

## 実験の記録 実験の方法、観察の記録などを自由な書式でまとめて下さい。

【目的】重力のある環境の中でキュウリを芽出しさせ、ベグの数や形、できる位置、種皮のとり方などを調べる。

【準備】キュウリの種、栽培容器、土、ペトリ皿、温度計、カッターナイフ、ルーペ、ピンセット、赤い電球

### 【実験方法】

(1) 8通りの方法で種をまいた。

- ①種の平たい面を上下にして水平になるようにする。 (水平系真横) A
- ②根の出る方を真下に向ける。 (鉛直方向真下) B
- ③根の出る方を真下に向けて種を上からつるす。 (鉛直方向真下) C
- ④種の平たい面を上下にして根の出る方を斜め下にする。 (水平系斜め下)
- ⑤種の平たい面を上下にして根の出る方を斜め上にする。 (水平系斜め上)
- ⑥種の平たい面を左右にして根の出る方を真横にする。 (垂直系真横)
- ⑦種の平たい面を左右にして根の出る方を斜め下にする。 (垂直系斜め下)
- ⑧根の出る方を真上に向ける。 (鉛直方向真上)

(2) 環境設定

- ①光の影響が出ないように理科室に暗幕を張り、暗室の中で行なった。
- ②気温が下がってきていたので、エアコンで室温を24℃に設定し、実験期間中エアコンのスイッチを切らなかった。
- ③観察する時だけ明りをつけると、それだけでも影響ができるかもしれないと考え、赤色電球を点灯したままにして光の条件を一定にし、観察も赤色電灯の下で行なった。(赤い色の光だと影響が出にくいらしい)
- ④観察するために容器を手にとる時は、重力の向きを考え、斜めにしないように注意した。
- ⑤生育条件を統一し、種の状況を観察しやすくするため、所定の実験の他に台所用スポンジに切り込みを入れてそこに種を植える事も行なった。

### 【結果】(種を植えた日を1日目とする)

#### (1) それぞれの結果

##### ①水平系真横 A

■3日目：まだ根は出でていない。 ■4日目：40個の種から0.7ミリから10ミリ程度根が出ているのを確認した。スポンジの上に置いておいた場所から少し動いていた。 ■5日目：芽はまだ出でないが、根が2cm位まで伸びていた。 ■6日目：ほとんど葉が出ていた。種皮が根にくっついていて、ベグが見えた。ベグが何度の角度で出でているか測りにくかったが、だいたい40°で根に対して下向きについていた。葉が出たのは40個中37個。種皮が葉にくっついたままのもの5個。

##### ②鉛直方向真下 B

■3日目：種から根が下向きに出でている。種は少し持ち上がって、スポンジから浮き上がっているものもある。40個中29個。 ■4日目：さらに根が伸びている。 ■8日目：40個中29個から葉がでた。しかし、23個の葉に種皮がくっついたままである。その23個の根と茎の境目にベグの様な小さな突起が出でている。

##### ③鉛直方向真下 C

■3日目：まだ根は出でていない。 ■4日目：まだ出でていない。 ■5日目：1つ根が0.5ミリほど出でた。 ■8日目：3個根がでているが、葉は出でていない。ベグも見当たらぬ。

##### ④水平系斜め下

■3日目：まだ根は出でていない。 ■4日目：40個中37個根が出ていた。 ■5日目：葉が出てきていて、ベグは根から90°位の角度で出でていた。 ■8日目：葉に種皮がついたままのものが7個あつた。

##### ⑤水平系斜め上の場合

■3日目：まだ根は出でていない。 ■4日目：根が2ミリ位出でている。 ■5日目：根が3ミリ出でている。 ■8日目：根は一番長いので4ミリ。根が出たのは40個中10個。しかし、葉は出でこない。ベグも見当たらぬ。

## ⑥垂直系真横

- 3日目：6~7ミリ根が出てきた。40個中37個。 ■4日目：根の長さが13ミリ位になっている。  
 ■5日目：ベグができていて、葉が出てきそう。 ■6日目：葉が出ているものは根が出た37個中34個。種皮が取れず、葉の先にくついたままのものが7個あった。ベグはできているが、葉の先に種皮をつけたままのものは、斜め上に向かって小さなベグが出ている。

## ⑦垂直系斜め下

- 3日目：種がスponジの切り込みから持ち上がって出かかっていた。種が根で持ち上げられているみたい。 ■4日目：根はもっと伸びていて、種がスponジから浮き上がっていた。37個根が出た。  
 ■8日目：33個から葉が出ていた。また、葉が出ていた33個中17個の葉に種皮がついたままだった。ベグのような突起は見当たらなかった。

## ⑧鉛直方向真上

- 3日目：60個中11個根が出た。1ミリ位。 ■4日目：2個増えて13個から根が出ていた。  
 ■5日目：13個から根が出ているが、他の班の種はどんどん伸びているのに比べてほとんど生長していない。 ■8日目：葉が出てきたのは、13個中2個だけだった。他は、根が2ミリ程度しか出ていなない。まるで生長がとまっているみたいだ。

	A	B	C	写真1.				
	水平系真横	鉛直方向下	鉛直方向下	水平系斜下	水平系斜上	垂直系真横	垂直系斜下	鉛直方向上
種子数(個)	40	40	20	40	40	40	40	60
発根数(個)	40	29	3	37	10	37	37	13
発根率(%)	100	72.5	15	92.5	25	92.5	92.5	21.7

写真2 [表1] 発根率

写真3

	A	B	C					
	水平系真横	鉛直方向下	鉛直方向下	水平系斜下	水平系斜上	垂直系真横	垂直系斜下	鉛直方向上
発葉数(個)	37	29	0	37	0	34	33	0
非脱種皮数(個)	5	23	-	7	0	7	17	-
非脱種皮率(%)	13.5	79.3	-	18.9	0	20.6	51.5	-
ベグ発生	(+) 下向き40°	(+) ~ (-) 上向き40°	-	(+) 90°	-	(+) 下向き40°	(+)	-

[表2] 非脱種皮率とベグの様子（双葉が種皮を被ったままだった割合）

	A	B	C					
	水平系真横	鉛直方向下	垂直系斜上	水平系斜下	水平系斜上	垂直系真横	垂直系斜下	鉛直方向上
種皮が根に付いている(個)	32	10	-	29	-	17	13	-
平行(個)	2	5	-	1	-	15	9	-
直角(個)	30	5	-	28	-	2	4	-
平行率(個)	6.2	50	-	3.4	-	88.2	69.2	-
直角率(個)	93.8	50	-	96.6	-	11.8	30.8	-

[表3] 発芽後の種皮の付き方（根の伸びている方向に対して種皮の平たい面が平行か直角か）



写真1



写真2



写真3

考 察 実験の結果からわかったことと、宇宙ではどうなるかの予想を書いて下さい。  
予想は、どうしてこうなつかこの理由を書いて下さい。

### 【考察】

#### (1) [表1] から

キュウリの発芽の最初は発根から始まり、ベグの形成に関しては発根との関係が大きいと考えられるので、まず、種を植える向きと発根率との関係について考えてみた。ほとんどの場合が90パーセント以上根が出るが、水平系斜め上と鉛直方向上向き（鉛直方向の逆）の場合、それぞれ25パーセントと21.7パーセント（Cでは15パーセント）と極端に低い結果がでている。これは、根は出てくる時から重力を感じて重力の方向へ伸びようとしている。特に種の根の出る方が真上に来ているときは、横に曲がるきっかけが無いため下に行けずに立ち往生してしまったのではないか、と考えられる。では、Bの様に鉛直方向下向きに根の出る方が向いていれば良いのだろうか。その場合の発根率は、72.5パーセントと必ずしも高い割合では無い。つまり、種の根の出る方向は、鉛直方向上にあっては、うまく生長できないのではないだろうか。

#### (2) 表2 から

次にベグの形成に関して考察する。ベグの形成は、Aと水平系斜め下ではほぼ全例に形成したが、Bでは形成されたものと形成されないものがあった。Aと水平系斜め下の例では、その角度がAでは根に対して下向き40°、水平系斜め下ではほぼ90°でついていた。次に、Bで形成されている場合のベグの角度は、斜め上向きになっていた。このことよりベグの形成には重力のかかる方向が関係していると思われる。また双葉が種皮を被ったままになっているのは、鉛直方向下向きの時に79.3パーセントと最も多く、垂直系斜め下が51.5パーセントと次いで多い。他の水平系と垂直系真横はほぼ20パーセント以下で、ほとんどのものが種皮を被っていない。これよりベグの形成状態と脱種皮との関係について考えてみると、Bのようにベグが形成されなかったり上向きに付いていた場合には脱種皮が行なわれないことが分かった。

#### (3) 表3 から

これらの観察をしていて面白いことに気が付いた。それは、双葉が出た後の種皮の根への付き方に2通りあることである。ある種皮は種の平らな面が根と直角に交わるように付いており、またある種皮は種の平らな面が根と同じ方向（平行）についている。そして、これらは、同じ植え方をしたものの中では同じ付き方のものが多い。水平系の植え方の場合、90パーセント以上が根に直角に付いており、垂直系の植え方の場合は約70~90パーセントが根と平行に付いている。また、種皮が根に直角に付いている場合のベグは種の平らな面から出でたり、平行の場合は種の縁から出でている。これは、種を植える時に重力に対してどのような向きにしたかがそのまま反映されていると考えられる。すなわち、種を水平に植えたら種皮は根に直角に付き、垂直に植えたら根に平行に付くのである。根が出るその時に種に働く重力の方向で、種皮に対するベグの方向が決まるものと考えられる。

#### (4) 宇宙では

では、宇宙で同じ実験をしたらどうなるのであろうか。まず、根が出るか出ないか、ベグはできるかできないか、そして、種皮は双葉から取れるか取れないかを考えてみた。クラスで話し合ってみた結果は、次の通りである。

根は	のびる(24人)	まっすぐ(4人)	ベグは	できる(19人)	種皮は	取れる(2人)
	のびない(4人)	ぐにゃぐにゃ(20人)		できない(5人)		取れない(17人)

話し合った日の出席者28名中、85パーセントから60パーセントの者が次のように考えた。宇宙では、発芽条件（水、温度、空気）さえ整えば根は出るが、ぐにゃぐにゃに伸びる。また、ベグはできるが十分にその働きができず、種皮が被ったまま双葉が出る。「根がのびる」の理由は、根が出るための条件は水と温度と空気だけで、重力は根がどの方向にのびるかを決めるだけで根がのびることそのものには無関係と考えたからである。「根がのびない」、つまり宇宙では植物は発芽できないのではないかと考えたのは、重力も発芽の条件の一つであると考えたからである。根がぐにゃぐにゃにのびると考えた理由は、根ののびる方向は重力方向であるから、無重力の宇宙ではどこにのびてもよいか分からず、あちこちに向かってのびていくと考えたからである。まっすぐにのびると考えた理由は、根は重力の影響で途中からでも曲がるという事から、無重力であれば重力の影響が無いのであるからひたすらまっすぐにのびると考えたからである。「ベグはできる」と考えたのは、生長する段階で双葉は種皮を脱がなければならず、そのためにベグができるのであるから、とにかくベグはできると考えたからである。「ベグはできない」と考えたのは、重力の向きによってはべぐができないものもあったことより、やはり無重力では無理と考えたからである。「種皮は取れる」と考えたのは、地上では種の重力に対する向きでベグのでき方が変わった事から、無重力ではベグのでき方を左右する事がないので自然にできると考えたからである。逆に、「種皮は取れない」と考えたのは、地上での実験で重力に対する種を植える向きの違いによって、種皮がベグにひっかかってちゃんと取れたり取れなかったりした結果からである。つまり、重力の影響でベグがちゃんと働いたり働かなかったりするのは、ベグにとって働きやすい重力の方向があるからで、宇宙ではその重力がないのであるから、ベグはできてもちゃんと働けないと考えたのである。

#### 【最後に】

この実験を通して、今まで知らなかつた植物の細かい作りについて、ほんの少しだけど知ることができてとても良かった。班のみんなと協力して色々な事を考えたりできたり、同じ実験を向井さんが、宇宙で同時にやっている事を思うと、なんだかとてもわくわくした。自分たちが地上でやった実験を、自分で実際に宇宙へ行ってやってみたいと思った。