

# ミヤコグサの栽培法

## 1. はじめに

ミヤコグサ(学名: *Lotus japonicus*)は、日本を中心とする東アジアに自生するマメ科の野草です。さらにミヤコグサは、植物体が小さい、栽培が簡単、短期間で多くの種を作るなどの実験植物として優れた特性を有していることから、マメ科の「モデル植物」と呼ばれ、世界中で研究されています。ここではいくつかの重要なポイントを中心に解説します。研究者向けのミヤコグサ実験マニュアルが公開されていますので興味のある方は下記のホームページも参考にしてください。

<http://miya.bio.sci.osaka-u.ac.jp/manuals/index.html>



## 2. 発芽

植物は元来、種子が熟した後すぐに親植物の近くで発芽しないよう、わざと発芽しにくくなるような仕組みをいくつか持っています。

ミヤコグサの種子(右図)も、種皮が硬く水を吸水せず発芽を抑制する特徴(硬実性)があります。したがって、発芽させるには吸水を促すような処理が必要です。これを専門用語では硬実打破(こうじつだは)と言います。最初の行程の発芽処理によって、種子の表面に傷をつけて硬実打破を行います。



## 発芽処理

準備するもの:

- ・ 卓上すり鉢(下左図);直径 12 cm、ダイソー等で購入可能。(下中図の溝が深いタイプより、下右図の溝が浅いタイプが良い)

(卓上すり鉢が入手困難な場合は、以下の通りで作業を進めて下さい。)

お菓子の空き缶などの中に、やや細目の紙ヤスリ(100番〜400番なら使用可能なので間に合わせでよい、新規に購入するなら240番か320番がよい)のシート(226 mm×280 mm)を半分または四分の一に切ったものを、ヤスリ面(ざらざら)を上にして置き、その上に種子を置いて、2 cm 四方に切った紙ヤスリで上から押さえて人差し指または親指の腹で緩やかに擦ります。つぶさないように注意します。表面の一部がすり切れて白っぽくなれば完了です。所要時間は力加減によりますが、1分ごとに観察し、3分経っても変化がなければ少し力を強くするようにして適当な力加減のこつをつかんでください。)



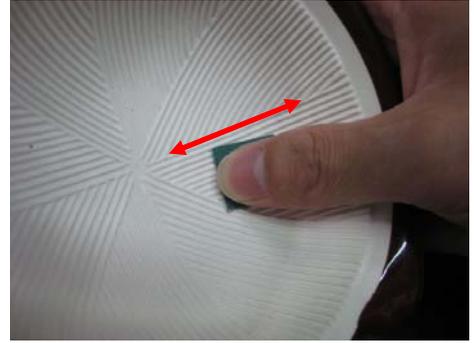
- ・ 2.0 cm 四方に切ったヤスリ(サンドペーパー);100番〜400番なら使用可能なので間に合わせでもよい。(新規に購入する場合は 100〜120 番が望ましい)



1. すり鉢に種子 10〜30 粒をいれます。種子の数が多過ぎると均一に擦るのが難しくなります。



2. 種子の上に紙ヤスリを置き、人差し指または親指の腹で押さえながら溝に沿って種子を転がすようにして緩やかに擦ります。ヤスリは一回使い切りで使用してください。



3. 種子全体をまんべんなく、出来るだけつぶさないように注意して擦ります。種皮の表面にキズがついたり、すり切れて白っぽくなれば完了です。



## 吸水

種子を高い割合で発芽させるため、土に播く前に水に浸けます。これは、発芽を抑える物質を種子から溶かし出すためと、根や芽を出やすくするためです。

準備するもの：

- ・ 水(水道水)
- ・ 小さめのコップまたはビーカー(種子と水を入れて吸水できるものであれば何でも良い)
- ・ ピンセット

1. 容器に水(水道水、井戸水など)を入れ種子を沈めます。



2. 30分ほどすると吸水した種子が膨らむのがわかります。



3. 膨らまない種子(右図赤丸)は発芽しません。膨らまない種子はピンセットで取り出し、水気を拭き取ってから再びヤスリで擦ってください。



4. 20-30分おきに新しい水に交換し、合計2時間ほど水に浸けます。このまま播種しても構いませんが、その後冷蔵庫内で一晩吸水させることで、より均一な吸水・発芽が期待できます。

※発芽処理から吸水の操作は特に難しい点はありませんが、最初に地上対照群の種子を使って自分なりの擦り具合を見極めてください。例えば、自分なりの3段階の強さを設定し、同じ時間(30秒~1分間)擦って吸水させて、どれが一番良いか判断します。これを数回繰り返して最適な強さを見つけましょう。慣れてきたら地上照射群、宇宙飛行群の種子を処理するのがよいでしょう。

### 3. 播種・育苗

準備するもの：(より確実に芽出しをさせるため、ここではジフィーセブンの利用を推奨します。)

- ・ ジフィーセブン(本書ではφ42mm)  
ホームセンターで購入可能で、始めの生長に必要な肥料が含まれており、酸度も調整されています。サカタのタネホームページ(<http://sakata-netshop.com/>)からも購入可能です。  
※ハンディーガーデン(タネまきミニ温室)がトレーもセットになって使いやすいかも知れません(右図)。



(入手困難な場合は、ジフィーセブンを使わなくても問題なく、その際の作業目安は6ページの下部の注釈を参照して下さい。)

- ・ 水(水道水で問題無い)
- ・ トレー(タッパーやパックなど適当なトレーでよい)
- ・ ピンセット

#### 播種

1. ジフィーを中央に凹みのある面を上にしてトレーに置き、水を入れて吸水させ膨らませます。ジフィー1つにつき水 55～65 ml を加えると十分に膨らみます。



2. ジフィーが膨らんだら表面を均してください。もともと1.0cm位の穴が出来るように作られていますが、ミヤコグサは種子も植物体も小さいため、この中に埋めてしまうと発芽できない場合があります。

3. ピンセットでジフィー表面に5mm程度の穴を空けて、吸水した種子を入れ、土をかぶせます。写真ではジフィー1つに5粒播いていますが、ジフィー1つに1粒で問題ありません。



4. ベランダや窓際のできるだけ明るい所(直射日光は避ける)に置いて発芽させます。この状態で2、3日目から発芽が確認され、1週間もすれば殆どが発芽します。窓際で栽培する場合は、光屈性で窓側へ曲がってしまいますが問題ありません。(発芽後は直射日光に当てても良いです)



5. 水はトレーの底にうっすらと溜まるくらい与えてください。発芽まではジフィーの表面が乾かないように気を付けてください。また、水はジフィーに直接かけるのではなく、トレーに流し込むように与えてください。

※上記のジフィー以外でも、花壇の土や、花や野菜の栽培用に市販されている土が使用できます。ただ、市販の土で酸度を調整していないものは避けたほうがよいでしょう。市販の土は極度に乾燥していますので、種を播く前に十分水を与えます。上からかけた水がそのまま鉢の底の穴から流れ出るようになるのが目安です。市販の種まきセット等を使用する場合は製品の説明書に従ってください。

## 植え替え

水管理さえしっかりしておけばジフィーで開花させることも可能ですが、より多くの種子を収穫するため、土の入った鉢に植え替えて株を大きくします。右図は播種後 3 週間目のミヤコグサです。1 株のミヤコグサを種子の収穫まで栽培するには 2 号鉢 (6 cm 径) 以上の大きさが必要です。大きな鉢で育てるとそれだけ根や枝を広げることができるため多くの種子が取れます。



(ここでは、鉢植えを推奨しましたが、観察や世話に支障がなければ花壇・畑などを使っても栽培できます。自生しているミヤコグサには病害虫の被害がほとんど見られないので、露地栽培のほうが病害虫の心配が少ないかもしれません。

その場合は株の間隔を 30 cm 以上あけてください。

また、ミヤコグサは適度な保水性と通気性を好み、花壇の土や、花や野菜の栽培用に市販されている土が使用できます。ただ、市販の土で酸度を調整していないものは避けたほうがよいでしょう。肥料としては、マグアンプなど粒状のものが便利です。土に混ぜ込むタイプと土の表面にばらまくタイプがあり、どちらでも結構です。与える量は製品の説明書を目安にしてください。ミヤコグサは山野草ですが、あまり肥料のやり過ぎに神経質になる必要はないようです。)

### 準備するもの:

- ・ 鉢、ポット (2 号～5 号:ビニール・プラスチック製が扱いやすいでしょう。)
- ・ スコップ
- ・ 土:マグアンプを混ぜるので肥料は入ってなくても問題無いが、団粒構造(土が粒状に固まっている)のものが望ましい(右図)
- ・ バーミキュライト小粒(土の水はけを良くするため)
- ・ マグアンプ中粒(粒状で少しずつ栄養分が溶け出します)
- ・ 鉢底石(ポットからの土の流出軽減と過湿防止のためなので、軽くて固い物が望ましいが、ぼら土または赤玉土が安価です。大きさは用いるポットの底穴の大きさに合わせてください。)



1. 適当な入れ物に土とバーミキュライトを 2:1 の比率で入れ、マグアンプを適当量(土 10 L に 30～50 g)良く混ぜ合わせて培養土を作ります。



2. 鉢に鉢底石を1 cm 程度敷き詰め、その上に培養土を入れます(3 号鉢で1/3 程度)。



3. ジフィーに巻いてある布を破って取り外します。そのままでも良いが、ミヤコグサは植物体が小さく、若干根の生長が阻害されるため布を取り外します。

4. ジフィーごと鉢に入れ子葉が隠れる位まで培養土をかぶせます。培養土の量は鉢の 8〜9 分目までが目安です。



5. 記号・番号を書いたラベルを立てるかビニールテープを鉢に貼ります。
6. 植え替え直後はたっぷりと水を与えてください。
7. 以降は、1〜2日おきに様子を観て、培養土の表面が乾燥したらたっぷりと水を与えてください。



※成長が進むとミヤコグサの茎は横に広がるため、株の間隔を 10〜15 cm 以上にとると管理がしやすくなります。つまり、5号鉢(15 cm) 以上なら鉢と鉢を密着させても良いですが、2号鉢なら間隔を 5 cm 以上とるようにします(右図:写真は 3 号鉢)。



## 栽培管理

### 灌水

水やりの量と間隔は栽培環境によって異なり一概に言えません。植物が成長するにつれ蒸散が活発になって土の乾燥も速くなります。毎日観察し土の表面が少し乾燥したら水をやるのが理想です。枝葉が良く茂った植物を真夏に栽培する場合は毎日水をやります。

水やりの量と間隔は栽培環境によって異なり一概に言えません。ミヤコグサは、ある程度成長して茎が15 cm以上伸びて太くなる(播種後30~40日以上)までは特に根腐れに弱いため、水のやり過ぎに注意します。毎日観察し土の表面が少し乾燥したら水をやるのが理想です。大まかな目安としては、屋内の場合、播種後40日くらいまでは1週間に1度程度で、成長するにつれて水やりの間隔を縮めます。枝葉が良く茂った植物を真夏に栽培する場合は毎日水をやります。野外の場合は気象条件などで異なります。

#### \*ミヤコグサの水やりについて

水は植物にとって(動物にとっても)不可欠ですが、土の水分が多すぎるのもミヤコグサの生育にとって有害です。どの植物でも、乾燥した種子は生命活動を休止しているため水は不要ですが、吸水がきっかけとなって生命活動が再開した後は水が途切れると死んでしまいます。植物は根から水を吸収しますので、単純に言って根が伸びるほど乾燥には強くなります。逆に、吸水したばかりで根が出ていない種子や、根がわずかしか伸びていない吸水3日目くらいまでは非常に乾燥に弱いです。一方で、ミヤコグサの根は土の中の水分が多すぎると酸素不足で弱ってしまいます。根が弱ると水や栄養分の吸収がうまくいかず、場合によっては植物が死んでしまいます。

なにやら非常にデリケートな植物と思われるかもしれませんが、良い方法はないのでしょうか？ポイントが2点あります。第1は、種子をまく際、土に十分に水を含ませることです。市販の土は乾燥していますので、たっぷりと、これでもか、というほど水をかけることが重要です。種子をまく前に水をやれば、種子の流出を気にする必要がなく存分に水をかけることができます。第2点として、たっぷり水を含んだ土に種子をまいた後、植物が大きくなるまでは上に書いたように水のやり過ぎに注意します。水やりを控え目にする事で根が早く成長し、より乾燥に強く活発に養分を吸収できるようになります。ただし、葉の枚数が増えるとそれだけ水を吸うようになりますので注意します。

### 害虫・病気

室内で栽培すると様々な病虫害の被害を受けることがあります。こまめに観察し、被害の兆候を見つけたら早めに薬剤で防除します。よく使用するのは以下の薬剤です。

オルトラン粒剤(アブラムシ、アザミウマ類)、アトマイヤー粒剤(アザミウマ類)、ベンレート水和剤(うどんこ病)、コロマイト乳剤(ハダニ類)。

粒剤は土の表面にばらばらと振りかけ、その他は霧吹きで噴霧します。経験の少ない方がすぐに正しい診断を下すのは難しいかもしれませんので、異変を見つけたら早めに写真に撮り電子メールでご相談ください。

**JAXA 注釈:**

園児さん、生徒さんの年齢や実際の習熟度等を具体的に加味されて、農薬は今回の実験では用いないとする選択をして頂いても結構です。ケースバイケースでご監督頂きます先生のご判断を最終的な実験指針として下さい。なお、農薬を使用しない場合、病気になった個体に気付いた時点で即座に取り除くなど他に移らないようご留意願います。

## 種子の収穫・精選

### 収穫

準備するもの:

- ・ 紙封筒(筋入り封筒、クラフト封筒など)
- ・ セロハンテープ、メンディングテープ
- ・ クリップ

開花後自家受精した花は実を生長させ莢(さや)を形成します(右上図)。開花後約 3~4 週間で莢が乾燥し種子が熟します。莢の乾燥程度は栽培環境にも左右されます。熟した莢を長く放置すると莢が裂けて中の種子がはじけ飛んでしまいますので、観察を欠かさず莢が乾燥した時点で収穫してください。萼が完全に乾燥するのが理想的ですが、右図赤丸(莢だけ乾燥して萼(がく)はまだ少し緑色が残っています)の乾燥具合でも大丈夫です。収穫後封筒の中で追熟します。



1. ミヤコグサの種子は小さく、種子漏れを防ぐため、底のつなぎ目(右図赤丸部分)をテープで補強した紙封筒を準備し名前を書きます。



2. 熟した莢を割れないように注意しながら収穫します。株(種子)を混同しないために、収穫する鉢を他の鉢から離れた場所において莢を取ります。収穫した莢は封筒に入れ封筒の口を閉じてクリップで止めて室内(湿度の低い部屋が望ましい)で保存します。



※屋外栽培の場合、雨などで濡れたままの莢を収穫し封筒に入れるとカビが生えやすくなります。晴れた日など莢が乾燥しているときに収穫するようにしましょう。やむを得ず濡れた莢を収穫した場合は、キッチンタオル等で水分を取り除いた後、封筒に入れたまま扇風機に当てるなどして、出来るだけ早く乾燥させてください。

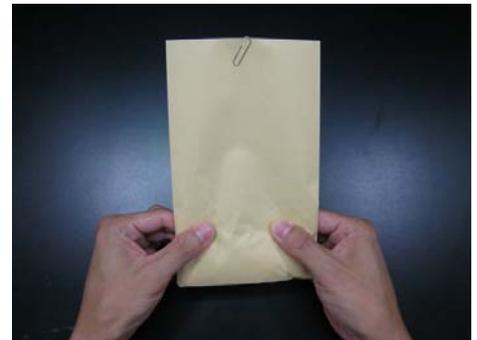


## 種子の精選

準備するもの:

- ・ プラスチック以外のトレイ(プラスチック製の皿を使うと静電気のために種子が言うことを聞きません。アルミ製のトレイがお進めです)
- ・ ピンセット(先端が尖ったもの)(入手困難な場合は、細い薬さじ、細いプラスドライバー、インクの切れたボールペンなどでも代用可)
- ・ カード(名刺大の厚紙またはプラスチック製のカード)
- ・ ジッパー付き小ポリ袋(ユニパック、ジップロック)(入手困難な場合は、口の部分を縛ったり、貼り付けなどして閉めれる袋状のもの)
- ・ シリカゲル(入手困難な場合は、これなしでも問題ない)

1. 完全に(1週間以上)乾燥させた莢は独りではじけませんが、封筒ごと潰して割れ残った莢を割ります。莢が封筒を突き破る場合がありますので、ゆっくり潰してください。その後、封筒の口をしっかりとつまんで激しく振ると割れた莢の中に残る種子が少なくなります。



2. 適当な大きさの深皿の中で割れた莢の中に残った種子を取り出します。割れてない莢は、莢の両端を軽く押すときれいに二つに割れ、中の種子がぱらぱらと落ちてきます。



3. 乾燥が進んだ莢は自然に莢が裂けてねじれた形になります(下左図)ので、ピンセットなど先のとがった物で種子をそぎ落とします(下右図)。



4. 種子を落とし終わったらアルミバットの上で、種子をカードで転がしながらゴミと種子に分けて精選します。バットを斜めにしてカードで上に掻き上げるようにすると丸いきれいな種子のみが下に転がりま  
す(下中図)。(息を吹きかけてゴミを飛ばしても良いですが、種が飛ばないように気を付けましょう)



5. 精選した種子はピンセットで穴を空けた小さなジッパー付き袋に入れます。(ジッパー付き袋が入手困難な場合は、口の部分が閉めれる袋で代用可)



6. シリカゲルを入れたジップロックに小袋ごと入れて冷蔵庫で保存します。(シリカゲルの入手困難な場合は、ステップ 5 の段階から封筒などの紙袋に入れて、1~2 週間ほど湿度の低い部屋の中など日陰、室温環境下にて充分乾燥させ、その後に  
適当な小袋に入れて冷蔵庫で保存する)

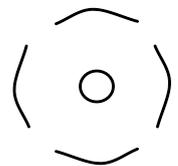


※バットに莢を取り出した際にはじけていない莢があると、精選中に勝手にはじけて種が飛んでしまうことがあります。数人で種子の精選をする場合は、隣の人種の混ざらないように十分な距離を取って行ってください。

## 根粒の観察・採取

ミヤコグサは多年草ですので、種子が熟しても枯れることはありません。必要なだけ種子を収穫できたら根粒の観察・採取に挑戦してみてください。

根粒を観察・採取するには、根を土ごと掘り起こして根を取り出します。小さめの植木鉢の場合は、鉢を逆さまにして土と植物全体を鉢から取り出すのが簡単です。大きな鉢やプランターあるいは花壇などに植えられている場合は移植ごてで掘り起こします。それにはまず、植物から少し離れたところに上下左右 4 カ所に移植ごてを垂直に突き刺し、地中に広がる根に土ごと切り込みを入れます。できれば株から 10 cm 程度離し、できるだけ深く差し込んでください。下の図はその様子を上から見た模式図で、中心の○が植物、上下左右の線が移植ごての跡です。次に、4 カ所の切れ込みにかわるがわる移植ごてを差し込み、少しずつ根と土を掘り起こします。この時茎を引っ張るとちぎれてしまいます。掘り起こしたら土を払い落として根粒を調べます・わかりにくいようでしたら、バケツ・洗面器などに入れた水に浸けて土を洗い落としてください。



根粒を採取する場合は、なるべく大きい根粒を切り取り、ぬれている場合は簡単に水気を拭き取り、ティッシュペーパーに包んで保管します。数は全体で数個あれば十分です。シリカゲルがある場合は、密閉できる容器(100 円ショップなどで売られているピルケースなど)と一緒に入れてください。シリカゲルが無い場合は、紙の封筒などに入れ風通しの良い場所で保管し自然乾燥させてください。

掘り出した植物は、ていねいに埋め戻せば成長を続けますので、栽培を継続することも可能です。

### 【注意】

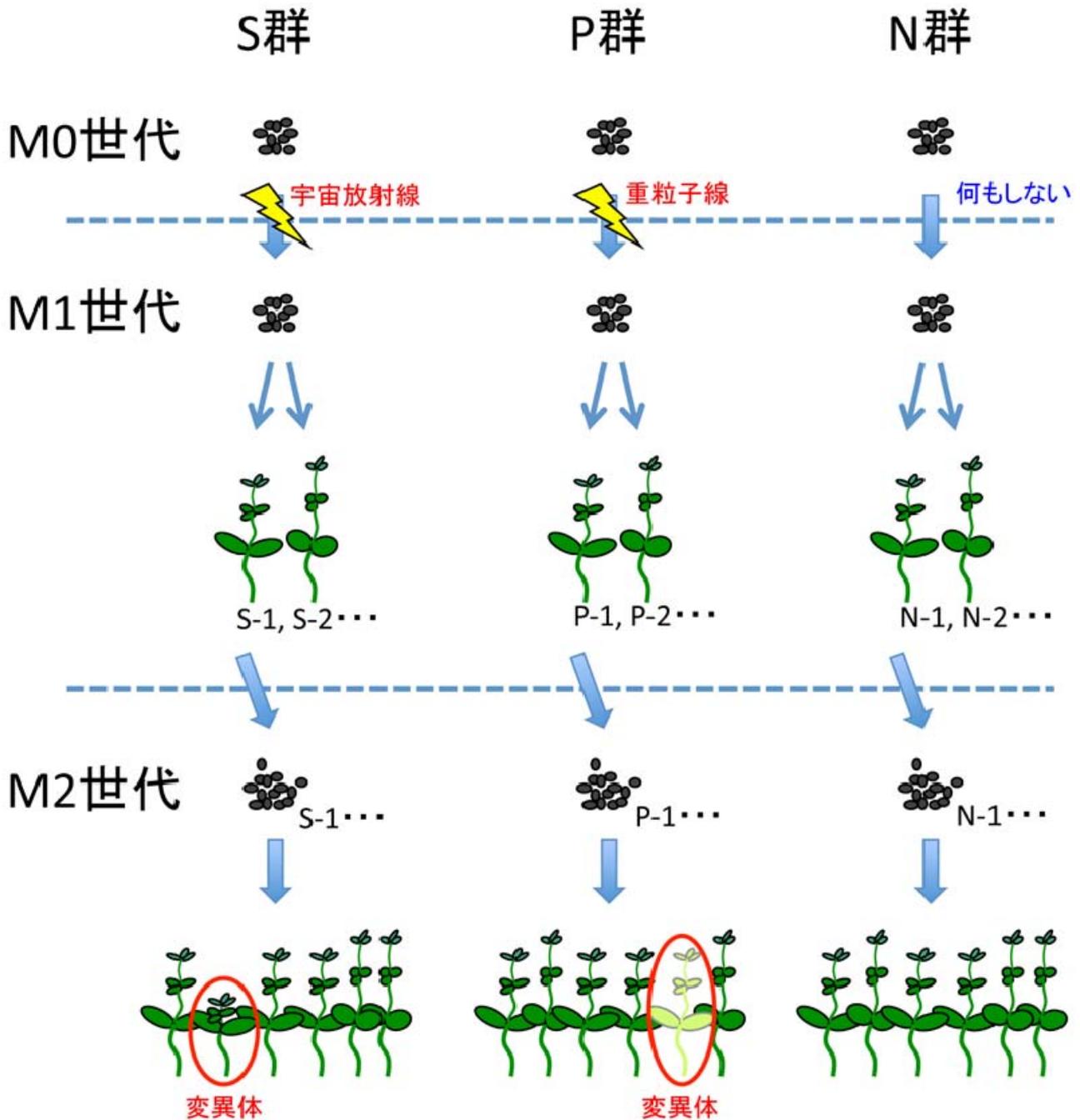
栽培を継続する場合はきちんと管理を続け、中止する場合は植物を処分してください。決して植物を野外に放置して野生化させてはいけません。ペットを捨てるのと同様、まわりの環境を変えてしまう危険があります。

## 実験の概要

(ア) 世代、群、個体(株)の管理について

今回のキャンペーンでは以下の3種類の種子が配付されます。

- ① 宇宙飛行群(S群; Space): 実験群(宇宙放射線の低線量長期被曝)(2008年3月11日土井隆雄宇宙飛行士と共にISSへ打上げ、2008年12月1日地上へ回収)
- ② 地上対照群(N群; Negative): ネガティブ・コントロール(放射線被曝がほとんどない)
- ③ 地上照射群(P群; Positive): ポジティブ・コントロール(宇宙放射線の一種を高線量短時間被曝)(理化学研究所サイクロトロンを使い、重粒子線を放射線育種実験レベルにて照射)



宇宙飛行群(S群)と地上照射群(P群)ではある頻度で遺伝子突然変異の生じている可能性があります。JAXAから受け取った種子から発芽した植物を突然変異(Mutation)第1世代( $M_1$  世代)、その次の世代を突然変異第2世代( $M_2$  世代)と呼びます。各群に属する個体(株)は番号で区別するのがよいでしょう。栽培している植物と収穫した種子については、これらの世代、群、個体(株)の番号をラベル・封筒に明記し、混同しないように注意してください。例えば、JAXAから受け取った種子から生育した植物は「 $M_1$  S-4」、「 $M_1$  P-2」などで、それぞれ「第1世代、宇宙飛行(S)群の4番株」、「第1世代、地上照射(P)群の2番株」を意味します。これらの植物から収穫した種子はそれぞれ「 $M_2$  S-4」、「 $M_2$  P-2」となります。つまり、世代が進むとMの次の数字が1増えるわけです。地上対照群(Negative の頭文字からN群)は比較のために栽培するもので遺伝子突然変異は期待していませんが、他の二群と同じように扱うのが簡単だと思いますので、同じように「 $M_1$  N-2」、「 $M_2$  N-2」などとして良いでしょう。

#### (イ) 変異体の探索について

$M_2$  世代では劣性の突然変異体を観察できる可能性があります。「ミヤコグサの突然変異体と見分け方」を参照してください。 $M_2$  種子をどのくらい播種するかは、 $M_2$  種子の収穫量、栽培に使えるスペースなどいろいろな条件を考慮して決めます。少しでも突然変異体を見つけられる可能性が高くなるよう、以下の基準で検討してください。

- ① 少数の $M_1$  植物由来の $M_2$  種子を多数播くよりも、なるべく多くの $M_1$  植物由来の $M_2$  種子を一定数播くのが望ましいです。その数としてどの程度が最適かは専門家の間でも色々な考え方があります。例えば、各 $M_1$  植物あたり 20 粒、あるいは 10 粒、極端な場合 1 粒ずつでも結構です。
- ② 必ずしも全ての $M_2$  植物から次世代( $M_3$ ) 種子を収穫する必要は無いので、株と株との間隔は $M_1$  植物の場合より狭くてもかまいません。無理をすれば2号鉢(6 cm 径)を隙間無く並べることも可能です。特に、花の形態を観察するのをあきらめて、6-8週間目で観察を終了することにすれば大きな問題はありません。根粒は6-8週間目で十分観察できます。
- ③ 地上対照(N) 群はあまり多数育てる必要はありません。途中で間引いて4、5株ほど栽培すれば十分です。

突然変異体らしい植物が見つかったら、一応手厚く世話をして次世代の $M_3$  種子を収穫します。 $M_2$  種子を播種した時点ではいくつかの植物がまとめて「 $M_2$  S-4」などと名付けられていますが、変わった形質が見つかった植物にはその性質に応じて「 $M_2$  S-4 無根粒」、「 $M_2$  P-2 赤茎」などと新たに命名して区別します。次世代の種子はそれぞれ、「 $M_3$  S-4 細葉」、「 $M_3$  P-2 赤茎」となります。

#### (ウ) 観察についての補足

全国で一斉にミヤコグサが栽培されるのは、このキャンペーンがおそらく歴史上最初です。そこで、以下の2点についてご協力をお願いします。

- ① 「ミヤコグサと根粒菌の共生」参照してください。ミヤコグサと共生する根粒菌は国内のあらゆる所に存在すると思われ、各地の根粒菌を収集・調査することは学術的に大変意義のある研究につながります。処分する植物に根粒が付いていたら、根粒を切り取りシリカゲルと一緒に送付してください。

逆に、ほとんど根粒が付かなかった場合も情報として重要ですので、ぜひ栽培観察記録レポートに記載してください。

② 屋外栽培の場合、ミヤコグサの花を訪れる昆虫を目撃したらその昆虫についても栽培観察記録でレポートしてください。