

細胞分裂観察のための教材化に関する研究

○増永有紀^A, 八田明夫^B, 土田理^B

MASUNAGA Yuki, HATTA Akio, TSUCHIDA Satoshi

鹿児島大学大学院教育学研究科^A, 鹿児島大学教育学部^B

【キーワード】生物教育, 細胞, 観察材料, 観察方法

1. はじめに

生物教育において, 細胞分裂の観察は形態や機能を実際に見て理解を深めるだけでなく, その現象の素晴らしさを感じられる, 重要な教育的内容実験である。

細胞分裂の観察に関する研究は, これまでも様々な視点からなされ改善されてきた。しかし, 教育現場では今もなお, 細胞分裂を観察することは容易ではない。したがって, 教科書や多くの実験書で触れられていない方法を開発, 再検討することは大きな意味があると考えた。

そこで, 本研究では中学校理科教科書等を参考にし, 現在学校で行われている細胞分裂の観察の問題点, 先人の研究を踏まえながら, 授業に適した素材の栽培方法と観察までの処理方法の検討を行った。その結果得られた, 最も良いとされる方法を踏まえ, 一般的に使用されているタマネギなどの材料以外で観察に適する植物について検討した。

表1 先行研究

筆者・年代	概要
藤島弘純& 河中俊文 (1986)	容易に採取可能な人里植物や雑草の選定, 処理方法の適用性と植物の教材化の可能性を検討。
藤島弘純& 西村聡子 (1991)	ネギの発芽種子を用いた体細胞分裂観察の材料の準備を少力化し, 手軽に行える方法を検討。
川上昭吾& 加藤万幸 (2004)	「スライドガラス押しつぶし法」を用いて, 中学校の教材としての有効性を検討。

2. 実験1 実験観察方法の検討

これまで様々な視点から細胞分裂についての研究がなされているが, 材料となる植物ごとにそれぞれの栽培方法, 実験方法があり, 研究の方法は統一されていない。そのため, 多くの種類の細胞を栽培できる方法, 観察のための処理方法を検討する。検討の際には, 教材植物の有効性が既に報告されているものに焦点をあてて実験を行った。

2-1 材料

材料は, 季節的制約や発芽条件の良いネギ *Allium fistulosum* の種子を用いる

2-2 方法

(1) 種子の培地・発芽日数・成長

種子の栽培培地として, ペトリ皿とプラスチックケースにコンパスで空気穴を開けたものの2種類を比較する。底に水を含ませた濾紙を敷き種子を広げた後, 蓋をして冷蔵庫(5℃)で3日間低温処理を行う。処理後, 25℃設定の恒温器で発芽させる。

(2) 塩酸下解離法の塩酸濃度

1%・3%・5%の塩酸処理を比較する。各々の塩酸が入ったビーカーを60℃に保ちながら10分間根端の塩酸処理を行う。

(3) 「スライドガラス押しつぶし法」

押しつぶしについては、細胞が重なり染色がうまくできないということを受け、川上&加藤(2004)らが「スライドガラス押しつぶし法」を報告している。この方法と、カバーガラスの上から親指で押しつぶすという既存の方法とを比較した。

「スライドガラス押しつぶし法」は、根端をのせたスライドガラスの上に、新たに用意したスライドガラスを重ねて押しつぶす方法である。よって、同時に2枚作製できる。

(4) 染色時間

染色液滴下後、5分・10分・15分間放置したものを比較する。

2-3 結果と考察

(1) 種子の培地・発芽日数・成長

プラスチックケースは優れた栽培培地であった。種子が呼吸でき、適度な湿度状態が作れる。種子50粒の発芽状態は、表2に示す。3日目から発根し始め、5日目には全て5mm以上の根端が得られた。

藤島&西村(1991)は、発芽種子の根の長さが6~30mmのものを、教材として使用するのが適切であると考えている。短期間での栽培を考えると、今回の結果から、5mmの根端が得られる3~4日目が採取日に適していると判断できる。

表2 各長さの採取数

	<4 mm	4~6 mm	>6 mm
3日目	16	31	3
4日目	6	10	34

(2) 塩酸下解離法の塩酸濃度

分裂像の観察には、3%塩酸が適していた。1%塩酸では細胞同士の重なりが

多く、5%塩酸では解離が進み核質の判別が困難であった。

(3) 「スライドガラス押しつぶし法」

「スライドガラス押しつぶし法」は、根端組織が円形状に広がり良く崩れていた。これは、既存の方法では行えない、根端の前面に強い力を均一に加えることができたため、重なりの少ないプレパラートができたものと考えた。挟む時に少しずつ、内部が見やすくなった。

(4) 染色時間

10分間の染色時間が適当であった。5分間では、細胞全体が薄赤色の同色に染色され、染色体の判別が困難であった。一方、15分間では、水分が蒸発し細胞が縮小していた。

3. 実験2 実験材料の検討

細胞分裂の観察に適する植物の検討を行う。材料選択の検討要素として挙げられた、入手の難易、材料費、発根の準備と管理の難易を考慮して、身近な野菜の種子を用いることがよいと考えた。

3-1 材料

材料は、カイワレダイコン、カブ、カボチャ、カラシナ、桜島ダイコン、シシトウ、シュンギク、スイカ、チンゲンサイ、ネギ、ブロッコリー、ベビーリーフ、メロンを用いた。種子は、身近に得られる野菜の種子を乾燥させたものと、種苗店で購入した市販品を用いた。

3-2 方法

明瞭な染色体像を得るためには、前処理・固定・解離・染色のそれぞれの過程で、植物の種類に応じた工夫が必要である。今回用いた方法は、実験1を受けて検討した方法である(表3)。

表3 方法

手順	操作
1 種子 栽培	穴を開けたケースに種子を広げ、冷蔵庫で3日間低温処理を行い、室温で発芽させる。
2 固定	午前 11 時に採集し、エタノール：酢酸＝3：1 で固定し、冷蔵庫で長期保存する。
3 解離	60℃程度で、3%の塩酸に 10 分間浸し、処理後はすばやく洗う。
4 押し つぶし	根端の先端 2 mm をスライドガラス上にのせ、新たな一枚を上から重ねて押しつぶす。
5 染色	染色液を滴下後 10 分間放置し、カバーガラスを被せる。
6 保存	竹串で空気を出した後、縁をマニキュアで封じ冷凍保存する。

3-3 結果

(1) 発芽状態

分裂観察に適している、5 mm の根端が多く得られる採取日を検討した。3 日目に多い種は、ネギ、ブロッコリーであり、4 日目に多い種は、桜島ダイコン、シュンギク、メロン、スイカであった。その他の種は、大差はなかった。

(2) 分裂細胞数

表 4 は、1 つの根端 (2 mm) から観察された中期・後期の分裂細胞数である。染色体が赤道面に並んだ形体を中期、染色体が紡錘糸に添って両極に移動する形態を後期という。各種、2 本の根端を数え、平均して示した。

表4 分裂細胞数

種名	中期	後期	種名	中期	後期
カボチャ	187	440	ブロッコリー	11	50
メロン	62	94	チンゲンサイ	26	27
スイカ	41	108	カブ	16	25

ネギ	58	59	シュンギク	18	20
カイワレダイコン	31	63	カラシナ	18	17
桜島ダイコン	26	54	ベビーリーフ	10	18

(3) 細胞分裂の観察

各種の染色体の特徴を (表 5) に示す。押しつぶしは (○：つぶし易い、△：つぶし難い) と示し、染色質の形状区分は、藤島&河中 (1986) の報告に基づいた。この表から、観察の難易を判断した。

表5 染色体の特徴

	根端直径 (mm)	押しつぶし	核 (μ m)	染色質 の形状
ネギ	0.4	○	14.3	濃染型
シュンギク	0.5	△	14.3	濃染型
カボチャ	1.4	○	8.60	濃染型
チンゲンサイ	0.6	△	8.60	分染型
ベビーリーフ	0.6	△	8.60	分染型
カイワレダイコン	1.2	○	8.60	分染型
ブロッコリー	0.6	○	7.14	分染型
カブ	0.3	△	8.60	前染色体型
桜島ダイコン	1.1	○	8.60	前染色体型
カラシナ	0.3	△	10.0	淡染型
スイカ	1.0	○	7.14	淡染型
メロン	0.7	○	7.14	淡染型

3-4 考察

種子は各々発芽の最適温度があるが、実験 1 で行った 25℃の温度は多くの種子で最適であるとされている。しかし、発芽して実験 2 の実験材料とすることができた種子は、23 種中 12 種という約半数に留まった。このことから、発芽温度として考えた 25℃以外に、高温もしくは低温条件のグループに適する発芽温度を検討する必要があると考えた。実験 2 (1) では、分裂細胞の観察には多くの種で 3~4 日目に 5 mm の根端が得られることが分かった。根端は種子により形体、色、直径など様々な違いが見られ、生徒の興味を喚起すると思う。実験 2 (2) は、多い程観察材料に適しているとし、その結果、カボチャ、メロン、スイカ、ネギが良いと判断した。実験 2 (3) では、分裂の様子が分かりやすいもの、つまり染色質の形状と染色体の大きさが材料選択の鍵ではないかと思った。この 2 点に注目し、ネギ、シュンギク、カボチャ、チンゲンサイが教材に適していると判断し、実験材料として有効ではないかと考えた。栽培から観察までの流れがスムーズに行え、さらに、自分の食する身近な植物が材料であれば、生物のつながり、つくりや仕組みを理解し、その巧みさ・素晴らしさを感じられる観察になると思われる。

4. 今後の課題

- ・実験材料として注目した種について、播種後の日数と発芽種子の根の長さ、発芽種子の根の長さとの関係について検討する。
- ・この教材を学校で用いた時、生徒に知識理解や興味・関心などの点でどのような効果があるかを調べる。

5. 参考文献

- ・藤島弘純&河中俊文 (1986)
体細胞分裂観察法と教材植物の検討. 生物教育. 27(1). 51-60
- ・川上昭吾&加藤万幸 (2004)
「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
- ・藤島弘純&西村聡子 (1991)
ネギ *Allium fistulosum* の発芽種子を用いた体細胞分裂の観察. 生物教育. 31(4). 218-225