

# 体細胞分裂観察実験における試料の調製方法の工夫と授業実践

齊藤 智弥・佐野(熊谷)史

群馬大学教育実践研究 別刷

第28号 65～70頁 2011

群馬大学教育学部 附属学校教育臨床総合センター



# 体細胞分裂観察実験における 試料の調製方法の工夫と授業実践

斉藤 智 弥<sup>1)</sup>・佐野 (熊谷) 史<sup>2)</sup>

1) 宮城県気仙沼市立条南中学校

2) 群馬大学教育学部理科教育講座

An attempt to improve sample preparation for the observation  
of mitosis in junior high school

Tomoya SAITO<sup>1)</sup>, Fumi KUMAGAI-SANO<sup>2)</sup>

1) Jonan Junior High School, Kesen-numa, Miyagi

2) Department of Science Education, Faculty of Education, Gunma University

キーワード：体細胞分裂、観察、中学校理科

Keywords : Mitosis, Observation, Junior High School

(2010年10月29日受理)

## I. はじめに

体細胞分裂は生物が成長や増殖を行う際に行う基本的な生理現象であり、中学校学習指導要領では「生命の連続性」の単元において体細胞分裂の観察を行うよう指示されている<sup>1)</sup>。しかし、実際の授業、特に中学校においては、生徒に実験をさせた場合、観察に成功できる例は多くないと言われている<sup>2)</sup>。生徒が観察に失敗した際は、教師が用意した自作もしくは市販のプレパラートをモニター等に映して生徒に観察させたり、教師が模式図や写真等を黒板に提示したりするなどの代替措置がとられる。その理由として、観察までに試料の固定、解離、染色と多くの作業が必要なことや、細胞という小さな観察対象を顕微鏡を用いて観察しなければならないことなどが挙げられる。さらに、プレパラート作成にある程度の技術を要することも、観察が困難な理由の一つと考えられる。これらの問題点に関しては多くの先行研究がなされており、観察試料に関する研究<sup>3) 4)</sup>やプレパラート作成法に関する研

究<sup>5)</sup>などが報告されている。それにもかかわらず、たとえば本学の生物実験を受講している学生に尋ねても、高等学校まででこの実験を行って成功した経験をもつ学生は多くない(斉藤、未発表データ)。

そこで、これらの先行研究ではあまり取り上げられてこなかった問題点がないか検討したところ、試料の取り扱い、特に生徒が試料を直接ピンセットで扱うところが難しいのではないかと考えた。観察試料には植物の根が用いられることがほとんどであるが、植物の根は細く、ピンセットを用いて根端分裂組織を傷つけずに根を扱うには細心の注意が必要である。さらにプレパラートを作成するために塩酸などの溶液による処理を行うが、溶液中にある根を、ピンセットを用いて扱うことも難しいため、溶液処理の時間が生徒一人ひとりではばらついてしまい、観察に適した試料が得られない生徒がでる可能性がある。

そこで本研究では、ピンセットの代わりに用いる道具を考案し、これを用いて生徒全員が自作のプレパラートで体細胞分裂の観察に成功することを目指した観

察手順の確立と、授業実践の結果からその有用性の検証を行った。

## Ⅱ. 体細胞分裂観察の生徒実験における手順の工夫点

### 1. 基本となる生徒実験の手順（工夫前）

中学校の教科書<sup>6)</sup>に例示されている手順は細胞の固定・解離の操作を一度に行おうとするものであるが、この手順では固定が不十分であるため、うまく観察できないことがある。そこで、根をあらかじめファーマー液（エタノール：酢酸＝3：1）で固定する方法を採用した。染色液は2%酢酸オルセイン液を用いることとし、基準となる手順を以下のように定めた。

#### <体細胞分裂の観察手順>

準備：ネギ (*Allium fistulosum*) 発芽種子、ファーマー液、塩酸 (1 M)、2%酢酸オルセイン液、ビーカー、ピンセット、スライドガラス、カバーガラス、スポイト、カミソリ、恒温水槽、顕微鏡

- 手順：1. 播種後2～3日のネギの発芽種子 (1.5～2.5cm) をカミソリで先端約8mmで切断し、固定液が入ったビーカーに入れ、室温で30分固定する。
2. ピンセットを使って根を固定液から取り出し、あらかじめ60℃に温めた1Mの塩酸に根を浸け、5分間解離処理をする。
3. ピンセットを使って塩酸から根を取り出し、スライドガラスの上に移す（まだ観察しない試料は水に入れておく）。
4. スライドガラスを十字に重ねて根を押しつぶして静かにはがし、2%酢酸オルセイン液を数滴たらして10分間染色する。
5. カバーガラスをかけ顕微鏡で観察する。

この手順で観察する場合、ピンセットを使用する回数は3回（植物個体から根を切り取り固定液に入れる・固定液から根を取り出して塩酸に入れる・塩酸から根を取り出してスライドガラス上にのせる）である。前述したように、ピンセットを用いる場合にはいくつかの問題点が考えられる。まず、ピンセットを用いて細かい操作をすることは、ピンセットに不慣れた生徒にとって負担が大きい。また、塩酸を用いての解離処理で塩酸に根を一度に複数本入れるが、ピンセットを

用いて塩酸から根を1本ずつ取り出しているのでは根の溶液処理の時間が統一できない。解離処理の時間が統一できないと、解離が不十分な試料やうまく染色できない試料が生じる。さらに根端分裂組織をピンセットでつまんでしまい、誤って根端分裂組織を傷つけてしまうなどの懸念がある。

そこで、これらの問題を解決するために、ピンセットを使わずに根を移動させることができる道具として、水切りネットを巾着型に加工した道具、「巾着ネット」を考案した。

### 2. 巾着袋型の水切りネット（巾着ネット）

巾着ネットの作製方法を以下に示す。

#### <巾着ネットの作製方法>

準備：市販の水切りネット（網目の大きさ約1mm×約2mm）、縫い針、糸、ハサミ

- 手順：1. 水切りネットの下部および側面をハサミで切り、2枚のネットにする
2. 2枚重ねて四等分に切り、角をとって円形にする
3. 円周の内側約8mmを円周に沿って糸で並縫いし、糸の両端を引いて巾着袋型にする

巾着ネットは30分間で10個以上作成できる上、材料も安く手に入り、洗って何度も使用できる。また、ネットを2枚重ねて作成することで、根がネットからこぼれ落ちにくいようになっている。使用方法は簡単で、ネットの口を開けて中に試料を入れ、両端の糸を引いて口を縛って糸を持って溶液間を移動させるだけである。

体細胞分裂観察実験においてこの巾着ネットを用いることで期待される効果は以下の3点である。

- ① 固定液から根を取り出す操作について、根を固定液ごとネットにあけることで観察手順の簡素化を図ることができる
- ② 塩酸から根を取り出す操作について、糸をつまんで持ち上げることで観察手順を簡素化するとともに、各根の溶液処理の時間を統一できる
- ③ ピンセットの使用を減らすことができるため、根端分裂組織を誤って欠損することを防ぐことができる

また、体細胞分裂の観察と同様に、溶液中にある試料を移動させる観察や実験はほかにもあるため、巾着



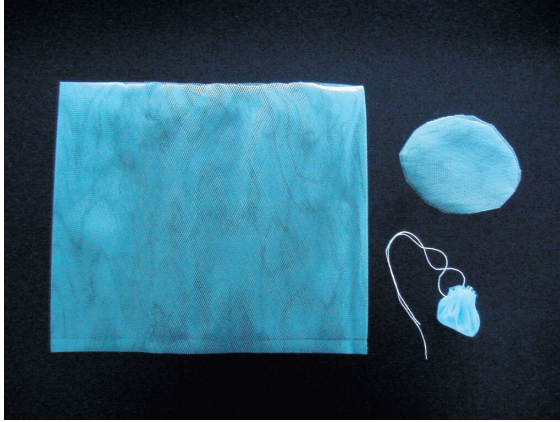


図1 巾着ネット作成図

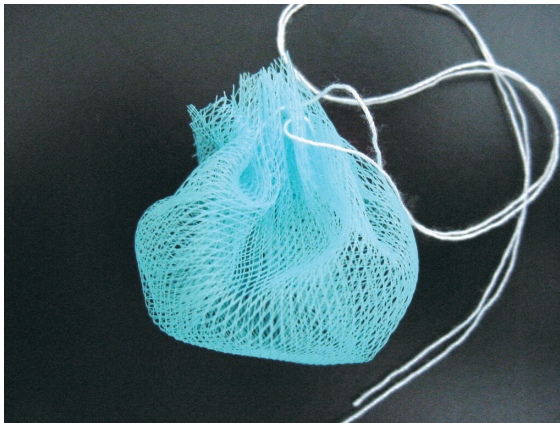


図2 巾着ネット拡大図

ネットはそれらの観察や実験にも応用できる。たとえば、葉で光合成が行われていることを確認するための生徒実験では、葉をエタノールで脱色した後水洗してヨウ素液に浸す。その際、葉に合わせた大きさの巾着ネットを用いることで、観察試料の欠損の防止や手順の簡素化による生徒の負担の軽減につながると考えられる。

### Ⅲ. 生徒実験の手順の設定（工夫後）

授業実践にかかる時間的な制約を考慮に入れ、生徒全員が自作のプレパラートで体細胞分裂の観察を成功できるように、授業実践用の観察手順を以下のように定めた。

#### <体細胞分裂の観察手順>

準備：ネギ (*Allium fistulosum*) 発芽種子、固定液（エタノール：酢酸＝3：1）、塩酸（1 M）、2%酢酸オルセイン液、バイアル瓶、ピーカー、柄付き針（ピンセット）、スライドガラス、カバーガラス、スポイト、カミソリ、発泡スチロ

ール箱、顕微鏡、巾着袋型の水切りネット

- 手順：1. 播種後2～3日のネギの発芽種子（1.5～2.5cm）を、カミソリで先端約8mmで切断し、固定液が入ったバイアル瓶に入れ、一晚冷蔵庫で保存する。
2. 巾着袋型の水切りネットの口を開け中央部に固定液ごと根を移し、ネットの紐を引き巾着袋型にする
3. あらかじめ60℃に温めた1 Mの塩酸に根が入ったネットを入れ、5分間解離処理する。
4. ネットを水に移し、ネットの口を開けて柄付き針（ピンセット）で根をスライドガラスの上に移す。
5. スライドガラスを十字に重ねて根を押しつぶす。
6. スライドガラスを静かにはがし、2%酢酸オルセイン液を数滴たらして10分間染色する。
7. カバーガラスをかけ顕微鏡で観察する。

中学校理科の教科書では、体細胞分裂観察実験の手順である固定→解離→染色の作業の内、塩酸を用いて解離処理する手順から生徒に行わせるよう示していた。これを受け、固定（手順1）を教師側であらかじめ済ませておき、解離（手順2）から生徒に実験させることにした。観察試料である根は、班ごとに用意したバイアル瓶に固定液とともにに入れて配布した。バイアル瓶を用いることには、生徒に配りやすくなるだけでなく、水切りネットに移しやすくなるという利点がある（図3）。最後の手順4のみ根に直接接触れるが、解離後の根はやわらかくなっているため、ピンセットでつまむか、もしくは柄付き針で掬い取ってスライドガラスに移動させることにした。また、解離処理の際には溶液を5分間以上60℃に維持する必要があるが、その際には発泡スチロールの容器を用いて保温性を高める工夫を行うことにした。

次に、この手順に基づいて授業実践を行い、学校現場で本実験手順が有用であるかを検討した。

### Ⅳ. 授業実践

平成21年5月14日から、埼玉県深谷市立花園中学校で授業実践を行った（図7）。対象は中学3年生（男女計111名）4クラスだった。授業は第2分野第5単



図3 手順2

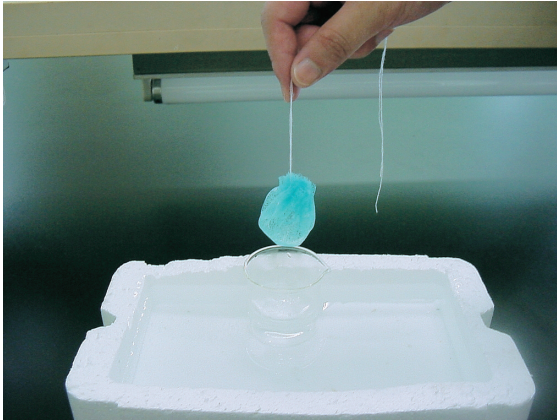


図4 手順3, 4

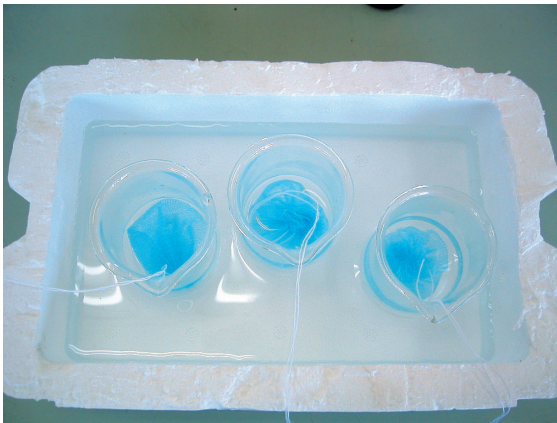


図5 手順3



図6 手順4

元の学習のうち体細胞分裂の観察実験のために設けた1時間で行った。第3章で示した実験手順のうち教科書に示されている手順と異なる部分については、生徒が実験手順を視覚的に理解しやすいよう、学習プリントに手順を書いたり、黒板に手順の図を掲示したりした(図8)。授業を円滑に進めるため、手順2および手順3については各班の代表者に行わせ、手順4以降は全ての生徒に行わせた。

授業後、生徒にアンケート調査を実施し、本実験手順の有用性について検証した。

## V. アンケート結果

全生徒111人中101人(約90.9%)の生徒が、体細胞分裂中の細胞を観察することができたと回答した(図9)。観察できた生徒101人中65人(約64.4%)の生徒が、自作のプレパラートで観察できたと回答した(図10)。全生徒111人中85人(約76.6%)の生徒が、難しい手順はなかったと回答した(図11)。そのうち「ある」と回答した26人中16人(約69.3%)の生徒が「手



図7 授業風景

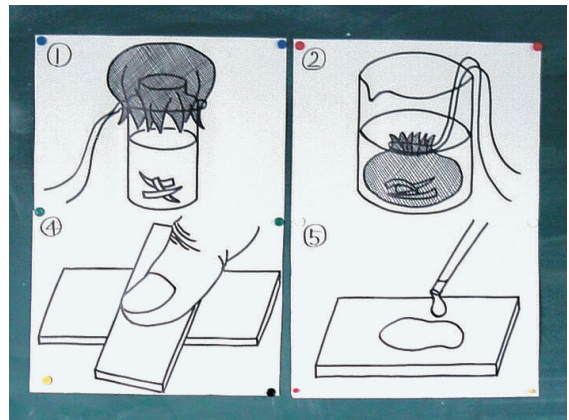


図8 手順を示した図



順7」と回答した(図12)。手順2および手順3を受け持った生徒28人中24人(約85.7%)の生徒が、難しいところはなかったと回答した(図13)。

## VI. 考察

今回の授業実践では、すべての生徒が50分間の授業時間内に手順7の観察まで到達することができ、そのうち9割以上の生徒が体細胞分裂の観察に成功できた(図9)。巾着ネットを用いたことで手順が簡素化されたこと、ピンセットを用いずに作業を行ったことで根端分裂組織を傷つける危険性を削減できたこと、さらに全員の試料についての解離の時間をそろえられたことにより、このような成果が得られたと考えられる。まとめると、前述のように、この巾着ネットの長所は以下三つに要約できる。

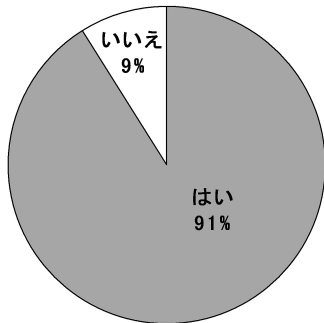


図9 体細胞分裂を観察できたか

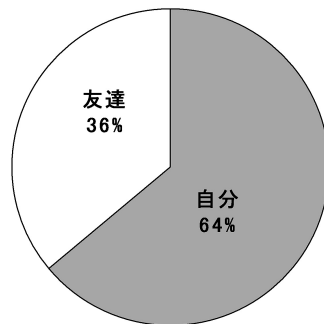


図10 プレパラートの作成者はだれか

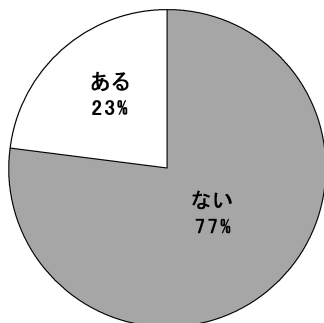


図11 難しい手順はあったか

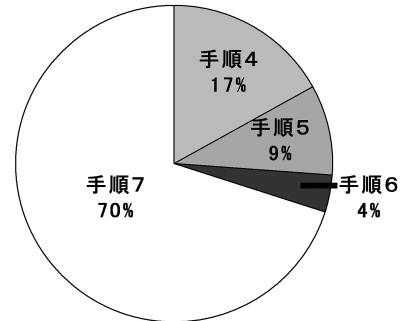


図12 手順4-7についてどの手順が難しかったか

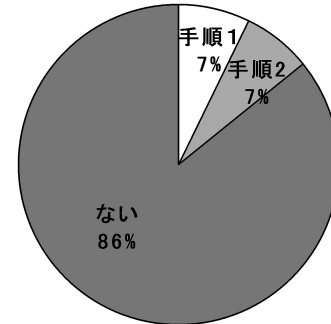


図13 手順1-3についてどの手順が難しかったか

- ・実験手順を簡素にすることができる
- ・溶液処理の時間を統一できる
- ・試料の欠損を防止することができる

アンケート結果において、全体の8割弱の生徒が難しい手順はないと回答したこと(図11)と各班の代表者が行った手順2および手順3について難しくないと感じた生徒が8割弱であった結果(図13)から、今回の実験手順で簡素でわかりやすいものになっていたといえる。これらの結果は、巾着ネットを用いたことや、生徒にとって観察手順が難しいと予想した箇所を図で示して黒板に掲示したことに起因すると考えられる。また、観察できた生徒中6割以上の生徒が自作のプレパラートで観察できたと回答しており(図10)、巾着ネットを用いて試料ごとの解離時間の差を少なくしたことにより、試料を観察に適した状態に揃えることができたと考えられる。難しい手順として「手順7」が多く挙げられたという結果(図12)は、教師の分裂細胞の見つけ方の説明や、この学習以前に顕微鏡の観察方法を生徒に定着させることの重要性を示しており、これらがうまく行われなかったことが生徒全員が自作のプレパラートで観察できなかった原因の一つと考えられる。また、机間指導の際、うまく観察できていない生徒のプレパラートの多くは、細胞が重なり合っ

しまつて観察しづらい状態であった。押す力加減など、押しつぶしの具体的な方法に関してよりわかりやすい説明方法を考案することも必要であろう。

授業時間内(50分)に9割の生徒が分裂細胞を観察することができ、全体の6割の生徒が自作のプレパラートで観察に成功したことから、今回の観察手順は有用と考える。しかし、生徒全員に自作のプレパラートで観察させることはできなかった。今後は、最後までピンセットを用いない手順の考案など、実験手順のさらなる改良を行うとともに、授業実践の評価方法を確立していきたい。

#### 参考文献

- 1) 文部科学省「中学校学習指導要領解説 理科編」, 大日本図書 2008年.
- 2) 藤島弘純「授業時間(50分)内で可能な体細胞分裂観察法」, 生物教育, 23(2), 18-27, 1982年.
- 3) 半本秀博「必要なときに細胞分裂像を多く得るための低温条件の利用—タマネギ発芽種子の場合—」, 生物教育, 45(3), 194-198, 2006年.
- 4) 半本秀博「タマネギおよびソラマメの根端分裂組織における体細胞分裂の日周性」, 生物教育, 28(1), 52-55, 1988年.
- 5) 川上昭吾, 加藤万幸「「スライドガラス押しつぶし法」を用いた体細胞分裂観察方法の改善と中学校における実践的研究」, 愛知教育大学教育実践総合センター紀要, 7, 175-180, 2003年.
- 6) 「新編新しい科学 2分野下(2005文部科学省検定済)」, 東京書籍

(さいとう ともや・さの(くまがい) ふみ)