福井大学リポジトリ
UNIVERSITY OF FUKUI
REPOSITORY

オオアレチノギクとヒメムカシヨモギのすすめ単元「植物の水の通り道」に適した身近な生物教材

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2018-02-02 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 西沢, 徹 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10098/10352

福井大学初等教育研究　2017，第3号，pp.45－51

研究論文

オオアレチノギクとヒメムカシヨモギのすすめ 単元「植物の水の通り道」に適した身近な生物教材

福井大学教育学部　西　沢　　徹

オオアレチノギクとヒメムカシヨモギは，ともにキク科ムカシヨモギ属の植物で，空き地や路傍などの身近な環境で目にすることができる植物である。入手が容易である点と，茎の維管束の組織が大きく観察しやすい特徴をもつことから，学校教育における生物教材としての利用価値は高い。本稿では，これらの植物を小学校第6学年と中学校第1学年で学習する「植物の水の通り道」の単元で教材として有効に活用できるように，市販の「植物染色液（ナリカ）」を用いた観察試料の適切な作成条件について検討を行った。観察の対象とする部位は教科書の学習内容に対応させて，茎の横断面と縦断面，葉柄の横断面の3カ所とし，それぞれについて，水の通り道となる維管束組織が明瞭に認識できる観察試料となるような染色液の濃度と吸水させる時間の関係を調べた。一方，根の断面はやや観察しにくいことから，葉や茎の観察結果と根のはたらきをむすび付けてとらえることができるように，留意すべき点について考察を行った。

キーワード：生物教材，小学校理科，中学校理科，植物染色液，維管束，デジタル顕微鏡写真

Ⅰ．はじめに

植物の体のつくりと働きについて，「水の通り道」に関する学習内容は現行の学習指導要領では小学校第6学年および中学校第1学年に配当されている[1, 2]。この内容構成は，平成29年3月に公示された次期学習指導要領でも踏襲された。この「小学校学習指導要領第2章第4節理科」では，「第2　各学年の目標及び内容」の第6学年の内容「B 生命・地球 (2) 植物の養分と水の通り道」において，「植物について，その体のつくり，体内の水などの行方及び葉で養分をつくる働きに着目して，生命を維持する働きを多面的に調べる活動を通して，次の事項を身に付けることができるよう指導する。」とある。具体的には「ア　次のことを理解するとともに，観察，実験などに関する技能を身に付けること。（途中省略）(イ) 根，茎及び葉には，水の通り道があり，根から吸い上げられた水は主に葉から蒸散により排出されること。」とされた[3)]。また，「中学校学習指導要領第2章第4節理科」では，「第2　各分野の目標及び内容」の第2分野の内容「(3) 生物の体のつくりと働き」において，「生物の体のつくりと働きについての観察，実験などを通して，次の事項を身に付けることができるよう指導する。」とある。具体的には「ア　生物の体のつくりと働きとの関係に着目しながら，次のことを理解するとともに，それらの観察，実験などに関する技能を身に付けること。（途中省略）(イ)植物の体のつくりと働き　㋐葉・茎・根のつくりと働き　植物の葉，茎，根のつくりについての観察を行い，それらのつくりと，光合成，呼吸，蒸散の働きに関する実験の結果とを関連付けて理解すること。」とされた[4)]。小学校および中学校のいずれにおいても，学習内容そのものには現行の学習指導要領の内容と大きな変化はない。観察や実験に基づいた理解の充実は現行の学習指導要領でも謳われているが，一方で，次期学習指導要領では，内容の理解に加えて，「観察，実験などに関する技能を身に付けること。」という表現に改められている。科学的な探究能力を育成する上で，子どもたち自らが手を動かして，自発的に学びに取り組む姿勢がより重視されている。したがって，生命領域において実感を伴った理解を図るためには，子どもたちが生物の示す活動を“生きている”というダイナミック（動的）な視点からとらえることができるように，生の，生きている実物の生物教材を活用した授業展開をより一層充実させていくことが求められる。

この単元に関連して，理科を専門としない，特に小学校の教員から寄せられる声として，「教科書で扱っている材料（主にホウセンカ）以外で，教材として代用できる植物にはどのようなものがあるか」，さらに「教科書で紹介されている食紅や赤インクを混ぜた水の吸い上げが悪く，上手く染色されない」という問い合わせが多いことを先の報告において述べた[5, 6, 7)]。そこで先行研究では，これらの課題を解決する目的で，(1)身近な環境から入手可能な11種の野草を対象に，維管束の観察に適しているか，(2)市販の「植物染色液（ナリカ）」を利用してこの11種の植物で観察を行う場合に，最適な染色時間と染色液の希釈濃度を明らかにする，の2つの観点から教材としての適性を評価し，その結果を報告した[7, 8)]。

本学の学部専門科目である「理科実験観察法」は，小学校教員免許の取得が卒業要件となっている初等教育コースの学生に必修科目として開講している科目である。この科目は，副免で小学校教員免許の取得を希望する，理科以外の教科を専攻する中等教育コースの学生の

一部も受講している。オオアレチノギクやヒメムカシヨモギはこの授業において，植物の維管束のつくりとはたらきを学ぶ教材として活用しており，この実績から，小学校や中学校の本単元でも活用できるポテンシャルを備えていることを経験的に把握している。オオアレチノギクは先行研究で適性評価を行った11種の植物の一つであるが，先行研究の実施時には，成長期の個体を用いた条件検討が行えず，この植物に関する十分な適性評価を行うことができなかった[7,8]。

そこで本研究では，先行研究で設定した適性評価条件と方法を踏襲し，特に成長期にあるヒメムカシヨモギの個体を用いて，改めて生物教材としての適性評価を行い，小学校第6学年および中学校第1学年における「植物の水の通り道」の学習教材としての活用法について検討を行った。

Ⅱ．材料と方法

Ⅱ－1．オオアレチノギクとヒメムカシヨモギ

オオアレチノギク*Erigeron sumatrensis* Retz.は，キク科の越年生植物（秋に発芽してロゼッタの状態で越冬し，翌年の夏にかけて成長・抽薹する）で，路傍や空き地などに多く見られる[9,10]。元々は南アメリカ原産の外来植物で，現在では世界の暖帯～熱帯にかけて広く分布している[9,10]。日本への移入の時期は文献によって異なり，大正時代とする記述[11]や，昭和の初めとする記述がある[10]。現在では本州から琉球，小笠原にかけて分布し，通学路沿いの路傍や学校の敷地内など，教育現場の身近な環境で目にすることができる野草の一つである。日当たりが良い荒地を好み，建物解体で一時的に出現した空き地などに時として大きな群落を形成することがある（**図１**）。植物の特徴としては，茎の高さは80 ～ 180cmになり，開出した軟毛が多い。葉は両面に密に短い毛がある。根生葉は倒披針形～長楕円形で長い柄がある。茎葉は狭楕円形～線状倒披針形で，長さ8–15 cm，幅1–2 cmである。花期は8 ～ 10月で，茎の上部に小さな頭花を多数付ける。頭花は径4–5 mm，長さ約5 mm程である。舌状花の舌状部はきわめて短く，総苞に隠れてほとんど目立たない[9,10,12]。この点がヒメムカシヨモギとの大きな違いの一つである。

ヒメムカシヨモギ*Erigeron canadensis* L.もオオアレチノギクと同じキク科ムカシヨモギ属（*Erigeron*）の植物で，オオアレチノギクとは非常に近縁な仲間である。北アメリカ原産の外来植物で，日本には明治の初め頃に移入したとされ[9]，現在では国内に広く分布する。生育する環境はオオアレチノギクと同じで，両種が同所的に生育している場合も多い。植物の特徴としては，茎の高さが80 ～ 180 cmになる一年草または越年草で，全体に開出した粗毛が密生している。根生葉はへら形，鈍頭で，基部は細くなって柄に続いている。茎葉は線形～広線形で，鋭尖頭，長さ7–10 cm，幅0.5–1.5 cm程である。花期は8～10月で，頭花は径約3 mm，長さ約4 mm程である。舌状花は白色で，舌状部は長さが約1 mmあり，オオアレチノギクに比べて，舌状部をはっきりと認識することができる[9,10,12]。

オオアレチノギクとヒメムカシヨモギの外見は，互いによく似ており，開花前の若い個体の場合では，両者を見分けることが難しい場合も多い（**図１**）。両種を見分ける識別点としては，ヒメムカシヨモギの舌状花はオオアレチノギクに比べて大きく，舌状部がはっきりと見えること，ヒメムカシヨモギでは茎の開出毛がまばらであるのに対して，オオアレチノギクでは茎に開出毛が密に付くことで見分けることができる（**図２**）[11,12]。

Ⅱ－2．材料の採取

材料の採取は2017年8月に行い，すべて，福井大学文京キャンパス内から採取した。草丈が50 ～ 70 cmの個体を選び，剪定バサミで茎を根元から切って採取した。（**図３**）。材料は実験の前日に採取し，一度，茎の切り戻しを行って一晩放置し，植物の水揚げを回復させた後に染色液を吸水させる処置を行った。

植物の採取時には全ての個体が開花していた訳ではなかったことから，頭花の特徴に基づいた同定を必ずしも実施できなかったが，茎の開出毛の特徴からヒメムカシヨモギと考えられる個体を選び採取した。

Ⅱ－3．観察材料としての適性の評価

植物染色液による維管束の染色と観察方法，ならびに観察材料としての適性の評価は，基本的に先行研究と同じ方法で行った[7,8]。適性の評価基準も先行研究と同じ，3段階で評価した（**表１**）。

表１　観察材料としての適性の評価基準

評価		判断基準
A	観察に適している	複数ある維管束のすべてが，他の組織とは明瞭に染め分けされている。
B	どちらでもない	・維管束組織が染め分けされているが色が薄い（染まり具合が悪い）。 ・複数ある維管束の一部（2 ～ 3個）のみが染め分けされていたことから，維管束の分布状態が捉えにくい。
C	観察に不適である	・維管束が全く染まらない。 ・複数ある維管束の一部（2 ～ 3個）が薄く染まっている程度。

Ⅱ－4．染色と茎および葉の断面の観察

維管束の染色にはナリカ社製の「植物染色液」（赤）Cat.No.G40–5704–10を使用した。吸水させる染色液の濃度は，原液，2倍希釈，4倍希釈，8倍希釈の4段階に設定した。染色液の希釈は，学校現場の理科室で広く利用される状況を想定し，水道水で行った。各濃度の染色液を20mLずつ調整し，90 mLのガラス試験管（P–30,

φ25）に入れ，ここに試料植物を挿すことで染色液を吸水させた。吸水（染色）時間は30分～ 24時間の範囲に設定し，吸水開始から30分後，1時間後，2時間後，4時間後，24時間後の5段階の設定を基本とした。ただし，先行研究のキクイモやヒメジョオン（ともにオオアレチノギクやヒメムカシヨモギと同じキク科植物）の結果を参考に，当該の濃度では明らかに染色時間が長すぎると考えられる場合（原液の4時間と24時間，2倍希釈の24時間），あるいは当該の濃度では染色時間が不足すると考えられる場合（8倍希釈の30分と1時間）については評価の対象から除外した。この染色液を吸水させる操作は25℃に空調が設定された実験室内で行った。この際に，実験室内における人の通常の移動に伴う空気の移動以外には，植物体に風が当たるような状況が生じないように留意した。

設定した吸水（染色）時間が経過した段階で染色液から茎を引き上げ，根元から約25 cmの茎の部分を園芸用剪定バサミで切り，その切り口から両刃剃刀（フェザーハイ・ステンレス 両刃）で断面を切り出し，薄片試料とした。先行研究では，材料植物の選定を第一の目的としたことから，茎の横断面に限定して観察を行ったが，本研究では，茎の縦断面と葉柄の横断面（根元から25 cmの部分で切断した直近の葉を対象とした）試料も作成して観察を行い，茎の横断面試料とともに，同じ観点から3つの部位について観察材料としての適性を評価した（**図３**）。

顕微鏡観察および写真撮影には双眼実体顕微鏡（OLYMPUS製三眼実体顕微鏡SZX7-TR2-APO-CK）を使用した。写真撮影は三眼実体顕微鏡のカメラ用鏡筒に装着した顕微鏡写真用CCDカメラ（SHODENSHA製HDCE-14CT）で行い，付属のカメラドライバ（SHODENSHA 140MPix USB CCD Camera）をインストールしたノートパソコン（SONY VAIO SVP112A16N OS Windows7）でカメラを制御して撮影を行った。

Ⅲ．結果と考察

Ⅲ－1．維管束の染色結果と観察材料としての適性

設定した時間の植物染色液を吸水させる処理を行った後，薄片切片を作成して観察を行った結果を**図４**に示した。この結果に基づいて観察材料としての適性を評価し，結果を**表２**に示した。その結果，染色液の希釈率が大きくなるにつれて，観察に適した染色状態になるまでの染色時間が長く必要なことがわかる。この傾向は，茎の横断面と縦断面，葉柄の横断面のいずれの部位においても共通して認められた。

原液を用いた場合には，観察を行った3つの部位のいずれにおいても30分で観察に適した試料が得られた。一方，原液で2時間の染色を行った場合には，茎の横断面と縦断面については，維管束とそれ以外の組織が明瞭に染め分けされており，「水の通り道」となる部位（＝維管束）が存在することを容易に認識することができた。しかし，葉柄の横断面では，断面の組織全体が赤く染まっており，維管束とそれ以外の組織の境界が判別できない（**図４**）。原液を使用した際に2時間の吸水を行ってしまうと，高い濃度の染色液が葉の維管束まで多量に達し，道管組織から周辺の柔組織に染色液が染み出している状態であると考えられる。この状態では，断面に現れている組織内全体を水が移動しているとする誤った解釈に結びつく恐れがあり，維管束（道管）という機能分化した「水の通り道」の存在に気付かせる教材としては不適当である。したがって，原液を使用して葉柄の維管束を観察する場合には，1時間程度までの染色時間に抑えることで，観察に最適な材料を得ることができる。

表２　観察材料としての適性の評価結果

染色時間（h）	観察部位	染色液の希釈率			
		原液	2倍	4倍	8倍
0.5	横断面	A	B	C	－
	縦断面	A	B	C	－
	葉柄	A	B	C	－
1	横断面	A	A	C	－
	縦断面	A	A	C	－
	葉柄	A	A	B	－
2	横断面	A	A	A	B
	縦断面	A	A	A	B
	葉柄	B	A	A	A
4	横断面	－	A	A	A
	縦断面	－	A	A	A
	葉柄	－	A	A	A
24	横断面	－	－	A	A
	縦断面	－	－	A	A
	葉柄	－	－	A	A

＊(－)は染色未処理区を表す。

また，この原液を使用した2時間染色の場合のように，最適な染色時間の長さが目的とする部位（茎と葉）ごとに異なると，実際の授業で活用する場面において，子どもたちへの指示や操作が煩雑になり，授業を進める上ではやや面倒である。観察対象が複数ある場合，同じ一回の操作で，目的の対象試料の全てを観察に適した状態に調整できることが望ましい。この点を考慮すると，原液または2倍希釈の染色液による1時間の染色や，2倍または4倍希釈の染色液による2時間の染色条件を想定して，観察を実施する1日の授業計画を立てることが，現実的な運用に適っていると考えられる。

説明や器具の準備，観察用の試料作成の操作に必要な時間を考慮すると，染色開始から観察までの一連の内容を，標準的な1コマの授業時間内で完結させることが難しい場合もあると考えられる。しかし，今回の調査から，ヒメムカシヨモギでは4段階の濃度系列の場合には，30分～ 24時間の範囲で幅広い最適条件を設定できること

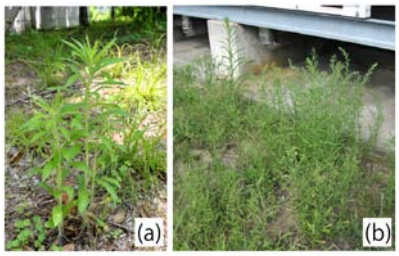

図１　野外での一般的な生育状態.
(a)ヒメムカシヨモギ. (b)両種が同所的に生育している集団.

図２　２種を見分ける特徴.
上段：オオアレチノギク.
下段：ヒメムカシヨモギ.

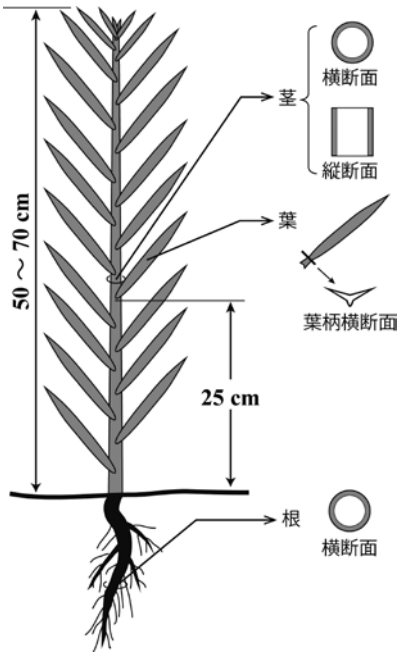

図３　採取した部分と調査部位.

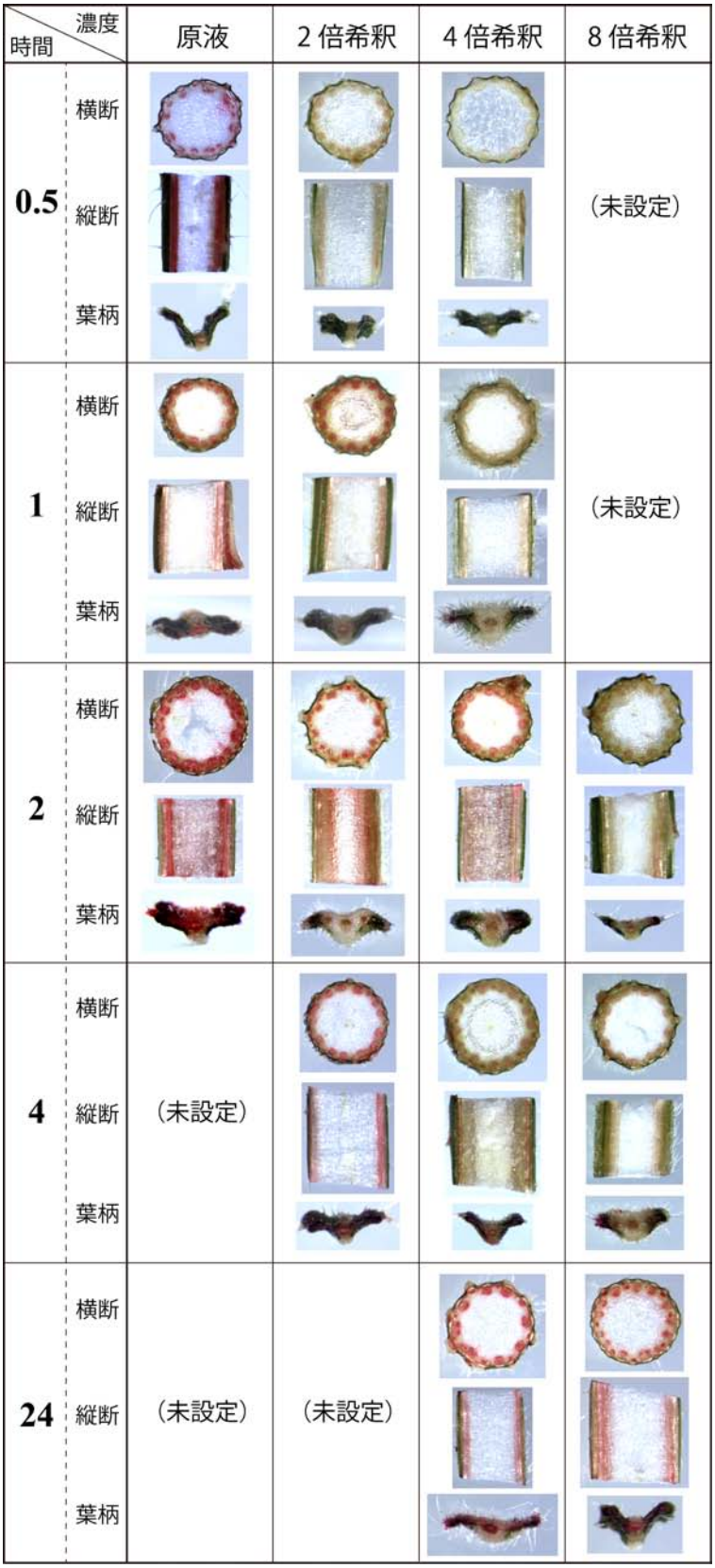

図４　染色後の茎と葉の断面.

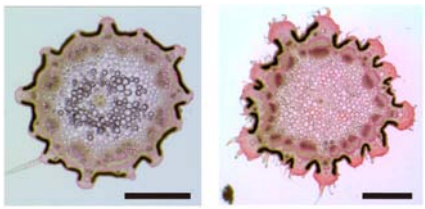

図５　茎の横断面の比較. サフラニン染色試料．左図：ヒメムカシヨモギ．右図：オオアレチノギク．図中のバーは1 mm.

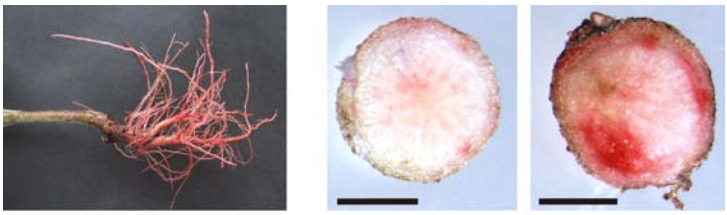

図６　オオアレチノギクの根. (a)：2倍希釈の染色液に4時間30分挿してから取り出したもの．(b)：aの試料の根から横断面を2カ所切り出したもの．図中のバーは1 mm.

図７　植物染色液を根から吸水させた経時変化. 試料の植物はヒメムカシヨモギ.

がわかった。この結果は，観察を行う時間の前時に，午後の観察に向けて午前中に，あるいは観察の前日に，など，それぞれの学校の時間割や事情に応じて染色の操作を開始するタイミングを計る一つの目安として活用できると考えている。

メーカーの使用説明書では，植物染色液を2倍まで希釈して使用できることが明記されている。先行研究で調査したほとんどの植物は，染色液を8倍まで希釈してしまうと，長時間の吸水処理を行っても教材として使用できる試料が得られなかった[7,8]。しかし，今回調査したヒメムカシヨモギの場合には，8倍に希釈した染色液を使用する場合でも，24時間の吸水処理を行えば茎と葉のそれぞれで観察に適した試料が得られることが分かった。ヒメムカシヨモギの活用は，コストダウンが特に求められる状況などでも有効な選択肢といえるだろう。

一方，根や茎の切り口からの水の吸い上げは，植物の蒸散量に大きく依存している。実際の活用に際しては，野外に生育している植物を採取して材料とすることから，今回の調査とは大きさや成長の度合いが異なる個体を用いる状況も想定される。留意しておきたいことは，植物体当たりの葉数や葉面積が植物の蒸散量と深く関係してくることから，植物の種類が同じ場合でも，個体の大きさや鮮度などの違いによって，最適な染色時間にバラツキがでる可能性があることである。さらに，観察を実施する季節，室温（気温）や湿度，植物体に当たる風の有無の条件なども考慮しておく必要がある。実際に授業で活用する場面では入念な予備実験が求められるが，本稿の報告はその際の一つの参考情報となろう。

また最近は，USBケーブルでパソコンに接続できる機能を備えた顕微鏡カメラが比較的安価で入手できるようになってきている。**図４**に示したような時間を追って撮影した写真を，スライドショーで容易に比較できる点も都合が良い。維管束の断面を観察するためには，植物体を部分で切断してしまうことから，時間を追って記録するためには複数の試料個体が必要になる。栽培しているホウセンカなどでは数に限りがあるが，ヒメムカシヨモギやオオアレチノギクは，身近な環境から容易に，かつ大量に入手できることも魅力の一つである。

計画した大きさに成長した個体を一定数確保する都合上，本研究ではヒメムカシヨモギを材料に茎の横断面と縦断面，ならびに葉柄の横断面の3つの部位について観察材料としての適性を調べた。ヒメムカシヨモギとオオアレチノギクは同じ属の非常に近縁な植物であり，茎の断面の構造も互いによく似ていることから（**図５**），今回のヒメムカシヨモギで示された結果はオオアレチノギクを用いた場合にも目安の一つとして活用できるものと

考えている。小学校や中学校の一般的な年間学習計画によれば，この単元の学習を行う時期は春の終わりから初夏にかけてとなる。しかしこの時期には，ヒメムカシヨモギもオオアレチノギクも開花段階には成長しておらず，若い時期には種の判別が難しい場合もある[11]。両種が同所的に生育している場合も多く，教材用に採取する際に両種を混同して採取してしまう状況も考えられる。本研究で明らかになったヒメムカシヨモギの観察条件が，オオアレチノギクでもそのまま適用できるかについては，今後の課題としたい。

Ⅲ－2.「根からの吸い上げ」にどのように結びつけるか

福井県下の公立学校で採用されている小学校第6学年の教科書では，ホウセンカに着色した水を吸わせて，根，茎，葉それぞれの断面の観察を行う実験が採り上げられている[13]。茎や葉だけではなく，根の断面も観察する操作は他社の複数の教科書でも採り上げられている[14,15,16,17]。しかし一方で，断面の観察を行う操作は茎と葉のみで，根の断面を観察する操作や，根の断面の様子を示した図や写真の掲載がない教科書もある[18]。また，福井県下の公立学校で採用されている中学校第1学年の教科書では，着色した水を茎の断面から吸水させたトウモロコシ（単子葉類）とヒマワリ（真正双子葉類）を材料に，茎と葉の断面を観察している一方で，根は土から掘り上げた際にその様子を観察するように記述があるのみである[19]。

現行の小学校学習指導要領の解説には「植物に着色した水を吸わせ，茎や葉などを切って，その体の内部のつくりを観察することから，植物の体内には水の通り道があり，すみずみまで水が行きわたっていることをとらえるようにする。また，何枚かの葉に透明な袋で覆いをして袋につく水の量を観察することから，根から吸い上げられた水は主に葉から水蒸気として排出されていることをとらえるようにする。（以下略）」とある[1]。また現行の中学校学習指導要領解説には，「茎や根の働きについては，水が根で吸収されること，水は根や茎にある維管束の中の道管を上昇することを茎などの断面の観察や実験の結果から理解させる。」とある[2]。これらの記述では，「断面を観察する対象」としての根への言及が茎や葉に比べてやや曖昧になっている。

中学校の教科書で扱われているトウモロコシのように，ひげ根系をもつ単子葉類などの植物では根が細いことから，切り出した断面を観察する実験は，子どもたちが行う操作としては難しいのが事実である。茎や葉に比べて，断面を観察する対象として根の扱いが統一されていないのは，このような操作上の難しさを考慮しているものと考えられる。

オオアレチノギクやヒメムカシヨモギの根は，太い主根がまっすぐに地中に伸び，その主根の途中から複数の細い側根がのびる根系を形成している（**図6a**）。主根が比較的太いことから，この部分の横断面切片が切り出せれば，断面の観察を行い易い大きさを備えているといえる。しかし根は表皮が厚く肥厚して一部木化している部分もあり，茎に比べて硬く，剃刀やカッターナイフを使用しても薄片は切り出しにくい。園芸用剪定バサミを使用すれば容易に切断できるが，この場合には切り口の組織が潰れることも多く，綺麗な環形の断面試料を得ることができない。さらに，切り口の断面の形が損なわれるばかりでなく，維管束の組織も潰れてしまい，道管内に吸水された染色液が周辺の柔組織に染み出し，せっかく染め分けされた「水の通り道」の境界が不明瞭になってしまう。今回，ヒメムカシヨモギで茎と葉の適性評価を行った同時期に開花しており，オオアレチノギクとはっきり同定できるやや大型の個体を入手できたことから，2倍希釈の染色液を根から吸水させ，新しい鋭利な剃刀で横断面を切り出して，維管束の染まり具合を観察した（**図6a, b**）。その結果，ヒメムカシヨモギの茎や葉柄では観察することができたような，維管束の組織とそれ以外の組織が明瞭に染め分けされている様子は認められなかった（**図6b**）。この結果が，ヒメムカシヨモギとオオアレチノギクという植物種の違いに起因しているのか，それとも根と茎という器官の性質の違いによるものなのかは，現時点では不明である。また，同じ個体から2カ所の根の切片を切り出して観察を行ったところ，染まり具合が著しく異なっていた（**図6b**）。先行研究で報告したように，根から「植物染色液」を吸水させる際には，植物を採取する際に根を傷つけておかないと色素が取り込まれにくい[7]。そこでこの点を考慮して，根の横断面を観察したこの個体を採取する際には，側根の一部がちぎれるように堀取りを行っている。この傷つきの程度が同一個体内の根の染まり具合をばらつかせている可能性があることから，茎や葉で示したような最適な操作条件を根で設定するためには，さらに調査が必要と考えている。

これらの単元では，根から植物体に取り入れられた水の移動が，根，茎，葉，気孔へと一連の繋がりとして起こっていることをとらえさせることが，一つの大きな目的である。今回扱ったオオアレチノギクやヒメムカシヨモギは，根の断面を観察する試料としてはやや扱いにくい材料といえる。しかし，維管束が明瞭に染め分けされた茎や葉の観察結果と根のはたらきを結び付けてとらえることができる教材の提示や学習展開を工夫することができれば，オオアレチノギクやヒメムカシヨモギがもつ教材としての魅力が大きく損なわれるものではないと考えている。例えば，根からの吸水にともなって，植物体全体が染まっていく様子を経時的に観察して記録することなどが，根から水が吸い上げられている現象を茎や葉のはたらきへと結び付けてとらえさせる一助になると考えている。**図7**はヒメムカシヨモギに根から染色液を吸水させる様子を経時的に記録したものである。染色液に

挿す前に，根がついた状態の個体であることを確認させた後，染色液の吸水によって個体のさまざまな部位の色が変化していく様子を，時間を追って記録させる。植物体全体のイラストを連続的に配置したワークシートに塗り絵形式で記録し，経時的な変化を比較することによって，根，茎，葉という一連の水の移動経路について考察させるなどの展開が想定できる。

小学校の多くの教科書で採り上げられているように，染色液を吸水させた根の断面を直接観察できることが一番の理想であることから，引き続き，根の観察に適した試料が得られる野草の探索を進めていきたいと考えている。

Ⅳ．引用文献

1） 文部科学省，小学校学習指導要領解説理科編，大日本図書，pp.62–63, 85 (2008).
2） 文部科学省，中学校学習指導要領解説理科編，大日本図書，pp.65–66, 130 (2008).
3） 文部科学省，小学校学習指導要領解説理科編，p82(2017)．：http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2017/06/27/1387017_5_1.pdf（2017年8月30日 現在確認）
4） 文部科学省，中学校学習指導要領解説理科編，p83(2017)．：http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2017/08/17/1387018_5.pdf（2017年8月30日現在確認）
5） 福井県教育委員会，小学校理科 観察・実験レシピ集 教師用指導書 6年生，p45（2012）.
6） 淺原雅浩･西沢徹･平田幸憲･齋藤実紀夫･甲斐和浩，小学校理科における粒子および生命領域の教員研修，福井大学教育実践研究，第41号，pp.5–17 (2017).
7） 西沢徹・大野未由季・林雅恵・大山利夫，「植物の水の通り道」の単元で活用できる身近な植物と維管束のつくりを学ぶための線画による教育素材の開発，福井大学初等教育研究，第2号，pp.57–64 (2017).
8） 大野未由季，植物の維管束の観察に適した生物教材と授業内容の検討について，平成27年度福井大学教育地域科学部卒業論文，51pp. (2016).
9） 清水建美 編，日本の帰化植物，平凡社，pp.213–214 (2003).
10） 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・冨成忠夫 編，日本の野生植物 草本 Ⅲ　合弁花類，平凡社，pp.188–193 (1981).
11） 林弥栄 監修，山渓ハンディ図鑑1 野に咲く花，山と渓谷社，pp.48–49 (1989).
12） 浅井元朗，植調雑草大鑑，全国農村教育協会，pp.124–125 (2015).
13） 毛利衛・黒田玲子・他32名，新編 新しい理科6年，東京書籍，pp.50–52 (2015).
14） 有馬朗人・他42名，新版 たのしい理科6年，大日本図書，pp.59–60 (2015).
15） 養老孟司・角屋重樹・他27名，未来をひらく 小学理科6，教育出版，pp.52–53 (2015).
16） 癸生川武次 監修，新編 楽しい理科6年，信州教育出版社，pp.51–52 (2013).
17） 大隅良典・石浦章一・鎌田正裕・他43名，わくわく理科6，啓林館，pp.21–22 (2011).
18） 霜田光一・森本信也・他32名，みんなと学ぶ 小学校理科6年，学校図書，pp.55–59 (2015).
19） 岡村定矩・藤嶋昭・他49名，新編 新しい科学1，東京書籍，pp.45–48 (2015).

Utility of *Erigeron sumatrensis* and *E. canadensis*, suitable for the educational material in the unit of “water-conducting tissue in land plants”.

Toru NISHIZAWA

Key words：materials for biological education, science education in elementary school and junior high school, staining solution for plant tissue, vascular system, digital microgram