックシリンジを使って注いだ標本(左)と直接ジェルを注いだ標本(右)

(2) 昆虫種ごとの特徴

白い靨は、昆虫の口や、脚の節、腹の先から出てきた(図4)。バッタ

は白い霉が出やすく、チョウやトンボは出にくかった。アリは白い霉が出なかった。ジェルごとの特徴として、手ピカジェルとミューズはほとんど違いがなかったが、パームビューティーを使用することで白い霉を抑えることができた。しかし、バッタはどのジェルを使用しても、白い霉を抑えることはできなかった。また、昆虫を冷凍保存しても、二酸化炭素で麻醉をしても発生に大きな違いはなかった。



図4 昆虫から白い霉が出ている様子
左から、クルマバッタ、モンキチョウ、アキアカネ、クロヤマアリ



図5 作製してすぐの標本と7日間経過した標本の色落ちの様子
a) ショウリョウバッタ、体全体が茶色に色落している。
b) モンキチョウ、翅の部分が色落している。

小学校理科の授業で役立つ市販の消毒用アルコールジェルを用いた昆虫標本のつくり方

色落ちは、チョウの翅やショウリヨウバッタの体など色が鮮やかで濃いものから顕著にみられた。バッタが最も色落ちがしやすく、チョウやトンボは色落ちがしにくかった。アリは色落ちがみられなかった。ジェルごとの違いはほとんど見られなかった。

麻酔の方法の検討の参加者に関して、アリを使った標本を作った人数が18名、ダンゴムシの標本を作った人数が13名であった。「標本の作り易さ」に関しては、アリは「二酸化炭素」の回答が多かった（冷凍保存3名、二酸化炭素9名、変わらない2名、無回答4名）。一方、ダンゴムシについては、「冷凍保存」の回答が多かった（冷凍保存9名、二酸化炭素1名、変わらない1名、無回答2名）。「標本作りへの抵抗」に関しては、アリは「変わらない」の回答が多かったのに対して（冷凍保存3名、二酸化炭素1名、変わらない9名、無回答5名）、ダンゴムシは「冷凍保存」の回答が多かった（冷凍保存7名、二酸化炭素が2名、無回答4名）。

（3）質問紙調査

子ども対象のアンケートの結果として、問1「虫は好きか」に対して、「とても」（49人）、や「まあまあ」（38人）の回答が大半（87％）を占めていた。問2「標本作りは楽しかった」に対しては、「とても」（97名）の回答がほとんどであった。問3「虫がかわいそうだと感じたか」に対して、「とても」（31名）や「まあまあ」（45名）の回答が多かった。問4「標本づくりが難しいと感じたか」に対して、「とても」（12名）や「まあまあ」（32名）の回答が約半数（44％）を占めていた。問5「また作ってみたいと思ったか」に対して、「とても」（85名）や「まあまあ」（12名）の回答がほとんどであった。

上記の質問内容と重複しない感想として、「セミやカブトムシでも作ってみたい」、「バッタでも作ってみたい」といったほかの昆虫でも作ってみたいという意見が挙がった。また、保護者の意見として「家庭にあるもので簡単に作ることができて感動した」、「ぜひ家に帰って他の昆虫で行ってみたい」、「すごくいい体験ができた」という意見が挙がった。

日本生物教育学会全国大会にて行った質問紙調査の回答者50名の内訳は、高校生2名、大学生12名、大学院生4名、小学校教諭4名、中学校教諭4名、高校教諭17名、大学教諭7名、企業社員2名であった。良かった点の記述として多かったものは、「作製が簡単」(30名)、「観察しやすい」(21名)、「すぐに授業で使いたい」(5名)、「保存が簡単」(5名)、「昆虫が苦手な生徒でも作製できそう」(4名)、「安価」(4名)であった。少数派の意見として、「手が汚れなくて清潔」(1名)、「安全」(1名)があった。改善点の記述として、「脊椎動物や植物などの他の生物でも作れるようにしてほしい」(5人)や「生物を扱うので、児童と行う際は、命の大切さを教えておく必要がある(1人)」があったが、残りの44名は「特にない」という回答であった。

4. 考察

「粘度」「脚等の動かしやすさ」「気泡の入りやすさ」の結果を踏まえると、手ピカジェルやミュージアムがアルコールジェル標本の作製に適していると言える。だがミュージアムは気泡は入りにくいものの、柔らかいため体を固定しにくく脚が動かしにくいという意見があったことから、手ピカジェルを用いて気泡を取り除く方法が最適と思われる。気泡を減らすための方法として、注射器を使用する方法が効果的であった。しかしながら小学校低学年の児童が行う場合は危険が伴うため、ジェルをゆっくり注いだり、スクリー管から直接注ぐことで気泡が入るのを未然に防ぐ方が良いだろう。その他の留意点として、ジェルの使用期限が過ぎたものを使用すると、極端に粘度が低くなっていることがあった。したがって、標本を作るときには、なるべく購入してすぐのものを使用することが望ましい。粘度が高いジェルの方が気泡が入り易い傾向がみられた理由は不明であるが、粘度が高いジェルは気泡が抜けにくいいため、見かけ上気泡が入り易いという結果になったのかもしれない。

白い霧に関しては、昆虫種によって出やすさに違いが見られたが、パー

小学校理科の授業で役立つ市販の消毒用アルコールジェルを用いた昆虫標本のつくり方ムビューティのように粘度が高いジェルを用いることで抑えることができた。そのため、チョウやトンボのアルコールジェル標本作製の際は、パームビューティを用いることで白い霧が出るのを抑え、気泡を上述した方法で取り除くのも良いだろう。白い霧が出てしまう原因は不明であるが、チョウやバッタなど体長（特に腹部）が大きいものほど顕著であったことから、腹部等の体液が漏れ、標本の中で溜まっている可能性がある。クモなどではエタノール液浸標本でも同様の白い霧が見られることがあるが、アルコールジェル標本の方が粘度が高いため、白い霧が目立ちやすいと考えられる。

麻酔の方法に関して、アリは二酸化炭素の方が、ダンゴムシについては冷凍の方が作りやすいという回答が多かった。その理由として、アリは二酸化炭素で麻酔した方が脚を整えやすくなったこと、ダンゴムシは脚が短く整える必要がないので、完全に動かなくなる冷凍の方が作り易いと感じたと考えられる。冷凍することで、昆虫の動きを完全に止め、二酸化炭素のボンベや、ドライアイスを購入する手間を省くことができるメリットがある。一方、二酸化炭素で麻酔することで脚を整えやすく、よりきれいな標本作製することができるメリットがある。したがって、ショウリョウバッタやトンボなどの脚が長く整えやすいものは冷凍、アリやダンゴムシ、テントウムシなどの小さく脚を整えにくいものは二酸化炭素麻酔が良いだろう。日本生物教育学会全国大会の際、コオロギはエタノール液浸標本にした個体を用いたが、脚を整えやすかったことから、大型の昆虫についてはこの方法も良いと思われる。

子どもを対象とした質問紙調査の結果から、多くの子どもたちはアルコールジェル標本づくりを楽しみ、また作ってみたいと感じていたことが分かる。そのため、小学校3年生理科の昆虫学習の際、アルコールジェル標本づくりやそれを用いた観察を行うことで、学習意欲を引き出すことができると考えられる。一方で、標本作りが難しいと感じた子どもや、標本に使った虫に対してかわいそうと感じた子どもが多かったことから、クラ

スの児童の状況を踏まえて、実施を検討する必要がある。実施の際は、動画を利用して作製方法を分かりやすく説明することや、麻酔は教員が行うことはもちろん、昆虫を完全に気絶させ、スクリー管の中で動かなくさせる等の配慮が必要である。また、事前に、不要な殺生は避けるよう注意することや、標本作製の意義や麻酔を行う必要性を説明しておく必要がある。なお、山野井ら(2015)が報告しているように、児童がアルコールジェル標本作製しなくとも、作製済みの標本を利用することで、昆虫の体のつくりの理解が深まることが期待できる。

生物教育関係者を対象とした質問紙調査において、大部分が簡単に作製でき観察しやすいと回答したことから、今回のようなワークショップを開催することで、アルコールジェル標本は普及していく可能性があると考えられる。本研究で扱うことができなかった昆虫種やその他の生物についてもアルコールジェル標本にすることができるかどうかを検討していくことが普及の促進には必要となるだろう。

付記・謝辞

本研究は松本佳子および西山翔太両氏の白鷗大学教育学部卒業論文（平成26年度および27年度）を発展させたものである。また本研究の一部は平成28～30年度文部科学省科学研究費補助金・若手研究（B）（課題番号：16K21321、研究代表者：山野井貴浩）の助成を受けて行った。

本研究を進めるにあたり、昆虫の採集や実験、写真の撮影に協力いただいた山野井ゼミナールの皆様に感謝申し上げます。また、本研究に関わる質問に回答いただいた小粥隆弘氏（北杜市オオムラサキセンター研究員）ならびに馬場友希氏（農業環境変動研究センター主任研究員）に御礼申し上げます。

小学校理科の授業で役立つ市販の消毒用アルコールジェルを用いた昆虫標本のつくり方

引用文献

- 阿部なつの・山野井貴浩（2017）ハエとカは昆虫かどうかを考えることを通して昆虫の体のつくりの進化についての理解を深める小学校3年生向けの授業開発．日本生物教育学会第101回全国大会研究発表要旨集p.81.
- 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.
- Mugnai, R., Barbosa, J. V., Baptista, D. F. (2012) Building a zoological teaching collection of invertebrates using alcoholic gel. *Journal of Biological Education* 46 (2) : 110-116.
- 山野井貴浩・大坂里奈・及川貴也（2015）昆虫の体のつくりの理解を促すとともに進化的視点から考察を行う機会を提供する生物教材の開発～アリとアリグモの比較を通して～．*科学教育研究*39（4）：368-378.
- 山野井貴浩・佐藤千晴・古屋康則・大槻朝（2016）ゲンジボタルの国内外来種問題を通して生物多様性の保全について考える授業の開発．*環境教育*25（3）：75-85.