

維管束観察における茎の横断面の 切片の簡易作製法

加 藤 良 一

地域教育文化学部 地域教育文化学科

細 谷 和 則

教育実践研究科 教職実践専攻

長 根 智 洋

北海道教育大学 教育学部 釧路校

鈴 木 拓 史

地域教育文化学部 地域教育文化学科

山形大学紀要（教育科学）第16巻第4号別刷

平成29年（2017）2月

維管束観察における茎の横断面の切片の簡易作製法

加藤 良一

地域教育文化学部 地域教育文化学科

細谷 和則

教育実践研究科 教職実践専攻

長根 智洋

北海道教育大学 教育学部 釧路校

鈴木 拓史

地域教育文化学部 地域教育文化学科

(平成28年11月15日受理)

要 旨

ニンニク、アスパラガス、シュンギク、およびクレソンの維管束を光学顕微鏡で観察するために、以下の方法で茎の横断面の薄層切片を作製した。スライドガラス上にカバーガラスを1枚乗せ、そのカバーガラスの上に片刃(シュンギクおよびクレソンの場合)または両刃(ニンニクおよびアスパラガスの場合)のカミソリの刃を乗せた。そして、カミソリの刃の下部のスライドガラス上を、少量の水で濡らした。つぎに、それらの茎を横に寝かせて、茎の長軸方向に対して垂直方向にカミソリの刃で茎の端を切り落とした。この切られた茎の切断面を下にしてスライドガラス上に茎を立て、その切断面が水で濡れたスライドガラス面を滑るように茎を動かし、カバーガラスとカミソリの刃が重なっている箇所を上から指で強く押しながら、茎をカミソリの刃に当てて切片を切り出した。

I はじめに

中学校理科1年では、植物の茎のつくりとそのはたらきを学ぶ¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾。その教科書では、光学顕微鏡を用いて茎のつくりを観察する際に、茎の横断面の切片を作製する方法が紹介されている。それは、茎を横に寝かせてカッターナイフやカミソリの刃で輪切りにする方法¹⁾⁵⁾や、茎を立てて手に持ってカミソリの刃を手前に引きながら茎を横に切る方法²⁾³⁾⁴⁾である。しかし、これらの方法では、光学顕微鏡で観察しやすいような薄層切片にするのが大変難しい。

一般に、顕微鏡で観察するための薄層切片を作製するにはマイクロトームが用いられ、回転式マイクロトームの価格は320,000円～670,000円、滑走式マイクロトームのそれは370,000円～790,000円と大変高価である。一方、理科教材として販売されている簡易ハンドマイクロトームは9,000円～30,000円程度であるが、これを実験の授業のために10台程度そろえるのも、学校現場では予算的に厳しい。

茎のつくりとそのはたらきを学ぶ中学校理科1年の教科書では、観察する植物として、単子葉植物のトウモロコシ¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾、および双子葉植物のホウセンカ²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾やヒマワリ¹⁾が紹介されている。しかし、これらの植物体を入手するのは容易ではない。

本研究では、スーパーマーケットなどで年中容易に入手できる単子葉植物および双子葉植物を試料として、その維管束を光学顕微鏡で観察するために、茎の横断面の薄層切片を簡単に作製する方法を開発した。

Ⅱ 研究方法

1. 植物の入手

ニンニクの芽、アスパラガス、シュンギク、およびクレソンは、山形市内の青果店で購入した。

2. 茎の横断面の切片の作製

スライドガラス（岩城硝子㈱、Code:2926 WSLID-C）上にカバーガラス（岩城硝子㈱、Code:2918 COVER 18-18、18×18mm）を1枚または2枚重ねて乗せ（図1）、そのカバーガラスの上に片刃（フェザー安全剃刀㈱、品番:FAS-10、炭素鋼、刃厚:0.245mm）または両刃（フェザー安全剃刀㈱、品番:FA-10、炭素鋼、刃厚:0.1mm）のカミソリの刃を乗せた（図2）。そして、カミソリの刃の下部のスライドガラス上を、少量の水で濡らした（図3）。つぎに、ニンニク、アスパラガス、シュンギク、またはクレソンの茎を適度な長さに切り、それを横に寝かせて、茎の長軸方向に対して垂直方向にカミソリの刃で茎の端を切り落とした。この切られた茎の切断面を下にして上記のスライドガラス上に茎を立て、その切断面が水で濡れたスライドガラス面を滑るように茎を動かして、切片を切り出した（図4）。このとき、スライドガラスの長軸方向にそって茎を動かすのではなく、スライドガラス上で斜めに茎を動かしてカミソリの刃に茎を当てた（図5）。また、茎の切片を切り出すときは、カバーガラスとカミソリの刃が重なっている箇所を、カミソリの刃の上から指で強く押さえ続けた（図5）。このようにして、植物ごとに茎の横断面の薄層切片を10枚程度作製し、それらを水の入ったシャーレに入れた。

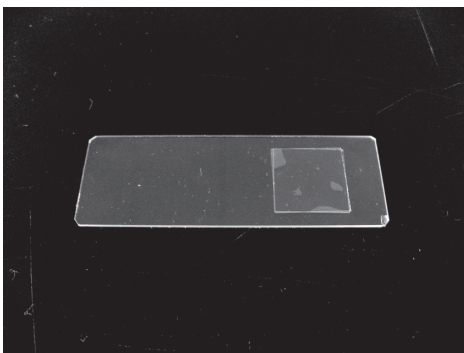


図1 スライドガラス上にカバーガラスを乗せた様子

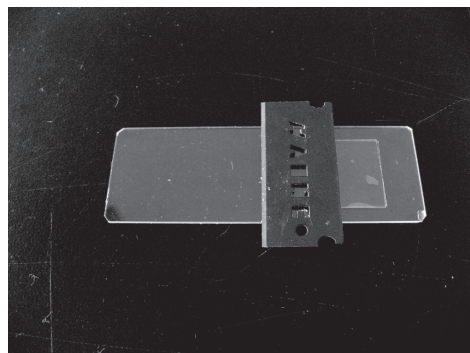


図2 カバーガラス上に片刃のカミソリの刃を乗せた様子

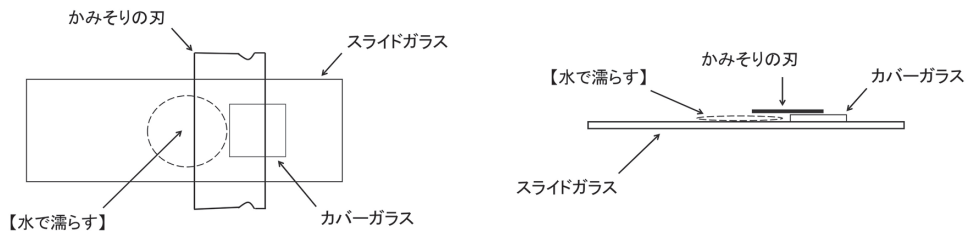


図3 スライドガラス上を水で濡らした箇所
左：真上から、右：横から

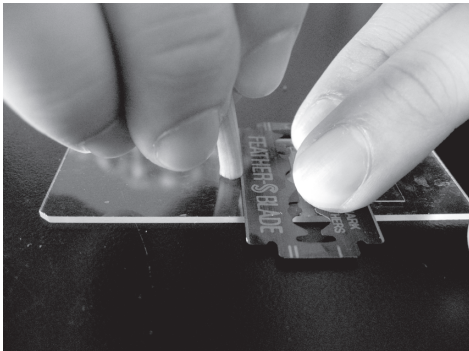


図4 薄層切片を切り出している様子

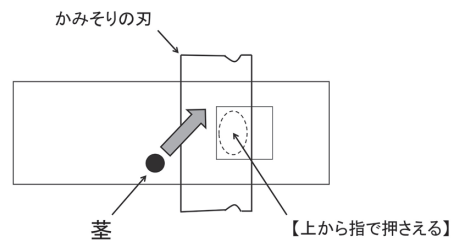


図5 スライドガラス上で斜めに茎を動かす様子、
および上から指で押さえた箇所

3. 観察

このシャーレの中から、特に薄く切れた切片を1つ選び出し、これをスライドガラス上に置いて、そこに水滴を加え、上からカバーガラスを被せた。そして、このプレパラートは、光学顕微鏡（OLYMPUS BX41）を用いて観察した。

Ⅲ 結 果

上記Ⅱの2のように、カバーガラスは1枚または2枚重ねた2種類で、カミソリの刃は片刃または両刃の2種類を用いて、計4種類（＝2種類×2種類）で各植物の茎の横断面の切片を作製した。

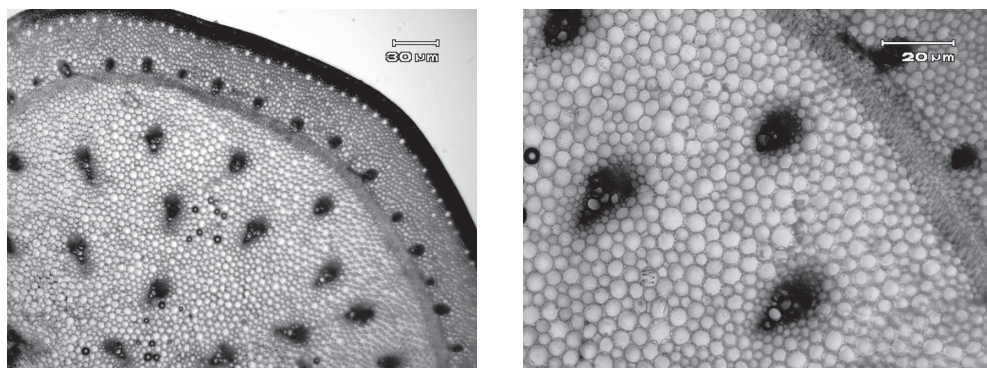


図6 ニンニクの維管束 左：40倍、右：100倍

1. ニンニクの芽

カバーガラス1枚で片刃のカミソリの刃を用いると、カミソリの刃が茎に入りにくく、茎が輪切りに丸くは切れなかった。カバーガラス1枚で両刃のカミソリの刃を用いると、茎が輪切りにほぼ丸く切れ、薄い切片となった(図6)。カバーガラス2枚で片刃のカミソリの刃を用いると、切片が切りやすく、茎が輪切りに丸く切れたが、厚い切片となった。カバーガラス2枚で両刃のカミソリの刃を用いると、最も切片が切りやすく、茎が輪切りに丸く切れたが、厚い切片となった。

2. アスパラガス

カバーガラス1枚で片刃のカミソリの刃を用いると、茎が輪切りに丸くは切れなかった。カバーガラス1枚で両刃のカミソリの刃を用いると、切片が切りやすく、茎が輪切りに丸く切れ、薄い切片となった(図7)。カバーガラス2枚で片刃のカミソリの刃を用いると、茎が輪切りに丸く切れたが、厚い切片となった。カバーガラス2枚で両刃のカミソリの刃を用いると、カミソリの刃が茎に入りやすく、最も切片が切りやすかったが、厚い切片となった。

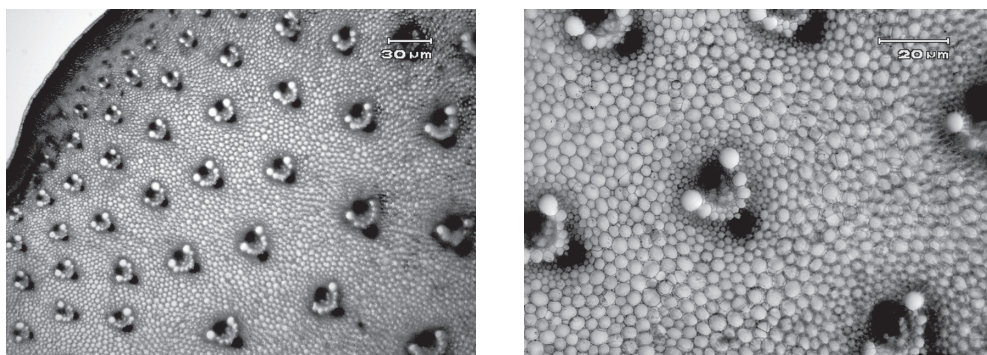


図7 アスパラガスの維管束 左：40倍、右：100倍

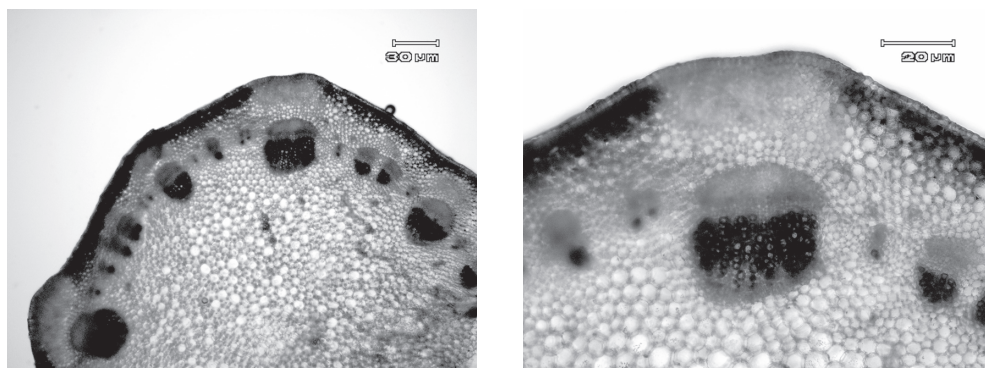


図8 シュンギクの維管束 左：40倍、右：100倍

3. シュンギク

カバーガラス1枚で片刃のカミソリの刃を用いると、切片が切りやすく、茎が輪切りにほぼ丸く切れ、薄い切片となった(図8)。カバーガラス1枚で両刃のカミソリの刃を用いると、茎が輪切りに丸くは切れなかった。カバーガラス2枚で片刃のカミソリの刃を用いると、切片が切りやすく、茎が輪切りに丸く切れたが、厚い切片となった。カバーガラス2枚で両刃のカミソリの刃を用いると、切片が切りやすく、茎が輪切りにほぼ丸く切れた。

4. クレソン

カバーガラス1枚で片刃のカミソリの刃を用いると、切片が切りやすく、茎が輪切りにほぼ丸く切れ、薄い切片となった(図9)。カバーガラス1枚で両刃のカミソリの刃を用いると、茎が輪切りに丸くは切れなかった。カバーガラス2枚で片刃のカミソリの刃を用いると、最も切片が切りやすく、茎が輪切りに丸く切れが、厚い切片となった。カバーガラス2枚で両刃のカミソリの刃を用いると、切片が切りやすく、茎が輪切りにほぼ丸く切れたが、厚い切片となった。

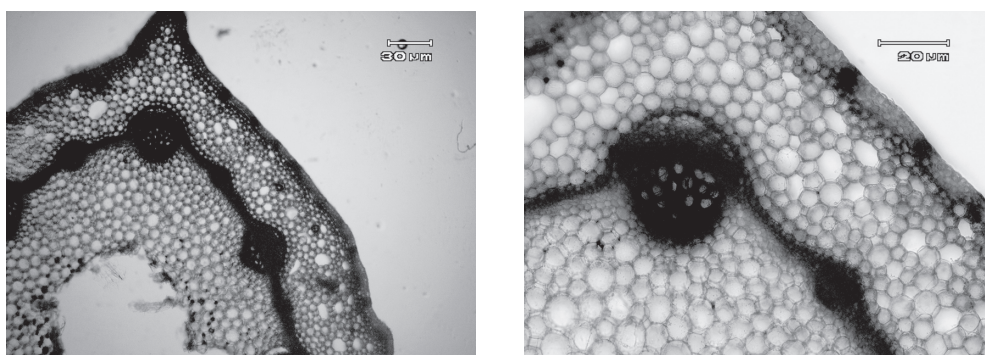


図9 クレソンの維管束 右：40倍、左：100倍

以上の結果から、ニンニクおよびアスパラガスの茎から横断面の薄層切片を作製するにはカバーガラス1枚で両刃のカミソリの刃を用い、シュンギクおよびクレソンの茎から同切片を作製するにはカバーガラス1枚で片刃のカミソリの刃を用いて、図3～5のようにするのが最も適切であると分かった。

また、それぞれの茎を適度な長さに切り、これを横に寝かせて、茎の長軸方向に対して垂直方向にカミソリの刃で茎の端を切り落とした。つぎに、この茎を手にとって、使い捨てのT型カミソリ（図10、貝印カミソリ（株）、商品記号：TB- 7 HFP、7本組）を用いて、その切断面から茎の横断面の切片を作製する方法も行った。結果は、上記Ⅱの2の方法と比較して、切片は切りやすかったが、その切片はかなり厚くなりすぎて、上記Ⅱの2の方法を超えるものではなかった。

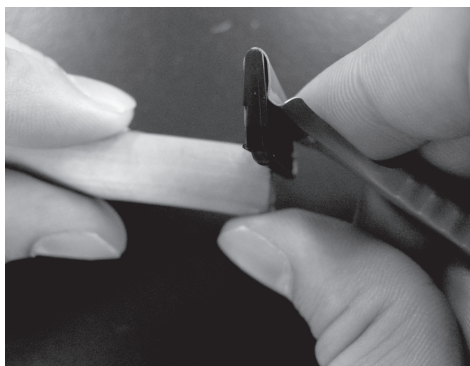


図10 使い捨てT型カミソリを用いて切片を作製している様子

Ⅳ 考 察

維管束の構造を学ぶ中学校理科1年の教科書には、それを観察する試料として、単子葉植物としてはトウモロコシ¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾、および双子葉植物としてはホウセンカ²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾やヒマワリ¹⁾が載っている。また、渡邊は、身の回りの植物および栽培植物などの被子植物63種を試料として、維管束の配列や構造およびトルイジンブルーによる染色性を調べた⁶⁾。そして、この観察した結果を利用して、探究的な学習を行うための教材を開発した⁶⁾。しかし、維管束の観察のために、これらの植物を入手するには何らかの手立てを講ずる必要がある。そこで、本研究では、青果店やスーパーマーケットの野菜売り場でほぼ年中市販されているものの中から、単子葉植物としてニンニク（の芽）およびアスパラバスを、双子葉植物としてシュンギクおよびクレソンを選び、これらを植物の茎のつくりとそのはたらきを学ぶ試料とした。

維管束を光学顕微鏡で観察するために、植物の茎を横に寝かせてカッターナイフやカミソリの刃で輪切りにする方法¹⁾⁵⁾や、茎を立てて手に持ってカミソリの刃を手前に引きながら茎を横に切る方法²⁾³⁾⁴⁾で、茎の横断面の切片を作製することが、中学校理科の教科書に示されている。しかし、これらの方法で茎を薄層切片にするのは、生徒にとって大変難しいことである。一般に、薄層切片を作製するにはマイクロームが用いられるが、回転式マイクロームおよび滑走式マイクロームは大変高価で、学校現場では予算的に購入できない。また、理科教材として販売されている簡易ハンドマイクロームを、実際に授業を行うことを考えて1クラス分の10台前後そろえようとなると、高額になってしまう。この簡易ハンドマイクロームは、観察する試料を発砲ポリスチレン製などのニワトコ芯（ピス）にはさみ、それを円筒内のクランプで固定し、ネジを回して試料をステージの上に少しずつ送り出し、ステージから飛び出した試料の部分をピスごとカミソリの刃で切片にするものである。なお、この簡易ハンドマイクロームを自作する報告例⁷⁾⁸⁾もあるが、この自作は

容易ではない。そこで、本研究では、一般的な実験器具であるスライドガラス、カバーガラス、およびカミソリの刃を用いて、さらに、新たに装置を組み立てないで、茎の横断面の薄層切片を簡単に作製する方法を考案した。

カバーガラスを1枚または2枚重ねてスライドガラス上に乗せ(図1)、片刃または両刃のカミソリの刃をそのカバーガラスの上に乗せた(図2)。そして、カミソリの刃の下部のスライドガラス上を、少量の水で濡らした(図3)。つぎに、ニンニク、アスパラガス、シュンギク、またはクレソンの茎を横に寝かせて、茎の長軸方向に対して垂直方向に茎の端を切り落とした。この茎の切断面を下にしてスライドガラス上に茎を立て、その切断面が水で濡れたスライドガラス面を滑るように茎を動かして、切片を切り出した(図4)。このとき、スライドガラス上で斜めに茎を動かしてカミソリの刃に茎を当て(図5)、さらに、カバーガラスとカミソリの刃が重なっている箇所を上から指で強く押した(図5)。

その結果、ニンニクおよびアスパラガスの茎から薄層切片を作製するためにはカバーガラス1枚で両刃のカミソリの刃を用い、シュンギクおよびクレソンの茎から同切片を作製するにはカバーガラス1枚で片刃のカミソリの刃を用いるのがそれぞれ適切であると分かった。片刃のカミソリの刃と両刃のカミソリの刃を比較すると、素材は同じ炭素鋼であるが前者は厚く後者は薄いので、片刃のカミソリは弾性変形しにくく(しなりにくい)両刃のカミソリは弾性変形しやすい(しなりやすい)。また、両者のカミソリの刃では、その刃先の角度も多少違いがある。一方、植物ごとに茎表面の固さや茎全体の弾性変形のしやすさも異なっている。そこで、その茎に最も合ったカミソリの刃を選ぶことが、その茎から薄層切片を作製するのに大切であると分かった。

V まとめ

ニンニク、アスパラガス、シュンギク、およびクレソンの維管束を光学顕微鏡で観察するために、以下の方法で茎の横断面の薄層切片を作製した。スライドガラス上にカバーガラスを1枚または2枚重ねて乗せ、そのカバーガラスの上に片刃または両刃のカミソリの刃を乗せた。そして、カミソリの刃の下部のスライドガラス上を、少量の水で濡らした。つぎに、それらの茎を横に寝かせて、茎の長軸方向に対して垂直方向にカミソリの刃で茎の端を切り落とした。この切られた茎の切断面を下にしてスライドガラス上に茎を立て、その切断面が水で濡れたスライドガラス面を滑るように茎を動かし、茎をカミソリの刃に当てて切片を切り出した。このとき、カバーガラスとカミソリの刃が重なっている箇所を上から指で強く押しながら、スライドガラス上で斜めに茎を動かしてカミソリの刃に茎を当てた。

結果は、ニンニクおよびアスパラガスの茎から切片を作製するためにはカバーガラス1枚で両刃のカミソリの刃を用い、シュンギクおよびクレソンの茎から切片を作製するにはカバーガラス1枚で片刃のカミソリの刃を用いるのがそれぞれ適していた。

以上のことから、中学校理科1年の授業では、ニンニク、アスパラガス、シュンギク、およびクレソンを試料にして、上記のような手法で茎の横断面の薄層切片を生徒に作製させれば、単子葉植物および双子葉植物の維管束を光学顕微鏡で簡単に観察させることができ、これを教材として提唱できた。

なお、本研究は、山形大学大学院教育実践研究科の大学院生を対象とした授業科目「教材開発のための教科内容研究（生物学）」の中で、生物教育の教材開発研究として行ったものである。

引用・参考文献

- 1) 岡村定矩、藤嶋昭、ほか49名（2012）「文部科学省検定済教科書 新しい科学1年」東京書籍pp. 41-43
- 2) 有馬郎人、ほか62名（2015）「文部科学省検定済教科書 新版 理科の世界1」大日本図書pp. 43-46
- 3) 霜田光一、ほか25名（2012）「文部科学省検定済教科書 中学校科学1」学校図書pp. 136-139
- 4) 細矢治夫、養老孟司、下野洋、福岡敏行、ほか25名（2012）「文部科学省検定済教科書 自然の探求 中学校理科1」教育出版pp. 129-130
- 5) 塚田捷、山極隆、森一夫、大矢禎一、ほか57名（2012）「文部科学省検定済教科書 未来へひろがる サイエンス1」新興出版社啓林館pp. 25-27
- 6) 渡邊重義（2011）「探究学習としての維管束の観察 ートルイジンブルー染色を利用した教材開発ー」生物教育 52（1）： 1-12
- 7) 杵淵博（1975）「理科自作教具の研究 VI. 簡易ミクロトーム」新潟大学教育学部 紀要 16： 23-31
- 8) 中野正明、鈴木克己（2013）「観察により根を身近に 簡易ミクロトームの作成と根の観察」根の研究（Root Research） 22（4）： 141-143

Summary

Ryoichi Kato¹⁾, Kazunori Hosoya²⁾, Tomohiro Nagane³⁾, Takuji Suzuki¹⁾
 Simple cutting method of cross section of the stem to observe the
 vascular bundle

The cross thin sections of the stem were prepared by the following methods to observe the vascular bundles of garlic, asparagus, crown daisy, and watercress using a microscope. A cover glass was put on a slide glass and the razor blade of a single-edge (in the case of crown daisy and watercress) or the double-edges (in the case of garlic and asparagus) was put on the cover glass. A slide glass was wet with a little water right under the blade. The stems were laid and the ends of the stems were cut off by the razor blade perpendicularly to major axis of the stems. The stem was set up on the slide glass in the state that the cutting surface was turned below. And, the cross sections were cut off from the stems when the cutting surface of the stem was slipping on the wet slide glass and fingers were pushing down at the point where the razor blade and the cover glass were piled up.

- 1) Food and Nutrition, Faculty of Education, Art and Science, Yamagata University
- 2) Professional School of Education, Graduate School of Teacher Training, Yamagata University
- 3) Hokkaido University of Education, Kushiro Campus