熊本県教育委員会賞

植物の根が細胞分裂をする条件２

宇城市立松橋中学校三年　山本 心羽 東 千明 西村 亜希子

目的

昨年の「植物の根が細胞分裂をする条件」の研究では、ニンニクとオオバニラを使い細胞分裂の実験を行った。その結果、「オオバニラの根の全体の長さが10㎜まで育ったものが細胞分裂を活発に行っている」こと がわかった。そこで、今年はどんな植物が細胞分裂を観察しやすいか、植物の細胞分裂は時間帯に関係があるか、実験してみることにした。
主役　タマネギやニンニクやニラやネギの染色体の数は16本とヒトの染色体数46本に比べると少ないので染色体を観察しやすいのでこれらの植物を観察に使用した。

実験

実験準備物　ビーカー200㎖ ビーカー100㎖ スライドガラス カバーガラス 柄付き針 ピンセット ろ紙 酢酸オルセイン液 顕微鏡 デジタルカメラ ニンニクの実 タマネギの実 タマネギの種子 オオバニラの種子 ネギの種子（紅丸一本太ねぎ、ホワイトスター、万能小ねぎ）、3％塩酸 湯沸かしポット ストップウオッチ 温度計

実験１　タマネギの根の部分、ネギの部分、実の部分のどの部分が細胞分裂を観察できるかを調べる
方法１（１）タマネギの根、ネギ、実（図１）を３％の塩酸を60℃の湯に入れて２～３分間湯であたためる（図２）、水洗いする。
（２）水洗いをした根をスライドガラスにのせ、酢酸オルセイン液を１滴落として、柄付き針でほぐし、２～３分間置く（図３）。その後、カバーガラスをかぶせてろ紙をのせ、すりつぶしように重点に押しつぶす（図４）。つくったプレパラートを顕微鏡で観察する。状態がよい細胞分裂が見られたら、細胞分裂の写真をデジタルカメラで撮る

図１　タマネギ　図２　塩酸処理　図３　酢酸オルセイン液をかけ、ほぐしている所　図４　カバーガラスをかけろ紙をのせプレパラートを作成　図５　タマネギの根、ネギ、実の顕微鏡写真

結果１　タマネギの実とネギの部分は根の部分は見られたが、細胞分裂のようすは観察されなかった。根の部分は細胞分裂のようすが観察された。
考察１　細胞分裂は植物の根の部分は葉緑体もなく、細胞分裂のようすが観察された。

実験２　いろいろな根の細胞分裂を観察する
実験１より、根の部分は細胞分裂の観察ができることがわかったのでニンニク、タマネギ(実を発根させたものと種子を発根させたものの両方)、オオバニラ、ネギ(紅丸一本太ねぎ、ホワイトスター、万能小ねぎ)の細胞分裂のようすを観察する。
方法２（１）ニンニク、タマネギ(実を発根させたものと種子を発根させたものの両方)、オオバニラ、ネギ(紅丸一本太ねぎ、ホワイトスター、万能小ねぎ)を発根させる。
（２）発根した根を実験１の方法１（２）と同様にして、プレパラートを作成し、顕微鏡で観察する。

結果２

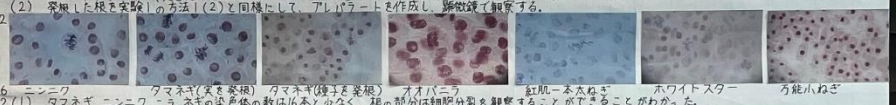
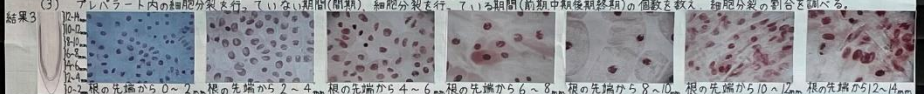


図６　ニンニク　タマネギ(実を発根)　タマネギ(種子を発根)　オオバニラ　紅丸一本太ねぎ　ホワイトスター　万能小ねぎ

考察２（１）タマネギ、ニンニク、ネギの染色体の数は16本と少なく、根の部分は細胞分裂を観察することができることがわかった。
（２）細胞分裂が観察しやすかったのは(図６写真参考)、ニンニク、オオバニラ、タマネギ(実を発根、種子を発芽の両方)であった。

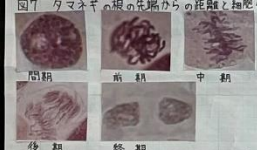
実験３　植物の根のどの部分が細胞分裂が活発かを調べる
実験１と２より、根の部分が細胞分裂の観察できることがわかったのでニンニク、オオバニラ、タマネギの根のどの部分が細胞分裂を活発に行っているかを調べる。
方法３（１）実から発根させたニンニクとタマネギ、種子から発根させたタマネギとオオバニラの根の長さが4㎜程度に成長したら、根の先端(根冠)部分から２㎜間隔で７等分にする。
（２）７等分にした根を実験１の方法１（２）と同様にして、プレパラートを作成し、顕微鏡で観察する。
（３）プレパラート内の細胞分裂を行っていない期間(間期)、細胞分裂を行っている期間(前期中期後期終期)の個数を数え、細胞分裂の割合を調べる。

結果３



0～2㎜根の先端から　2～4㎜根の先端から　4～6㎜根の先端から　6～8㎜根の先端から　8～10㎜根の先端から　10～12㎜根の先端から　12～14㎜根の先端から

図７　タマネギの根の先端からの距離と細胞分裂の顕微鏡写真　根の先端から離れると細胞数の大きさが長くなることが写真からわかる



間期　前期　中期　後期　終期

図８　タマネギの先端からの距離と細胞分裂割合表

先端からの長さ	ニンニク 間期	ニンニク 前期	ニンニク 中期	ニンニク 後期	ニンニク 終期	タマネギ 間期	タマネギ 前期	タマネギ 中期	タマネギ 後期	タマネギ 終期	オオバニラ 間期	オオバニラ 前期	オオバニラ 中期	オオバニラ 後期	オオバニラ 終期
0～2㎜	1137個	176個	51個	48個	67個	362個	241％	435個	280％	340個	252％	379個	272％		
2～4㎜	1005個	200個	58個	53個	119個	430個	300％	368個	222％	494個	240％	428個	264％		
4～6㎜	359個	54個	3個	2個	4個	63個	44％	124個	53％	49個	38％	48個	35％		
6～8㎜	266個	28個	5個	1個	3個	37個	28％	41個	33％	26個	21％	34個	27％		
8～10㎜	190個	10個	0個	0個	2個	12個	08％	26個	21％	23個	16％	19個	18％		
10～12㎜	130個	0個	0個	0個	0個	0個	0％	1個	01％	1個	01％	0個	0％		
12～14㎜	145個	0個	0個	0個	0個	0個	0％	0個	0％	0個	0％	0個	0％		

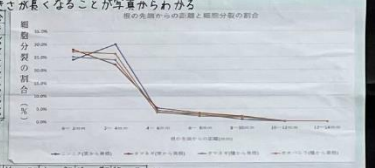


図９　根の先端からの距離と細胞分裂の割合の表とグラフ　細胞分裂の割合(％)の計算は細胞分裂を行っている期間の個数×100で求めた。

図８　いろいろな時期のタマネギの細胞分裂

先端からの長さ	間期	前期	中期	後期	終期
0～2㎜	1087個	177個	56個	47個	60個
2～4㎜	1280個	191個	54個	36個	123個
4～6㎜	1234個	31個	8個	5個	5個
6～8㎜	1212個	20個	1個	1個	4個
8～10㎜	1159個	16個	1個	2個	4個
10～12㎜	1128個	1個	0個	0個	0個
12～14㎜	1278個	0個	0個	0個	0個

図10　ニンニクの実から発根した細胞分裂の数(個数)と割合(％)

先端からの長さ	間期	前期	中期	後期	終期
0～2㎜	1120個	233個	64個	59個	74個
2～4㎜	1286個	183個	46個	30個	109個
4～6㎜	1290個	57個	6個	3個	6個
6～8㎜	1195個	33個	5個	1個	2個
8～10㎜	1212個	20個	1個	1個	4個
10～12㎜	1168個	1個	0個	0個	0個
12～14㎜	1345個	0個	0個	0個	0個

図11　タマネギの実から発根した細胞分裂の数(個数)と割合(％)

先端からの長さ	間期	前期	中期	後期	終期
0～2㎜	1015個	210個	45個	54個	70個
2～4㎜	1193個	205個	53個	49個	121個
4～6㎜	1326個	46個	2個	0個	1個
6～8㎜	1210個	30個	2個	0個	2個
8～10㎜	1027個	15個	0個	0個	4個
10～12㎜	1878個	0個	0個	0個	0個
12～14㎜	1440個	0個	0個	0個	0個

図12　タマネギの種子から発根した細胞分裂の数(個数)と割合(％)

図13　オオバニラの種子から発根した細胞分裂の数(個数)と割合(％)

考察３（１）ニンニク、タマネギ、オオバニラの根は細胞分裂の種子は観察できる。
（２）図９より、細胞分裂は根の先端からの距離が０～４㎜が様々な細胞分裂をしている種子を観察することができる。根の先端からの距離が離れていくと細胞質の長さが長くなっていく(図７)
（３）根の先端からの距離が０～４㎜の場所は細胞分裂の中では前期の部分が11％～15％と多く、中期と後期は18％～45％と少なかった。(図10～図13) 細胞分裂では前期の部分が一番多く観察された。
（４）（３）より、細胞分裂をする場合、前期の状態でいる時間は長く、中期と後期の状態でいる時間は短いと考えられる。
（５）タマネギの場合、実から発根させた場合(図11)と種子から発根させた場合(図12)はほとんど同じ結果が得られた。

実験４　細胞分裂と時間の関係を調べる
実験１と２より、ニンニクとオオバニラとタマネギの細胞分裂を観察するには、発根して根の先端から０～４㎜の部分を観察するとよいことがわかった。昨年の研究から暗室で明るいところで育てたニンニクとオオバニラは暗室で育てたら活細胞分裂が活発に行われていることがわかった。そこで時間と細胞分裂の関係を調べてみる。
実験２の図６からタマネギの細胞分裂は観察しやすく、タマネギの実は発芽抑制剤が多い。てあり発根しにくいため、タマネギを種子から発根させたものを使用する。
方法４　明るいところと暗室で育てたタマネギの種子を発根させる。根の長さが10㎜程に成長したら、根の先端から０～４㎜の部分を顕微鏡で観察する。観察する時間は０時、３時、６時、９時、12時、15時、18時、21時と３時間ごとにする。プレパラートの作成については実験１（２）と同様に行う。

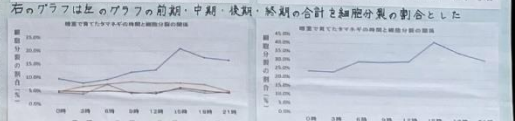
結果４

時間	間期	前期	中期	後期	終期
0時	873個(84.4％)	53個(5.1％)	35個(3.4％)	32個(3.1％)	41個(4.0％)
3時	819個(84.2％)	43個(4.4％)	30個(3.1％)	30個(3.1％)	51個(5.2％)
6時	724個(69.3％)	42個(13.6％)	48個(4.6％)	59個(5.6％)	72個(6.9％)
9時	688個(63.2％)	186個(17.1％)	66個(6.1％)	60個(5.5％)	89個(8.2％)
12時	834個(73.7％)	140個(12.4％)	50個(4.4％)	43個(3.8％)	65個(5.7％)
15時	835個(83.4％)	80個(8.0％)	31個(3.1％)	20個(2.0％)	35個(3.5％)
18時	880個(81.4％)	71個(6.6％)	42個(3.9％)	38個(3.5％)	50個(4.6％)
21時	901個(83.5％)	65個(6.0％)	40個(3.7％)	31個(2.9％)	44個(4.2％)

図14　明るいところで育てたタマネギの時間と細胞分裂の個数と割合

時間	間期	前期	中期	後期	終期
0時	700個(76.5％)	87個(9.5％)	45個(4.9％)	40個(4.4％)	43個(4.7％)
3時	777個(76.9％)	80個(7.9％)	48個(4.7％)	39個(3.9％)	67個(6.6％)
6時	838個(70.7％)	110個(9.3％)	60個(5.1％)	88個(7.4％)	80個(7.6％)
9時	911個(70.9％)	155個(12.1％)	58個(4.5％)	52個(4.0％)	109個(8.5％)
12時	870個(70.3％)	161個(13.0％)	51個(4.1％)	57個(4.6％)	99個(8.0％)
15時	707個(58.5％)	255個(21.1％)	77個(6.4％)	71個(5.9％)	98個(8.1％)
18時	767個(65.1％)	208個(17.7％)	62個(5.3％)	52個(4.4％)	89個(7.5％)
21時	776個(69.0％)	188個(16.7％)	50個(4.4％)	53個(4.7％)	57個(5.1％)

図15　暗室で育てたタマネギの時間と細胞分裂の個数と割合



右のグラフは左のグラフの前期・中期・後期・終期の合計を細胞分裂の割合とした

右のグラフは左のグラフの前期・中期・後期・終期の合計を細胞分裂の割合とした

考察４（１）明るいところで育てたタマネギは６時と９時で細胞分裂(間期以外)が30.7～36.8％と活発である(図14)。それ以外の時間帯でも細胞分裂(間期以外)が15.6～26.3％行っている。細胞分裂は24時間行われている。
（２）暗室で育てたタマネギは15時と18時が細胞分裂(間期以外)が34.9～41.4％と活発である(図15)。それ以外の時間帯で細胞分裂(間期以外)が23.1～31.0％行っている。細胞分裂は24時間行われている。

実験５　根を冷やすことによって、細胞分裂を遅らせることができるかを調べる
これまでの実験で細胞分裂は根の先端付近で24時間行っていることがわかった。そこで細胞分裂を活発に行っている根の先端部分を冷蔵室の中に入れて、根の成長や細胞分裂の変化について調べる。
方法５　タマネギを種子から発根させ、根の長さが10㎜程に成長したら、冷蔵室(室温６℃±１)の状態で保管し、１日後、２日後、３日後・・・と根の成長と細胞分裂の状況を観察する。使用する根の先端から０～４㎜の部分を観察する。プレパラートの作成については実験１（２）と同様に行う。

結果５

タマネギの根の長さ(㎜)		細胞分裂の数と割合 間期	前期	中期	後期	終期
冷蔵室に入れる前	10.2㎜	911個(83.7％)	58個(5.3％)	31個(2.8％)	28個(2.6％)	60個(5.5％)
冷蔵室に入れて１日	10.8㎜	921個(94.4％)	15個(1.5％)	10個(1.0％)	10個(1.0％)	20個(2.0％)
根の長さは２日	11.5㎜	823個(94.5％)	10個(1.1％)	11個(1.3％)	9個(1.0％)	18個(2.1％)
50個のタマネギの根の平均	12.3㎜	982個(96.5％)	11個(1.1％)	8個(0.8％)	6個(0.6％)	11個(1.1％)
	13.9㎜	870個(91.0％)	8個(0.9％)	4個(0.4％)	5個(0.6％)	10個(1.1％)
	14.6㎜	881個(97.1％)	8個(0.9％)	6個(0.7％)	2個(0.2％)	10個(1.1％)
	15.2㎜	862個(97.0％)	9個(1.0％)	4個(0.4％)	3個(0.3％)	11個(1.2％)
	16.0㎜	928個(96.6％)	7個(0.7％)	5個(0.5％)	3個(0.3％)	18個(1.9％)

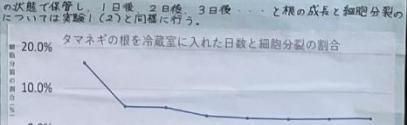


図16　タマネギの根を冷蔵室に入れたときの根の成長と細胞分裂の関係　冷蔵室の室温は６℃±１であった。
考察５　図16より、冷蔵室(室温６℃±１)の中では根の伸びは１日あたり06～08㎜と成長は遅くなる。冷蔵室に入れた場合は29～56％と減少した。細胞分裂は間期の状態になる。気温が下がると細胞分裂の速さは遅くなることがわかった。

まとめ

昨年の研究からわかったことは「オオバニラの根の全体の長さが10㎜まで育ったものが細胞分裂を活発に行っている。」であった。今年の研究からは次の5点がわかった。
（１）実験１より、細胞分裂は根の部分には葉緑体もなく、細胞分裂が観察しやすいことがわかった。
（２）実験２より、細胞分裂を観察しやすかったのは(図６写真参考)、ニンニク、オオバニラ、タマネギ(実を発根させたものと種子を発根させたものの両方)であった。
（３）実験３より、細胞分裂を観察するには根の先端部分から０～４㎜の部分が活発である。また、細胞分裂は前期の状態でいる時間は長く、中期と後期の状態でいる時間は短いと考えられる。
（４）実験４より、明るいところで育てた場合(６時と９時)が細胞分裂が活発に行われている。また暗室で育てた場合は夕方(15時と18時)が細胞分裂が活発に行われている。
（５）実験５より、低温下(冷蔵室の室温６℃±１)では、根の伸びが遅くなり、細胞分裂をしている割合も減る。

２年間の研究でわかったことは、細胞分裂は午前、午後には関係なく、暗室で根の長さが10㎜まで育ったものでは根の先端から０～４㎜の部分が活発に行っている。明るいところで育てた場合は午前中、暗室で育てた場合は夕方にそれぞれ活発に細胞分裂を行う。気温が(６℃±１)では細胞分裂は停止することがわかった。
※タマネギは発芽抑制剤が使ってあるものは発根しにくく、ニンニクも加熱処理してあるものは発根しにくいので注意して下さい。今回の実験ではタマネギとニンニクの実からは発根しないものがあった。タマネギは種子から発根させたものを使用した方がよい。
※本実験は冷蔵室で行ったものは以外は28～35℃の中で行った。その気温では発根しない種子もあった。発根する日数は気温によって変動すること、細胞分裂を観察する場合は個体差があるので、なるべく多くの数を栽培し、観察を行った方がよい。