

沈水植物標本の作り方および理科教育に向けたその利用可能性

A method for preparing submerged aquatic plant specimens and its potential for use in the science education

加藤 将¹・内藤芳香²・鈴木朋弘²・志賀 隆^{1,2}

Syou Kato¹, Hanaka Naito², Tomohiro Suzui² and Takashi Shiga^{1,2}

Abstract

Submerged plants are the species that have adapted to living in under-water environments, such as lakes, ponds, and paddy fields. They have ecological, morphological, and structural characteristics that differ from those of terrestrial plants. In this report, we described an efficient method for the preparation of submerged plant specimens in detail based on the authors' techniques, and suggested its potential for use in the study of biodiversity in science education.

Key words: Submerged plants, specimen, biodiversity, environmental education, science education

1. はじめに

生命の多様性の理解は、理科の生物学分野の学びにおいて、その共通性の理解と並んで重要な事項の一つである。2006年に改定された教育基本法で環境教育が推進され、理科教育の学習指導要領においては、生物と環境の関わりや生物多様性の理解を高めるための学習項目が設置された。例えば、小学校理科においては第6学年の「生物と環境」、中学校理科では第1学年の「生物の観察と分類の仕方」や「生物の体の共通点と相違点」、第3学年の「生物の種類が多様性と進化」、そして高等学校生物の「生物の進化」といった項目が挙げられる。これらを通して、生物は色・形・大きさなどに違いがあり、環境と関わって生きていることを学ぶ。また、観察や実験などの結果を解釈し、共通性や多様性に気付くという一連の流れのなかで課題を解決する力を養い、科学的に探究する態度や生命を尊重する態度を

培うことがねらいの一つである。

我々は水生植物の系統分類学、進化生物学、保全生物学的な課題を研究するなかで、児童や生徒に植物の多様性を系統的・形態的・生態的に幅広く実感してもらい、理解できる理科教育教材として、沈水植物およびその標本作製に着目した。本稿では、詳しい解説がこれまでほとんどなかった沈水植物の標本作製方法を写真付きで解説するとともに、理科教育における利用可能性について議論する。

2. 沈水植物とは

草原や森林などの陸上環境に生育する植物に対し、湖沼・ため池・湿原・河川・水路・水田・湧き水などの水環境に生きる植物たちを一般的に水生植物という。水生植物には、水際に生育する種から水中や水面に生育する種まで含まれ、その生育場所と形から4つの生育形（抽水植物、浮葉植物、浮遊植物、沈水植物）に分けられる（例えば、生嶋1972、角野1994、2014、[図1](#)）。このなかで、沈水植物は根を土壌に固着させ、文字通り水に沈んで生活する植物であり（[図2](#)）、「水草」と一般的に呼ばれるもの

2021.10.25 受理

¹新潟大学教育学部

²新潟大学大学院自然科学研究科

沈水植物：①シャジクモ ③セキショウモ ⑤ミズオオバコ
 浮葉植物：②ヒシ ⑦ヒルムシロ
 浮遊植物：④トチカガミ ⑥マツモ ⑧イヌタヌキモ ⑩ウキクサ
 抽水植物：⑨コウホネ ⑫ミクリ ⑬ガマ ⑭オモダカ ⑭ヨシ

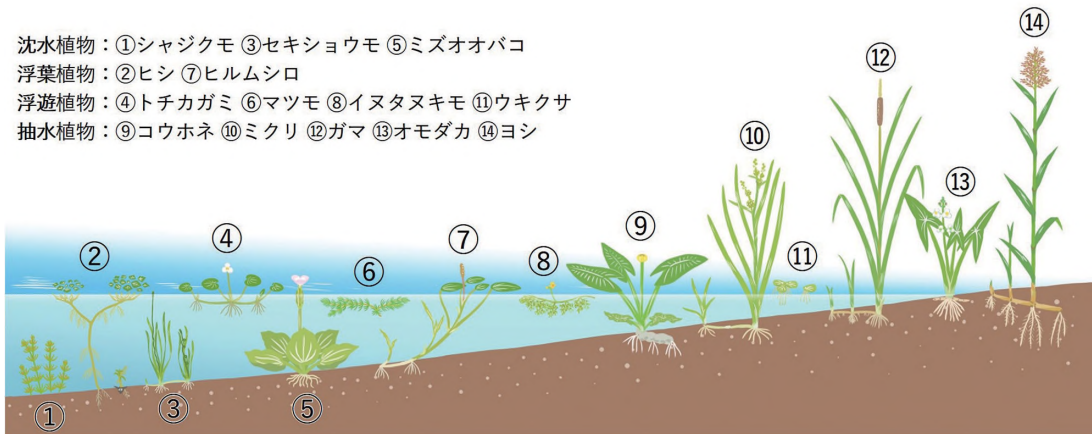


図1. 水生植物の生育形のイメージ図。湖沼やため池では水深が深くなるにつれて抽水、浮葉・浮遊植物、沈水植物と種が変化していく。イラストは、『水草ハンドブック』（志賀ら2018）より改変して引用したもの（CC-BY 4.0 ライセンス）。

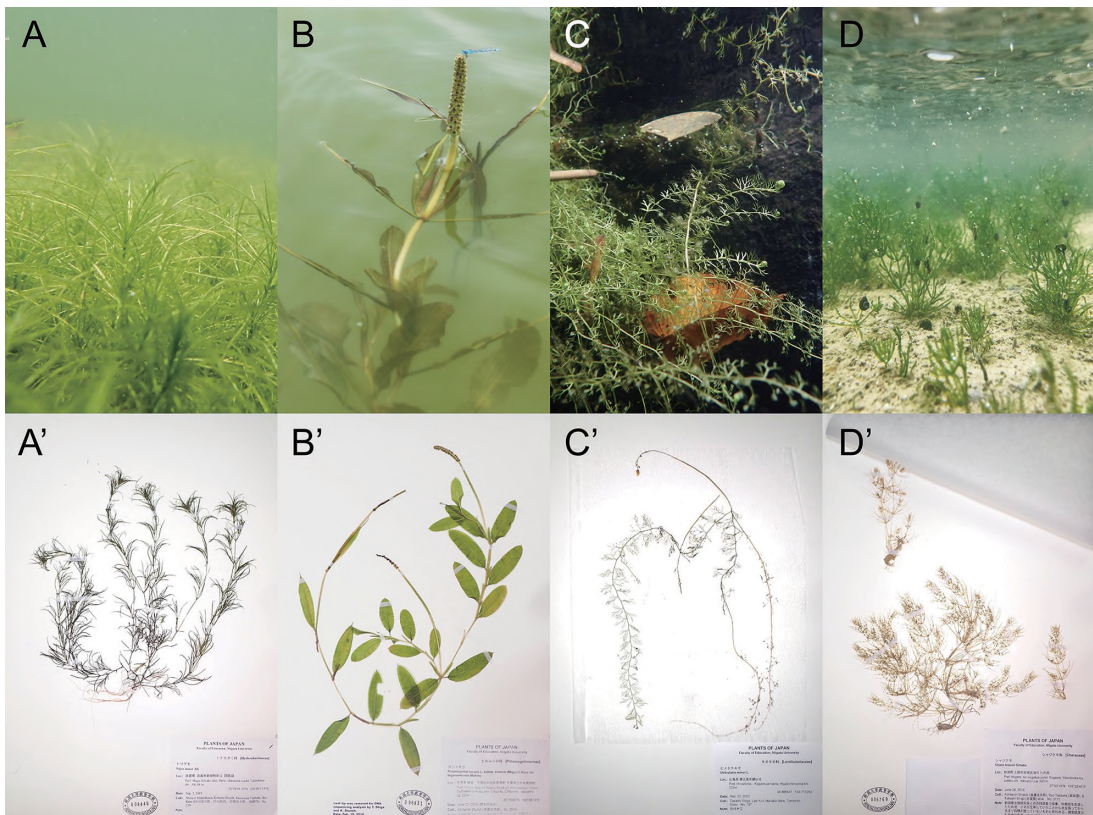


図2. 沈水植物が水中で生育する様子と押し葉標本。A: トリゲモ *Najas minor* (トチカガミ科)。B: ガシャモク *Potamogeton lucens* (ヒルムシロ科)。C: ヒメタヌキモ *Utricularia minor* (タヌキモ科)。D: シャジクモ *Chara braunii* (シャジクモ科)。A'~D': 上記それぞれの種の押し葉標本 [新潟大学植物標本庫 (NGU) 収蔵]。

表 1. 標本作製で使用する材料や道具とその概要.

材料・道具	サイズ・数量・調達方法など	用途	手順*
筆	平筆, 刷毛など (複数サイズあるとよい)。	植物に付着した泥や微細藻類を洗い落とす。	①
バット	A4～A3の紙が収まるサイズ (1～2枚)。	植物を広げるための水を張る。	②
水	水道水でよい。	水中で植物を広げる。	②
不織布	三角コーナー用の大きめのもの (1標本につき2枚)。	バットに敷き, 植物を広げた状態で上下から挟んで掬い上げる。	②
ピンセット	竹串や箸でも代用可。	特に繊細な植物や部位を広げる。	③
クッキングシート	ベーキングシートやオープンシートなどの名前前で販売されている調理用のもの。	不織布に張り付きやすい植物や部位 (花卉や寒天質を分泌するものなど) を挟む。	④
はさみ紙	新聞紙を半分に切ったもの (標本枚数分)。	水中で形を整えた植物を不織布ごと挟む。	⑦
吸水紙	チップボール (厚紙の1種) が便利。はさみ紙よりも大きいサイズ (標本枚数の2倍)。新聞紙を数枚重ねたものでもよい。	はさみ紙から湿気を吸い取り, 同時に植物体を平らにする。	⑧
ダンボール板	A3サイズ程度。波目は長辺に揃える (標本枚数分)。	吸水紙に吸い取った湿気をダンボールの隙間から逃がす。	⑧
押し板	A3サイズ程度で1cm厚程度 (最低2枚)。	乾燥する標本の束 (はさみ紙・吸水紙・ダンボール) を上下から挟む。	⑨
荷締めベルト	荷締め用バックル式ベルト (最低2本)。	押し板で挟んだ標本の束を締め, 圧をかける。	⑨
送風機	布団乾燥機があるとなおよい (1台)。	押し板で挟んだ標本の束の側面に風を当て, 湿気を強制的に乾燥する。	⑩
ポリ袋 (大)	ゴミ袋などでよい (1袋)。	袋の底を開けて筒状にし, 押し板で挟んだ標本の束と送風機を連結する。	⑩
養生テープ	幅5cm, 長さ50cm程度。ガムテープでもよい。	送風機とポリ袋を連結する。	⑩
ビニールひも	1～2m程度。荷締めベルトやガムテープなどでも代用可。	押し板で挟んだ標本の束とポリ袋を縛って連結する。	⑩
防虫剤・防湿剤	衣類用のものでよい。	虫による食害や湿気によるカビ等の繁殖から標本を守る。	⑬
チャックビニール袋	標本サイズに合った容量とサイズ。	標本と防虫剤・防湿剤を入れて保管する。	⑬

* 「4. 沈水植物標本の作り方」で材料・道具を使用する手順の番号.

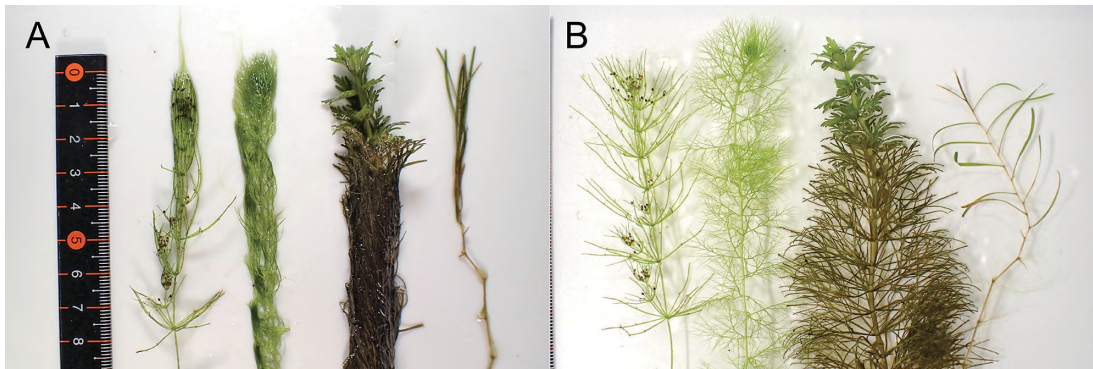


図3. いろいろな沈水植物のからだ。A: 水中から取り出した状態。B: 水中で葉が広がっている状態。種は、AとBともに左からシャジクモ、フサタヌキモ *Utricularia dimorphantha* (タヌキモ科)、キクモ *Limnophila sessiliflora* (オオバコ科)、ツツイトモ *Potamogeton pusillus* (ヒルムシロ科)。

である。また、水生植物は、上記4つの生育形をとる維管束植物(種子植物とシダ植物)を指す場合と、生育形が沈水植物と同様である大型藻類(車軸藻類や淡水紅藻類)まで含める場合がある。湖沼やため池の植物相調査などの研究では、大型藻類も水環境における一次生産者の一員であるという生態学的視点から水生植物として捉えられることが多い(例えば、環境省自然環境局生物多様性センター 2017, 志賀ら 2018, Poikane et al. 2018, 加藤ら 2020)。本稿における沈水植物も、この視点に基づき、大型藻類を含めたものとして紹介する。

3. 植物標本の作製と沈水植物

自然科学分野の研究において、標本は最も重要な試料の一つである。標本は、研究の結果を反証可能な証拠として残すという科学的に重要な役割を持ち、例えば分類学では模式標本(タイプ標本)などとして、生態学的研究では生物の分布や野外調査結果の証拠として残される。また、様々な種の標本が多く蓄積されることにより、地域間や年代間での分布・環境の変化を捉えることもできる。さらに、標本は博物館の展示や教育・普及活動などにも広く活用されている。

生物を標本として保存する方法は様々あるが、植物の場合、コケ類を除いて基本的に「押し葉標本(さく葉標本)」として残される(図2)。押し葉標本は、立体的な構造を平面状に乾燥させて台紙に貼るだけのシンプルなものであるため、作製・観察・移動・保管が容易という多くのメリットを兼ね備えている方式である。押し葉標本の作製方法は、様々な書籍や文献で紹介されているが(例えば、大阪市立自然

史博物館 2007)、植物は種によって形・大きさ・複雑さ・固さ・丈夫さ・乾きやすさなどが異なるため、これらの性質に応じた効率的な標本作製のテクニックが個々の研究者により考案されている。しかし、標本の作製方法は、研究論文において本筋に関わらないことが多いため、詳しく記述されることが少ない。水生植物のなかでも沈水植物は特に柔らかく繊細なからだ(図3)を持つため、これらに関する標本作製方法は一般的なものと大きく異なるが、詳しく説明されたことは同様にほとんどない。そこで本稿では、水生植物の分布調査や系統分類学を専門として数多くの標本作製している著者らが用いている手法を詳述するとともに、沈水植物標本の適切かつ効率的な作製方法を解説する。

4. 沈水植物標本の作り方

4-1. 作製の概要

押し葉標本の作製は、「植物の形を整え、圧力をかけながら乾燥し、標本台紙へ貼り付けて、ラベルを貼付する」のが植物全般に共通する基本的な流れである。このうち、本稿では植物の整形から乾燥までについて、沈水植物の標本作製に特化した方法を解説する。沈水植物の標本作製にあたり特別高価な材料・道具は必要なく、一般に購入できるもので行うことができる。表1に必要な材料と道具を示した。

4-2. 作製の手順

4-2-1. 植物体の整形

固くて丈夫な茎や葉を持つ一般の陸生植物や、水生植物の抽水植物(ヨシ、マコモ、オモダカなど)は、新聞紙などの上で植物体を広げて形を直接整えるこ

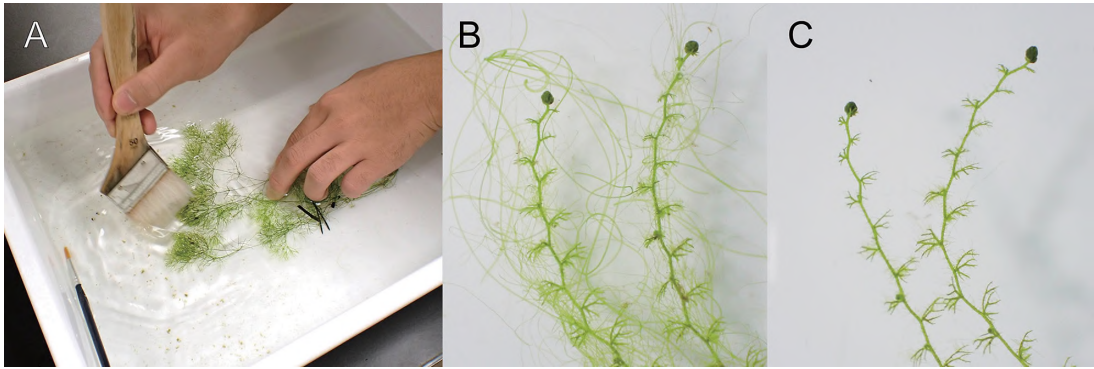


図4. 植物体の汚れなどを取り除く。A: 筆で植物体を洗う様子。B: ため池で採集した沈水植物（ヒメタヌキモ）にアオミドロ類（糸状緑藻）が絡みついている様子。C: 可能な限り筆で洗浄した植物体。

とができる。しかし、ほとんどの沈水植物は、柔らかく繊細な構造を持っているため、水中から取り出すと濡れた状態ですばまってしまう（図3）。そのため、陸生の植物と同じように新聞紙などの上で展開するのは非常に難しく、植物体が壊れたり、乾いたりしてしまう。そこで、沈水植物の標本を整形する作業は水中で行う。なお、植物の標本作製では、現地で植物体を一度新聞紙等に挟んで圧をかけて時間を置き（仮押し）、植物体がしんなりしたところで、固くて広げることが難しかった葉や茎を整形する（押し直し）というステップを踏むことが多いが、沈水植物では押し直しはほぼ不可能である。

手順

- ①植物体の汚れなどを取り除く（図4）。多くの場合、沈水植物の植物体表面には泥や微細藻類（糸状緑藻、珪藻類）などが付着しているため、絵筆などを使って極力落とす。微細藻類の種によっては植物体の表面に強固に付着しており、全てを除去することは不可能なので、この作業は標本が壊れない程度に留める。特に車軸藻類は植物体が非常に壊れやすいので注意が必要である。
- ②バットに水を張り、不織布を沈める（図5）。水深は1 cm程度にする。深いと葉を広げるのが難しく、また⑤で水から引き上げる作業の際に形が崩れやすくなる。
- ③不織布の上に植物体を浮かべて広げる（図5, 6）。全体的（根・葉・茎）に形を整えたあと、ピンセットなどで葉を特に綺麗に広げる。
- ④整形した植物体の上から不織布、またはクッキングシートを被せる（図7）。不織布の方が水に沈

むため、⑤の水からの引き上げ作業を行いやすい。一方、クッキングシートは表面が平滑なので、乾燥後に植物体から非常に剥がしやすい。乾燥後の植物体が特に壊れやすい種類（主に車軸藻類）の標本を作る際に使用するとよい。

- ⑤不織布に挟まれた植物体を水から引き上げる（図7）。不織布の上辺を両手で摘んで左右に張り、バットの上端を滑らせるように引き上げるとよい。
- ⑥不織布と植物体の水を切る（図8）。新聞紙に挟んで吸水させたり、傾けたワイヤーネットなどに数分間置くなどして水を切る。このステップは必ずしも必要ないが、水を切っておくと速く乾燥させられる。
- ⑦はさみ紙（新聞紙）に不織布ごと植物体を乗せて、挟む（図9）。はさみ紙に挟んだ状態で保管することが多いので、はさみ紙の表に採集日・採集地・採集者・種名などの採集情報をメモしておく。なお、このとき左開きか右開きかのどちらかに統一するとよい。
- ⑧乾燥作業の準備をする（図10）。ダンボール板、吸水紙、植物体入りのはさみ紙、吸水紙、ダンボール板の順に重ねる。標本作製する分、これらのセットが積まれていく。

4-2-2. 標本の乾燥

植物は一般的に乾燥から身を守るための表面構造（クチクラ層）や水分を調節する構造（気孔）を持っているが、多くの沈水植物はこれらの構造を持たない。そのため、空気中に置くとすぐに（夏の晴天時では数分で）枯死してしまうが、その分標本の乾燥

は容易である。乾きにくく分厚い陸生の植物では、カビ等の繁殖を防ぐため乾燥の最中に吸水紙を何度も交換する必要がある、完全に乾燥するまでに1週間以上の時間がかかることもあるが、沈水植物の場合、送風機を使用する以下の方法で数時間～1晩で完了することができる。

手順

- ⑨未乾燥標本の束(⑧)を2枚の押し板で挟み、荷締めベルトできつく縛る(図11)。圧をかけて植物体を押すことが目的なので、荷締めベルトがない場合、重しを載せてもよい。
- ⑩送風機と標本の束を、底を開いて筒状にしたポリ袋で連結する(図12)。送風機とポリ袋の連結部分は隙間がないように養生テープで連結する。また、標本の束はポリ袋に入れ、周りから荷締めベルトやビニール紐で縛り、連結する。
- ⑪送風機の電源を入れ、完全に乾燥するまで送風を続ける(図12)。植物体の水分が上下の吸水紙に吸われ、ダンボール板の隙間から逃され、乾燥する仕組みである。このとき、⑩のステップで隙間なく連結できれば、送風機から送られる風をダンボールの隙間に最大限通すことができ、速く乾燥できる。季節や種類にもよるが、だいたい12時間程度で完全に乾燥する。布団乾燥機を使うことができれば数時間程度で乾燥する。
- ⑫乾燥が終わったら、不織布から植物を剥がし、はさみ紙に植物と共に標本ラベルを挟む(図13)。不織布から植物を剥がす際は、壊さないよう慎重に行う。なお、不織布を剥がさない状態のまま保管してもよい。
- ⑬チャック付きビニール袋に防虫・防湿剤を入れた状態で保管する(図13)。直射日光が当たらない場所、温度が上がらない場所で保管するよう気をつける。

4-2-3. 標本ラベル

標本ラベルは、標本がいつ、どこで、誰に採集され、どのような状況で生育していたかに関する情報を知るための情報源であるため、生物標本に必須である。水生植物の標本ラベルに記載する情報は、陸上の植物を含め他の生物の標本と基本的に同じである。必要最低限の項目として、採集地名、採集者名、採集年月日を必ず記載する。これらに加え、種の科名・和名・学名・同定者・採集地の緯度経度・標高・生育環境・その他の備考などの項目を作り、

可能な限り記入する(図13)。沈水植物の標本では、生育していた水深を生育環境や備考の項目に記入しておくことも重要である。日本語または英語のみの表記でもよいが、両方を併記すると、国際的な利便性が高まる。また、漢字の読み仮名としても機能する。ラベルへの記入は手書きでも活字印刷でもよいが(印刷後に手書きで追記しても問題ない)、いずれの場合も耐水性の高いインクを使用する必要がある。なお、ラベルの大きさやデザイン、文字のサイズについて国際的に統一された様式はないが、一般的に縦6～9cm・横9～13cm程度で作られる。

4-2-4. 標本の保管

押し葉標本は、標本(植物遺体)を食害する虫(タバコシバンムシ等)の侵入や、湿気によるカビ類の繁殖によりダメージを受けやすく、ときには丸ごと消失することもある。そのため、標本は、除湿剤と防虫剤を同封し、チャック付きビニール袋等で密閉した上で、直射日光が当たらない場所で保存する。乾燥した生物のDNAは徐々に断片化していくため、時間経過とともにPCR等のDNA解析が難しくなる。将来的にDNA解析を行うのであれば、葉の断片を採取し、乾燥させた状態で冷凍保存しておくことでDNAの劣化速度は抑えられる。標本庫によっては、一般からの標本の寄贈を受け入れている。インターネット等で下調べした上で、標本庫を持つ大学、博物館、植物園等に直接問い合わせる相談するとよい。

4-3. よりよい標本を残すための留意点

よりよい標本とは、作製者自身の目的のためだけでなく、第三者が利用するとき学術的資料としての利用価値が高い標本のことである。ラベル情報を含め、一枚の標本につまっている情報が多いほど利用価値が高い標本と言える。作製する際、以下の点に留意するとよい。1)種の識別点となりうる形態形質(花、果実、種子、殖芽、葉、茎、根、地下茎など)ができる限り揃っている個体を標本にする。特に分類学的な利用価値が高くなる。2)採集した状況に関する情報(緯度経度などの地理情報、生育環境の様子など)を可能な限り、標本ラベルに記述する。特に生態学的な利用価値が高くなる。3)採集後なるべく早く作製する。特に沈水植物は、他の植物に比べて速く傷む。すぐに作製できないときは、水を切ってチャック付きビニール袋に入れた状態で冷蔵庫(約4℃)で保管するとよい。

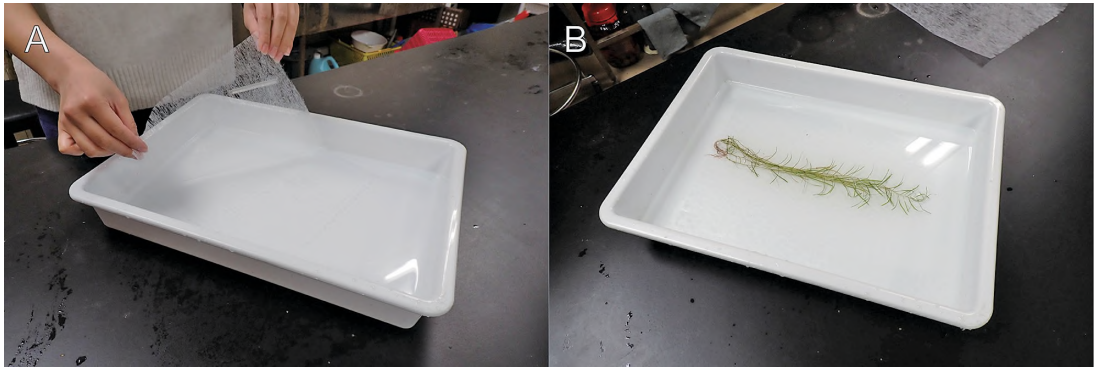


図5. 植物体を水中で展開する準備. A:水を張ったバット(水深1cm程度)に不織布を沈める様子. B:その上に沈水植物(種はツツイトモ)を置いた様子.

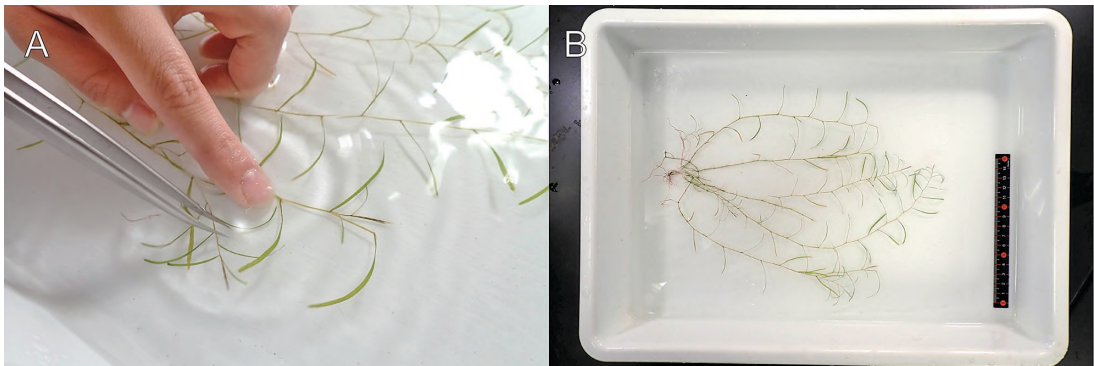


図6. 植物体の展開. A:指とピンセットで細部を広げる様子. B:根・葉・茎を広げて形を整えた植物体.

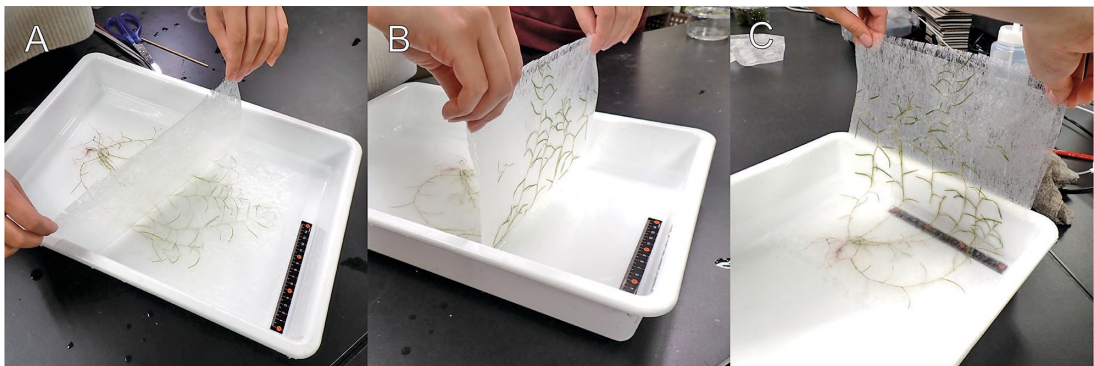


図7. 植物体の引きあげ. A:整形した植物体の上から不織布を被せる様子. B・C:不織布の上辺を両手で摘んで左右に張り,不織布に挟まれた植物体を水から引き上げる様子.バットの先端を滑らせるように引き上げると水がよく切れる(C).

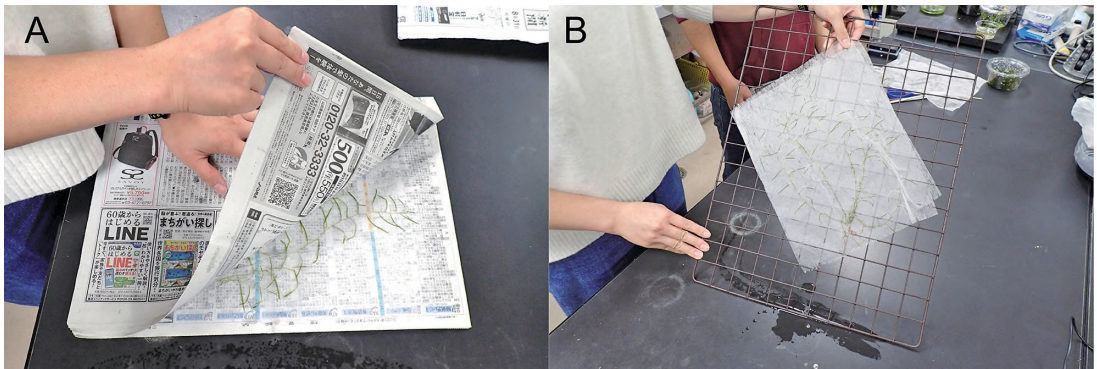


図8. 不織布と植物体の水切り。A: 新聞紙に挟んで水分を吸水する様子。B: 傾けたワイヤーネットに置いて水を切る様子。

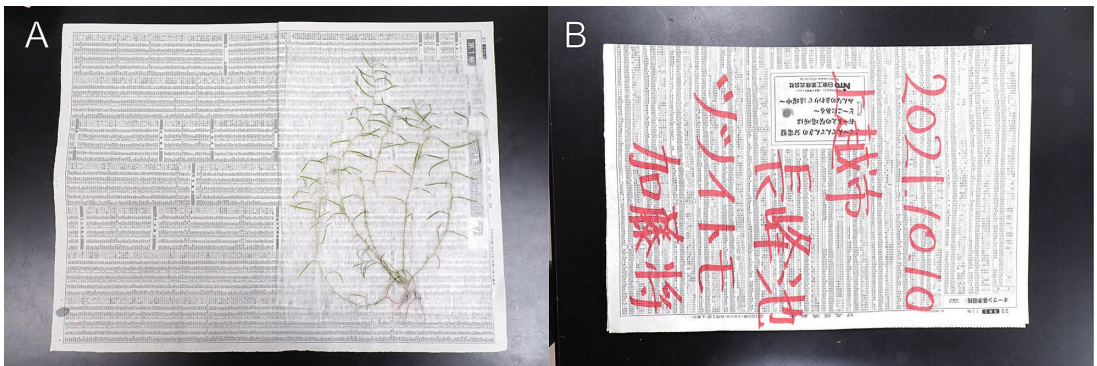


図9. はさみ紙に挟んだ未乾燥の標本。A: 不織布に挟まれた未乾燥の植物体をはさみ紙(新聞紙)に乗せた様子。B: はさみ紙の表にメモした標本の採集情報(採集日・採集地・種名・採集者)。



図10. 植物体を乾燥する準備。A: ダンボール板・吸水紙・植物体入りのはさみ紙・吸水紙を繰り返して重ねていく様子(一番左は押し板)。B: Aのセットを繰り返して重ねて積んだ状態。

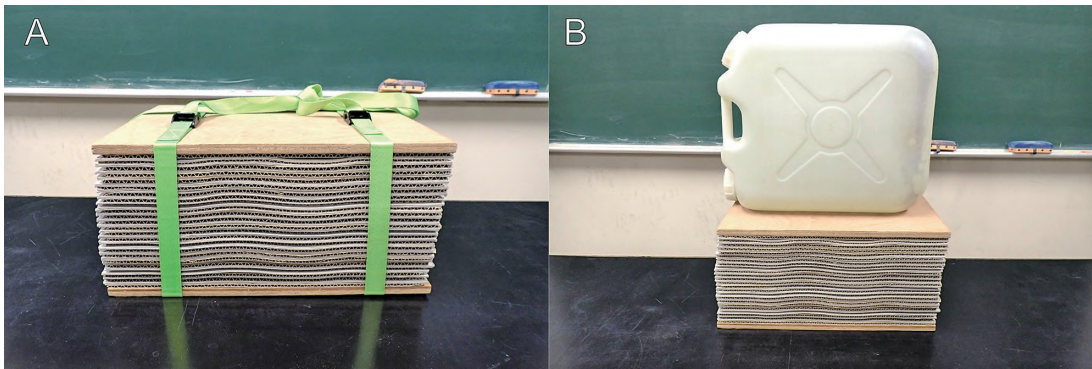


図11. 植物体に圧をかける。A:上下2枚の押し板で未乾燥標本の束を挟み、荷締めベルトで縛った様子。B:水が入ったポリタンクを重しとして乗せている様子。

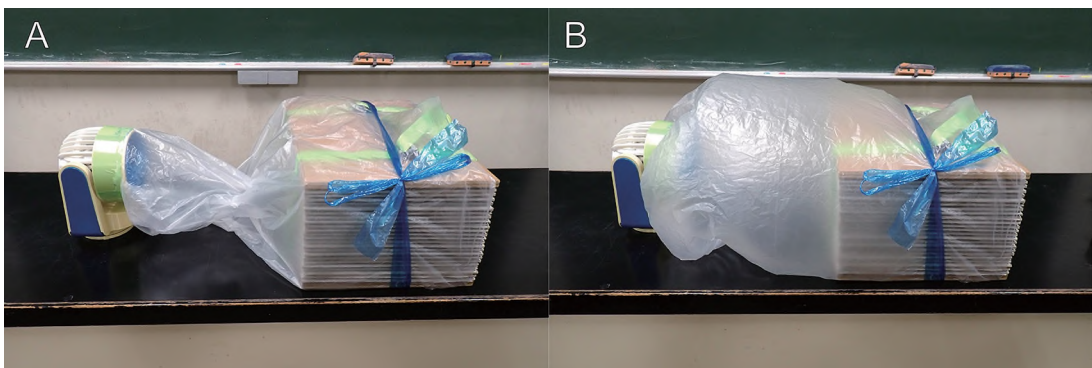


図12. 送風機を用いた乾燥。A:送風機と標本の束を、底を開いて筒状にしたポリ袋で連結した様子。B:送風機の電源を入れ乾燥を行っている様子。



図13. 標本ラベルの挿入と保管。A:乾燥済みの標本に標本ラベルを添付した様子。B:標本ラベル(ラベルの様式は新潟大学植物標本庫で採用しているもの)。C:防虫剤・防湿剤とともにチャック付きビニール袋に入れた標本。

5. 理科教育における利用可能性

水生植物の標本作製の過程には、小学校・中学校・高等学校の理科教育における生物多様性に関する学習項目の理解を助け、深めることができる事柄が含まれている。以下に、理科教育に向けた教材として利用例を提案する。

小学校では、「身の回りの生物（第3学年）」と「生物と環境（第6学年）」の項目において、生き物の体のつくりや生活を観察し、色・形・大きさに多様性があること、環境と関わり合って生きていることを学ぶ。植物を学習するなかで水生植物を紹介し、魚やカエルといった水生動物だけでなく、植物にも水中の環境で生活する種類がいることを伝えることで、生物の生態的な多様性をより深く理解させることができるだろう。近年、「学校ビオトープ」が環境教育の場に取り入れられる事例が増えており、その中で造成された池にやってくる動物（鳥類、トンボ類、カエル等）や水辺に生える植物が学習の材料として観察されている〔例えば、阪神・都市ビオトープフォーラム 1999, 上甫木・梶原 2000, 千葉県生物多様性センター HP (URLは引用文献リストに記載)〕。しかし、その水中に出現する沈水植物が注目されることはあまり多くない。ここで沈水植物にも着目し、採集と標本作製を学習に取り入れることで、手にとり、じっくりと見る機会が必然的に生まれる。これにより、普段の生活で触れる陸生の植物とは明らかに異なる柔らかさ、繊細さ、乾燥のしやすさなどを沈水植物が持っていることを体験させ、植物の形態的・構造的な多様性を感覚的に理解させることができる。また、沈水植物は、陸生の植物とは違って植物体の表面に小動物や微生物（アオミドロの仲間や珪藻類等の微細藻類、原生動物、巻貝類やその卵、魚類の卵等）が付着して生活しており、植物体の表面に小さな生態系を形作っている。標本作製する際に実体顕微鏡でその様子を観察するだけでも、ビオトープでの生態系を俯瞰した観察に加え、生物と生物の関わりがマイクロなスケールでも存在することを伝えることができるだろう。

中学校では「いろいろな生物とその共通点（第1学年）」の項目において、生物の共通点だけでなく相違点を見いだす観察、実験を行う。また、「生物の種類と多様性と進化（第3学年）」では、生物が持つ環境に適応的な特徴に触れ、進化の証拠とされる事柄や進化の具体例を扱う。上述したように、沈水植物は、その他陸生の植物と明らかに異なる水中に特化した生態的・形態的・構造的な特徴を持つため、

相違点を理解するためのよい教材になる。沈水植物は、一見して陸生の植物と大きく異なる形を持っているように見えるが、根・葉・茎といった植物体の基本構造や、根の張り方・葉脈・維管束、花の構造などは共通している。一方で、水分やガス交換を行うための構造である気孔を持たない。また、浮力がある水中では重力に耐える必要がないため、空気中では自立できないほど植物体が柔らかく、水流を受け流せるよう基本的に葉がしなやかで細い。これらのような陸生の植物との相違点が沈水植物にある理由を生態的な違いから考察し、生物と環境の関わりや環境への適応について考える機会を与えることができる。このとき、標本の作製を学習に取り入れ、植物体に直接触れて観察することで、実体験に基づいた思考と議論が可能になる。

高等学校の生物では、学習において進化の視点にとりわけ重視されている。沈水植物は陸上で多様化した植物が水環境に戻って進化したものであることに着目すれば、適応進化を具体的に学習する材料になる。例えば、沈水植物は、水分の蒸発を防いで乾燥から身を守るためのクチクラ層を持たないという点で、陸生の植物と大きく異なる。クチクラ層は高等学校で学習する植物の構造だが、植物が陸上環境に進出した際に獲得した重要な形質である。標本作製を行うなかで、沈水植物の乾燥しやすさを体験することにより、多くの植物がクチクラ層を持っている適応的意義を実感する機会を与えることができるだろう。また、陸生の植物と沈水植物の乾燥の速さを測る簡単な実験や、葉の表面と切片の観察を組み合わせた授業を行い、構造的な違いがある理由を進化生物学的に考察するような授業が可能である。このほか、学校ビオトープ・校庭・地域の自然などにおいて水生植物をはじめとした標本を定期的につくり、学年を越えて蓄積することで、生育する植物種の経時的な変化を捉えることができ、高等学校の生物基礎で取り扱う「植生と遷移」の学習内容を体験的に理解することにも繋げることができるだろう。

学校ビオトープに沈水植物が生育している学校以外では、その調達が困難なように思われるが、近隣に沈水植物が生育している湖沼・ため池・水田・河川・水路等があれば、夏季に採集することができる。水生植物採集の方法や注意点は、著者らが発行した『水生植物相調査のガイドライン』（加藤ら 2020）に詳しいので参照されたい。また、水草を水槽に植えて鑑賞する「水草アクアリウム」用に多くの種類が販売されている。自然界で採集したものに比べて

環境教育の要素は低くなるが、購入して授業に使用することもできる。採集等で得た沈水植物の多くは栽培して維持できるため、年度を越えた観察も可能である。

6. おわりに

水生植物の特徴および生物学における標本とその役割を紹介し、詳細な説明がこれまでほとんどなかった沈水植物の標本作製方法を著者らのテクニックを混じえて解説するとともに、理科教育の生物多様性の学習における利用可能性を提案した。本稿では、主に学習効果についての側面から理科教育への利用可能性を提案したが、標本を作製し蓄積することは、教材を利用する教員にもメリットがある。理科室や図書室等に標本を準備しておけば、時間を割いて現場に行かずにして現物（植物）を見せることができ、教員間や学校間などでの貸し借りも可能である。

今後、研究授業等で、標本作り、観察、陸生植物との共通点や相違点についての考察といった学習を実践し、子どもたちの反応や理解度をはかることで、理科教材としての水生植物の意義を確認し、理科授業への展開に向けての課題の抽出をしていく必要がある。学校ビオトープなどにおいて標本を定期的に作ることは、自然を継続的に観察することの重要性を理解させることにも繋がる。そのため、小学校の「総合」の時間や、小・中学校・高等学校における生物部などのクラブ活動の課題の一つとして扱うこともできるだろう。

謝辞

本稿をまとめるにあたり新潟大学教育学部植物学教室のメンバーに貴重な助言をいただいた。本研究の一部はJSPS科研費（研究課題20K20715、21H00620）の助成を受けて行われた。

引用文献

千葉県生物多様性センター. 学校ビオトープ事例集. 千葉県環境生活部自然保護課. (https://www.bdcchiba.jp/publication/biotope_jireisyu/biotjir_index.html 2021年10月20日確認)

- 阪神・都市ビオトープフォーラム (1999) 学校ビオトープ事例集 一人・自然とつながる校庭づくり―. トンボ出版, 大阪. 119 pp.
- 生嶋 功 (1972) 水界植物群落の物質生産 I―水生植物―. 共立出版, 東京. 112 pp.
- 角野康郎 (1994) 日本水草図鑑. 文一総合出版, 東京. 178 pp.
- 角野康郎 (2014) ネイチャーガイド 日本の水草. 文一総合出版, 東京. 328 pp
- 上甫木昭春・梶原優美 (2000) トンボとチョウの出現からみた学校ビオトープのランドスケープデザインに関する研究. ランドスケープ研究 64: 621-626.
- 環境省自然環境局生物多様性センター (2017) モニタリングサイト1000 陸水域調査湖沼: 水生植物調査マニュアル 第2版. 省自然環境局生物多様性センター, 富士吉田. 30 pp. (http://www.biodic.go.jp/moni1000/manual/lakeAquaticPlants_manual_ver1.pdf 2021年10月20日確認)
- 加藤 将・首藤光太郎・志賀 隆 (2020) 水生植物相調査のガイドライン (ver. 1.00). 新潟大学教育学部, 新潟. 70 pp. (<http://wetlands.info/tools/guidebook/guideline4survey/> 2021年10月20日確認)
- 大阪市立自然史博物館 (編). 2007. 標本の作り方―自然を記録に残そう―. 東海大学出版会, 秦野. 190 pp.
- Poikane, S., Portielje, R., Denys, L., Elferts, D., Kelly, M., Kolada, A., van den Berg, M. (2018) Macrophyte assessment in European lakes: Divergent approaches but convergent views of 'good' ecological status. *Ecological Indicators* 94: 185-197.
- 志賀 隆・首藤光太郎・横川昌史・加藤 将・稗田真也・倉園知広・山ノ内崇志 (2018) 水草ハンドブック. 新潟大学教育学部, 新潟. 64 pp. (http://wetlands.info/tools/guidebook/hydrophyte_handbook/ 2021年10月20日確認)