

# 誰もが成功するタマネギの種子を用いた細胞分裂の観察

元奈中理研究部長

理科教材研究家 嘉戸 英次

## 目的：

- ・タマネギの種子から発芽した根が活発に細胞分裂を行う時間帯を調べ、その特徴を探る。
- ・タマネギの種子から発芽した根の細胞分裂の観察が、安定して可能となる方法を探る。
- ・上記の特徴と方法を活かし、誰もが細胞分裂の観察を成功できる実践を行う。

## 内容の説明：

水に浸したタマネギの種子から発芽した根を用いた細胞分裂（以下、細胞分裂と記す）の観察は、なかなかうまくいかない観察の1つとされている。それは、教科書や指導書通りに準備して観察を行っても、分裂期の細胞が見つからないことが多いからである。そこで、細胞分裂の特徴を調べ、安定した観察が可能になる方法を探り、確実に成果が得られることを目指し、奈良県宇陀市立室生中学校の文化研究部生徒に観察の協力を得て次の実践を行った。

### 1. 水に浸したタマネギの種子から発芽した根が、細胞分裂を多く行う時間帯

タマネギの細胞分裂は指導書などで a.m.10:00 から 10:30 頃に多いとされてきたが、現実はどうでもないの細胞分裂が活発な時間を調べ直すことにした。対象とした時間は、中学校の学習活動が行われる時間帯を広めた 6:30 から 17:30 で 30 分刻みで観察した。観察期間は、タマネギの発芽適温（15～20℃）を維持できる 6 月末から 10 月中旬で夏休みの部活動も利用した。

#### 【観察方法】

根の先で細胞分裂を行う細胞は、根冠の裏側の根端分裂組織にある。6:30 からの各時刻に濃度 5 % の塩酸で細胞を乖離し、根の先を 3mm 程度切り取り酢酸オルセイン溶液で染色、その後カバーガラスで押しつぶし顕微鏡で観察した。また、根端分裂組織は非常に狭い場所にあるので、染色体が確認可能な分裂期の細胞（前期、中期、後期、終期）の全てを写真撮影し、個数を数えた。

初めは、40 倍～100 倍の倍率で大雑把に細胞の全体像を観察し、分裂期の特徴である「小さな細胞で核が大きく膨れたもの」の位置を確認した。次に、200 倍程度に倍率を上げ、分裂期の細胞が見られる部分を観察した。観察した分裂期の細胞は見落としや重複がないように注意し、視野の端からプレパラートを上下にまっすぐ移動させ、少しずつ視野を横にずらしながら写真撮影をした。染色体が見えない間期の細胞は数えなかった。使用品種は「泉州黄玉ねぎ」である。

#### 【結果】

各種子は栄養状態等の個性差があり、観察時の条件は気温等全て同じとは言い難い。また、分裂期の細胞の個数を数えるとき、前期の細胞は染色体の有無を確認し難く、終期の細胞は分裂中なのか分裂後なのかを判断し難いので、明確な分裂数を得ることが困難である。そのため、確認数は順位尺度と捉え、数えた細胞の各時刻での分裂数の有意性はメディアン検定で調べることにした。総メディアン=19 である（注1）。

また、統計的な結果に有意性があるかどうかを調べるには $\chi^2$ 分布を用いるため、各時刻でのデータは期待度数が 5 以下にならない 12 個とした。 $>19$  の期待度数は 5.91、 $\leq 19$  の期待度数は 6.09 である。集計表を以下に示す（注2）。23 条件×2 値なので $\chi^2$ 検定を適用した（注3）。結果は、 $\chi^2 = 68.62$ 、自由度(df) = 22、 $p < .01$  だった。残差分析の結果を次に示す（注4）。データ取得は生徒も行ったが、検定や分析は指導者が行った。結果を見ると、7:30 と 16:00 の値が他と比べて大きいことがわかる。この時刻に観察ができれば、分裂期の細胞と出会える確率が高くなると考えられる。

（注1）数は数えるが、数値として扱わず中央値（メディアン）よりも多いかどうかの数を比較する方法。

（注2）期待度数（比較時に期待できる数）が 5 以下だと結果の信頼性が低くなると言われている。

（注3）期待度数と比較して、多い少ないの割合に有意性があるかどうかを調べている。

（注4）どの項目が、 $\chi^2$ 検定の結果に大きな影響を与えているのかを調べている。

※ 調べた事象が起こる確率が 10 % 以下の場合を有意傾向にあるといい、↑(ダッカー)で示す。また、5%以下( $p < .05$ )は\*、1%以下( $p < .01$ )は\*\*を値の右上に示し、それぞれ5%、1%の確率で有意であるという。

確率が小さいほどめったに起こることがないほど貴重な値（有意）であることを示す。

【結果をまとめた表】

細胞分裂の確認数 総メデアン= 19

	H C I の 処 理 時 刻																							
サンプル順位	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30	
1	46	83	121	73	72	83	55	67	33	25	40	28	76	29	35	17	69	20	56	129	35	68	37	
2	36	76	95	71	67	65	51	64	30	22	39	25	71	28	32	13	61	17	54	116	33	61	29	
3	35	44	73	38	55	54	46	57	24	19	28	24	54	26	23	13	44	15	34	94	26	54	29	
4	33	43	72	25	52	43	37	35	20	17	28	22	41	18	21	13	39	14	32	85	25	54	22	
5	25	39	67	16	52	43	36	16	14	12	26	21	30	18	20	12	38	13	31	69	24	48	21	
6	21	34	66	16	47	35	32	13	12	10	25	19	29	17	19	8	28	13	31	68	16	31	16	
7	14	31	65	15	22	29	27	10	12	10	19	15	12	17	18	4	27	12	30	62	15	30	14	
8	13	23	64	13	8	22	9	9	10	8	15	8	12	9	7	3	27	11	24	60	15	21	12	
9	11	20	59	11	8	17	8	9	6	6	15	5	7	5	7	1	16	6	18	59	15	21	10	
10	6	9	37	6	7	11	4	7	5	3	15	4	7	3	6	1	15	1	14	59	10	15	8	
11	6	9	24	1	4	11	4	4	2	1	12	2	6	1	4	0	10	1	11	29	7	14	5	
12	2	7	20	0	2	0	0	0	1	0	5	0	5	0	4	0	5	0	7	21	7	12	0	
N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
メデアン	17.5	32.5	65.5	15.5	34.5	32	29.5	11.5	12	10	22	17	20.5	17	18.5	6	27.5	12.5	30.5	65	15.5	30.5	15	
レンジ(50%)	11-33	20-43	59-72	11-25	8-52	17-43	8-37	9-35	6-20	6-17	15-28	5-24	7-41	5-18	7-21	1-13	16-39	6-14	18-32	59-85	15-25	21-54	10-22	

メデアン検定集計表

HQの処理時刻	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30	計
>19	6	9	12	4	7	8	7	4	4	2	6	5	6	3	5	0	8	1	8	12	5	9	5	136
<=19	6	3	0	8	5	4	5	8	8	10	6	7	6	9	7	12	4	11	4	0	7	3	7	140
N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	276

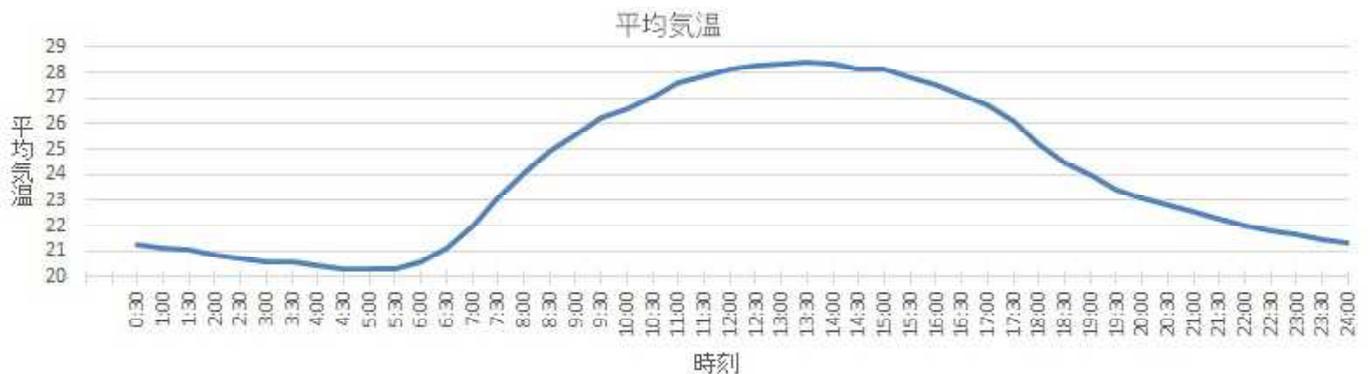
残差分析 調整された残差 >1.65 † p<.10 >1.96 \* p<.05 >2.58 \*\* p<.01

HQの処理時刻	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30
>19	0.05	1.82†	3.59**	-1.13	0.64	1.23	0.64	-1.13	-1.13	-2.31	0.05	-0.54	0.05	-1.72	-0.54	-3.49	1.23	-2.90	1.23	3.59**	-0.54	1.82†	-0.54
<=19	-0.05	-1.82	-3.59	1.13	-0.64	-1.23	-0.64	1.13	1.13	2.31*	-0.05	0.54	-0.05	1.72†	0.54	3.49**	-1.23	2.90**	-1.23	-3.59	0.54	-1.82	0.54

2. 7:30 と 16:00 が示すこと (気温の単位は℃)

7:30 は朝方で 16:00 は夕方近く、気温はさほど高くない。そこで、気象庁のデータで室生中学校に最も近い「針」のものをうい、観察を行った全ての日の 30 分ごとの気温を調べ、平均気温と 30 分ごとの気温差を表とグラフにまとめた。その結果、7:30 は気温上昇の初期にあたり、16:00 は気温が下降する初期の時間帯に含まれることがわかった。以下に結果を示す。

時刻	0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00
平均気温	21.25	21.13	21.03	20.86	20.73	20.60	20.54	20.44	20.30	20.27	20.27	20.55	21.15	22.02	23.09	24.07
標準偏差	1.88	1.90	1.88	1.89	1.85	1.84	1.83	1.84	1.86	1.87	1.85	1.85	1.88	1.94	1.99	1.98
気温差		-0.12	-0.10	-0.17	-0.13	-0.13	-0.06	-0.10	-0.13	-0.04	0.00	0.27	0.60	0.88	1.06	0.98
時刻	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00
平均気温	24.92	25.56	26.26	26.60	27.08	27.59	27.85	28.12	28.31	28.33	28.40	28.34	28.15	28.14	27.78	27.51
標準偏差	1.95	2.08	2.16	2.30	2.46	2.56	2.50	2.46	2.43	2.45	2.77	2.77	2.72	2.77	2.98	3.02
気温差	0.85	0.64	0.70	0.34	0.48	0.51	0.26	0.27	0.19	0.02	0.08	-0.06	-0.20	0.00	-0.37	-0.26
時刻	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30	19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	24:00
平均気温	27.15	26.74	26.10	25.20	24.47	23.95	23.47	23.12	22.81	22.56	22.26	22.00	21.80	21.63	21.44	21.31
標準偏差	2.97	2.92	2.75	2.60	2.35	2.21	2.12	2.05	1.93	1.88	1.84	1.74	1.75	1.79	1.83	1.85
気温差	-0.36	-0.41	-0.64	-0.90	-0.74	-0.52	-0.48	-0.35	-0.31	-0.25	-0.30	-0.25	-0.20	-0.17	-0.19	-0.13



◎このことを、より詳細に分析するため次の実験を行った。

・ 気温の上昇と細胞分裂との関係

- ① インキュベーターを20℃に設定する。
- ② インキュベーター内で複数の種子を発芽させる。
- ③ 根が3~5cm程度になったらインキュベーターの設定温度を32℃に上げる。
- ④ 気温が2℃上昇すれば「1の観察」と同様に種子12個の分裂期の細胞を数えメディアンを出す。
- ⑤ ④をくり返し、気温が2℃上昇するごとにデータを集める。
- ⑥ 集めたデータを表に整理し、メディアン検定を行った。(総メディアン=49)

・ 気温の下降と細胞分裂との関係

インキュベーターを30℃に設定し、根が3~5cm程度になったら設定温度を18℃に下げ2℃下がるごとに分裂数を確認し、メディアン検定を行った。(総メディアン=35)

$\chi^2$ 検定を適用した結果、気温の上昇時の期待度数は>49, <=49ともに6,  $\chi^2 = 15.3$ , 自由度(df) = 4,  $p < .01$ だった。気温下降時の期待度数は>35で5.8, <=35で6.2,  $\chi^2 = 17.6$ , 自由度(df) = 4,  $p < .01$ だった。

残差分析の結果は下表に示す通りで、結果を見ると、上昇した気温は2℃、下降した気温は2~4℃の気温変化での分裂期の細胞数が多いことがわかる。やはり、**気温の上昇・下降の初期に分裂期の細胞が多い**。インキュベーターを用いたので4℃までの気温上昇時間は3分、気温下降時間は約8分と非常に短く自然の中での気温変化とは大きく異なる。この結果を、授業での細胞分裂の観察に利用できないかを考えた。

[結果をまとめた表]

・ 気温の上昇時

上昇した気温(℃)	2												4												6												
種子番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
経過時間(分)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.5	3.5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
分裂期細胞数	34	114	58	36	53	75	61	130	53	83	139	136	64	29	44	18	60	105	71	58	96	93	147	60	43	56	36	86	12	9	37	75	60	52	29	14	
N	12												12												12												
メディアン	88.0												62.0												40.0												
レンジ(50%)	53-114												58-93												29-56												

上昇した気温(℃)	8												10											
種子番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
経過時間(分)	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.5	5.5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
分裂期細胞数	43	39	72	67	27	31	17	44	40	80	53	33	46	5	35	52	14	8	34	21	60	13	23	23
N	12												12											
メディアン	41.5												23.0											
レンジ(50%)	33-53												14-35											

上昇した気温(℃)	2	4	6	8	10
>49	10	9	5	4	2
<=49	2	3	7	8	10
N	12	12	12	12	12

残差分析

調整された残差 >1.65 † p<.10 >1.96 \* p<.05 >2.58 \*\* p<.01

上昇した気温(℃)	2	4	6	8	10
>49	2.58**	1.94†	0.65	-1.29	-2.58
<=49	-2.58	-1.94	0.65	1.29	2.58**

・ 気温の下降時

下降した気温(℃)	2												4												6											
種子番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
経過時間(分)	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	6	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	9	10	11	12	12	12	12	12	12	12	13	13	
分裂期細胞数	28	85	54	59	68	46	48	73	58	43	55	55	68	71	50	72	127	150	10	42	28	87	43	30	7	17	46	47	12	22	15	19	20	31	15	49
N	12												12												12											
メディアン	55.0												59.0												19.5											
レンジ(50%)	48-59												42-72												15-31											

下降した気温(℃)	8												10											
種子番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
経過時間(分)	13	13	16	16	16	16	16	17	17	23	23	18	18	23	23	23	23	24	24	24	24	24	38	38
分裂期細胞数	5	14	17	23	56	48	84	60	33	35	22	34	14	7	30	7	13	3	39	23	27	37	11	6
N	12												12											
メディアン	33.5												13.5											
レンジ(50%)	22-46												7-21											

下降した気温(℃)	2	4	6	8	10
>35	11	9	3	4	2
<=35	1	3	9	8	10
N	12	12	12	12	12

残差分析

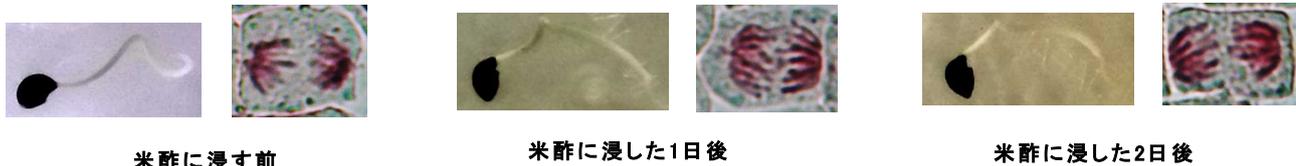
調整された残差 >1.65 † p<.10 >1.96 \* p<.05 >2.58 \*\* p<.01

下降した気温(℃)	2	4	6	8	10
>35	3.36**	2.07*	-1.81	-1.16	-2.45
<=35	-3.36	-2.07	1.81†	1.16	2.45*

### 3. 実験結果を授業で利用する方法

#### [7:30 や 16:00 にタマネギの根を米酢で固定する方法]

細胞分裂の観察では 7:30 や 16:00 に多くの分裂期の細胞が見られたが、この時刻には授業は行われていない。そこで 3 ~ 5cm に伸びた種子をそれらの時刻に米酢に浸した。醸造酢は防腐・抗菌効果があるので、固定液の代わりになると考えた。種子は成長を停止し、細胞は状態をほぼ維持できた。これを用いると、危険な薬品で固定液を作らずとも、2 日程度なら簡単に分裂期の細胞の状態を保つことができる。必要な時刻にタマネギの根を米酢から取り出し、5 %塩酸で細胞を乖離し、酢酸オルセイン溶液で核や染色体を染色することで、多くの分裂途中の細胞を観察することができる。



#### [インキュベーターを用いる方法]

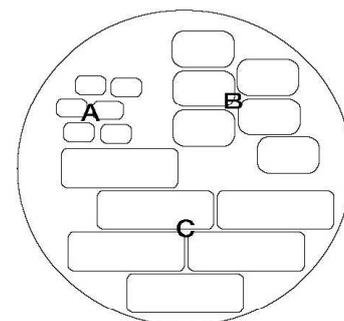
「2. の実験」により、インキュベーターを用いると、短時間で多くの分裂期の細胞が観察できることがわかった。一定温度に設定したインキュベーターの中でタマネギの種子を発芽させ、3 ~ 5 cm に根を伸ばし、観察のタイミングに合わせ、急激に気温を上げ下げすれば分裂期の細胞が観察できる。気温を 2 ~ 4 °C 上げるのが、観察に要する時間・観察可能な分裂期の細胞の多さともに最も有効だ。観察方法は教科書通りでよい。

### 4. 質問紙調査

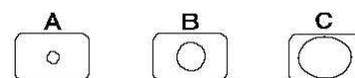
細胞分裂の観察がうまくいかないのはなぜだろうか。数の違いはあっても、登校から下校までのどの時刻でも細胞分裂は行われているはずだ。そこで、原因を探るため、細胞分裂の観察経験が無い宇陀市の中学生 268 人を対象に質問紙調査を行った。

#### ・質問内容

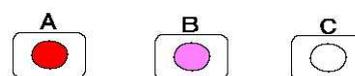
- ① 細胞を顕微鏡で観察したとき、次のように見えました。図中の□は 1 個の細胞を表しています。あなたは A ~ C のどの部分で細胞分裂が盛んに行われていると思いますか。
- ② 細胞を顕微鏡で観察したとき、次のような細胞を観察することができました。これから細胞分裂を起こすのは A ~ C のうちどの細胞だと思いますか。
- ③ 細胞を顕微鏡で観察したとき、染色液で次のように染まった細胞を観察することができました。これから細胞分裂を起こすのは A ~ C のうちどの細胞だと思いますか。



質問①の図↑



質問②の図↑



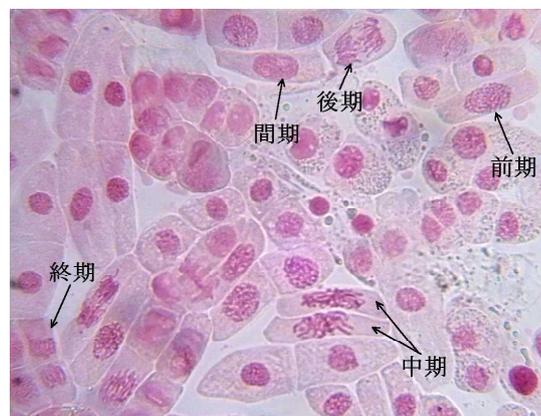
質問③の図↑

#### ・調査結果 (結果を表す表は次ページ)

実際に観察すると分裂期の細胞の様子は、質問順に **A C B** となる。この組み合わせで答えたのは全体の **9.3 %** だった。

質問①で **A** と答えたのは 153 人で、全体の **57.1 %** だった。質問②で **C** と答えたのは 149 人で、全体の **55.6 %** だった。質問③で **B** と答えたのは 82 人で、全体の **30.6 %** だった。分裂期の細胞が小さいことと、細胞内で核が占める割合が大きいというイメージはほぼ半数がもっているが、染色後の色が薄いことはイメージしにくいようだ。

細胞分裂の観察を行うとき、漠然と分裂期の細胞を探しても見つからないことが多い。細胞分裂は、根の先端近い根冠の内側にある根端分裂組織で行われるので、分裂期の細胞は一所に



集まる。非常に狭い範囲でしかない。ここにある初期の細胞は小さく、分裂の準備期や染色体が現れる分裂期の核領域は大きく膨らんでいる。また、染色液が染み込みにくいのか、染色体が広がっているからか色が薄く見える。

プレパラートをつくる時に、根の先端部分を小さく切り取る理由や、分裂期の細胞の探しかたを生徒が理解していたら観察しやすくなるだろう。これらの情報を示すことが、細胞分裂の観察には重要だ。

	組み合わせ	数	回答率	順位
1	AAA	17	6.3	6
2	AAB	9	3.4	10
3	AAC	3	1.1	18
4	ABA	23	8.6	3
5	ABB	10	3.7	9
6	ABC	5	1.9	16
7	ACA	52	19.4	1
8	ACB	25	9.3	2
9	ACC	9	3.4	10
10	BAA	2	0.7	21
11	BAB	3	1.1	18
12	BAC	2	0.7	21
13	BBA	5	1.9	16
14	BBB	8	3.0	12
15	BBC	2	0.7	21
16	BCA	18	6.7	5
17	BCB	7	2.6	14
18	BCC	1	0.4	24
19	CAA	3	1.1	18
20	CAB	1	0.4	24
21	CAC	1	0.4	24
22	CBA	16	6.0	7
23	CBB	8	3.0	12
24	CBC	1	0.4	24
25	CCA	19	7.1	4
26	CCB	11	4.1	8
27	CCC	7	2.6	14
	計	268	100.0	

## 5. 指導上の問題点

細胞分裂の観察がうまくいかない理由には、観察しやすい試料の準備やプレパラートのつくりかた、観察の手順も影響している。

### ・試料の準備

#### ① 発芽に要する日数

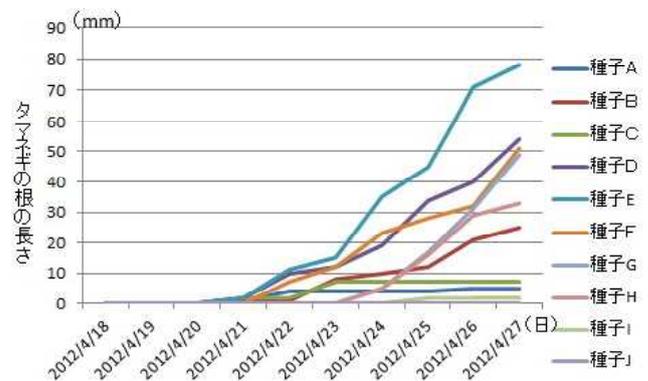
タマネギの種子は、水に浸して発芽するまでの日数が気温によって異なる。このことを考慮しないと、観察の予定が組めない。右の表はインキュベーターで気温を一定に保ち 10 個の種子が発芽するのに要した日数を調べたものである。気温は 14 ~ 26 °C まで 2 °C 区切りで調べた。

種子の№	14℃	16℃	18℃	20℃	22℃	24℃	26℃
1	6	4	1	3	2	2	1
2	6	4	3	3	2	2	1
3	6	4	3	3	3	2	1
4	6	4	4	3	3	2	1
5	6	5	5	3	3	2	2
6	7	5	5	3	3	2	3
7	9	5	5	4	3	2	3
8	9	6	5	4	3	3	3
9	10	7	5	4	3	3	3
10	11	7	6	4	3	3	3
平均(日)	7.6	5.1	4.2	3.4	2.8	2.3	2.1
標準偏差	2.0	1.2	1.5	0.5	0.4	0.5	1.0

#### ② 健康な種子の利用

種子の中には発芽しないものや、発芽しても途中で成長が止まるものがある。このような種子を用いると観察がうまくいかない。発芽してから順調に成長しているものを利用しなければならない。右のグラフは、気温を 22 °C に保って、根の長さを 10 日間調べたものである。10 個中 4 個の種子の成長が止まっている。

根の長さは、定規とともに根の写真を撮影し、根の写真をたこ糸でなぞり、写真上の定規でたこ糸の長さを測定して調べた。



#### ③ 分裂期の細胞が多く見られる根の利用

分裂期の細胞が多いほうが細胞分裂の観察は成功しやすい。そのため「7:30 や 16:00 に根を固定する方法」や「インキュベーターを用いる方法」を利用すると観察に有効な試料を手に入れることができる。以前、奈良県中学校理科教育研究会でこの方法を紹介すると、後日授業で「7:30 や 16:00 に根を固定する方法」を用いた中学校からは、観察がうまくいったと連絡を受けた。「インキュベーターを用いる方法」を行った学校からは、ほとんどの観察班で分裂期の細胞を観察できたと報告を受けた。因みに、室生中学校では「7:30 に細胞を固定する方法」で授業をしていた。学校所有のインキュベーターがなかったのと、7:30 はちょうど出勤時刻で準備しやすいからだ。また、時刻別のデータは生徒達の努力や協力を基に取得したので大切にしたい。利用方法は学校や指導者の事情に合わせて考えればよい。

### ・観察技術

#### ① プレパラートのつくりかた

細胞分裂は、根端分裂組織で行われている。そのため、根冠付近のほんの少しだけ根を切り取れば細胞分裂は観察できる。しかし、根を大きく切り取ってしまう生徒が多い。大きいほうが分裂期の細胞がたくさんあると思込んでいるようだ。そうなると探す範囲が広がり観察に手間取ってしまう。また、カバーガラス

での押しつぶしが弱ければ、細胞が重なり観察できなくなってしまう。その指導をしっかりとっておかないと観察は失敗してしまう。

## ② 観察手法

観察のとき、学習者は見やすい細胞を探す傾向がある。大きくて核が鮮明に見えるものが目立つので、そちらに注意が向いてしまう。染色された分裂期の細胞は小さくて核が膨れ薄い赤色をしているので、見逃してしまうことがある。染色が薄いと特に見逃しやすい。部活動で観察するときは、経験を積んだ生徒なら簡単に探すことができるが、授業で行うときはそうはいかない。観察前に分裂期の細胞の特徴を、理由とともにしっかりと伝えておく必要がある。

## 6. まとめ

タマネギの細胞分裂の観察を成功させるポイントは、大きく分けて2つある。1つは観察のタイミングを捉えることで、もう1つは観察や指導技術を身につけることである。

今回の実践で、分裂準備ができた細胞は、気温の上昇・下降の初期に多く分裂を始める傾向があることがわかった。分裂期の細胞が多い時刻や多くなるように仕向けた時刻に、分裂期の細胞の特徴を把握した上で効率よく探せば誰でも観察が可能になる。また、授業では観察できないのに、部活動で繰り返し観察を行うと、経験が技術を磨き問題なく観察ができるようになる。気温の上昇・下降と細胞分裂との関係を見つけれられたのは、この繰り返しで得られた大量のデータのおかげである。

仮に観察のタイミングを逃し、観察や指導技術が身につけていなくても、細胞分裂はいつかどこかで行われているので、根気よく探ることが大切だ。ここで紹介した分裂期の細胞数の資料は、そういった中で生徒とともに作りあげたものである。

また、今回の研究データを緻密に確かめると、気温差が小さい時間帯は、概ね分裂期の細胞も少ないことがわかる。授業実践とは別に、もう少し詳しく調べてもいいかもしれない。

## 参考文献

- ・文部科学省検定済み教科書 中学校理科用 未来へ広がるサイエンス3 p.13 細胞分裂をするときの細胞の変化 新興出版社啓林館
- ・BotanyWEB 植物とは\_植物の基本構造\_根\_根の内部構造 ©2005 Takeshi Nakayama
- ・新訂ユーザーのための教育・心理統計と実験計画法 方法の理解から論文の書き方まで 田中 敏・山際裕一郎著 教育出版
- ・2013年度奈良県中学校理科教育研究会ブロック別発表資料 タマネギの種子を用いた細胞分裂の観察指導～分裂の観察に適した条件の整理～ 宇陀市立室生中学校 嘉戸 英次