第81回科学展
熊本県知事賞

朝顔の研究パート8
～新しい朝顔の誕生まで②～

山鹿市立鹿北中学校２年　中島　とあ

1.研究の目的
朝顔の研究をはじめて８年目になった。新しい朝顔を誕生させるため、昨年から朝顔の交配実験を開始した。交配実験でできた種子を蒔き、雑株からどんな朝顔が誕生するのかを調べる。また、昨年の DNA を取り出す実験結果をもとに、朝顔の別の部分を使って実験を行う。

2.研究の方法
研究１　変化朝顔について本やインターネットで調べる。

研究２　交配実験をしてできた種子を蒔いてどんな朝顔になるのか調べる。

実験　朝顔の（若い実、種子）DNA を取り出す実験
昨年、朝顔の葉・つる・花弁、バナナの DNA を取り出す実験を行った。
バナナの実からは大量に DNA が取り出せた結果から今年は、朝顔の若い実、種子から DNA を取り出す実験を行う。

＜準備物＞朝顔の若い実 10 個程度、種子 10 個程度、透明なコップ、割り箸、すり鉢、すりこぎ、はさみ、計量カップ、計量スプーン、水、食塩、中性洗剤、消毒用エタノール、コーヒーフィルター

＜方法＞
1. 水 25ml に食塩 2g を溶かし、抽出液をつくる。
2. 実をはさみで刻み、すりこぎで手早くすりつぶす。
3. 2に１を入れ、割り箸でよくなじませ、ゆっくりかきまぜる。
4. コップにコーヒーフィルターをのせ、3を加えろ過する。
5. ろ液が出てきたら、ろ液に洗剤を小さじ１杯程度加えて、静かにかき混ぜる。
6. ろ液の２～３倍の量のエタノールを、新しい割り箸に伝わらせながら加える。
7. 液が分離し、透明な上の層（エタノールの部分）に白いもやっとしたものが DNA である。

3．研究の結果
研究１　変化朝顔について
一般的な朝顔は、丸い花を咲かせる。変化朝顔は、とても朝顔とは思えないような葉や花を咲かせる朝顔のことである。変化朝顔は、すべての種類が江戸時代につくられたものである。当時の絵図には、様々な変化朝顔が描かれている。

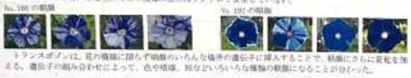
昨年育てた変化朝顔
【桔梗咲き八重】　【絞り咲き朝顔】　【普通の朝顔】

花：星の形　葉：桔梗葉　花：刷毛目絞　葉：斑入り葉　花：丸咲（青）　葉：並葉

＜疑問１＞　青い朝顔からどうやって違う朝顔が誕生したのか？
朝顔は、奈良時代の終わりごろ遣唐使によって中国から持ち込まれた。タネに下剤の効能がある薬草として知られ、「ケニゴシ」とよばれていた。花は「牽牛花（けんぎゅうか）」とよばれ、薄青い花と３つにとがった葉を持ち、花の大きさはいまよりずっと小さかった。「アサガオ」とよばれるようになったのは、平安時代半ば頃。
その後、突然変異（両親の持っていない性質が、子孫に突然あらわれること。性質を決める遺伝子が変化するため。）による白い花を咲かせる朝顔の出現により、薬用植物としてだけでなく、園芸植物としても栽培されるようになった。江戸時代には、薄紫、紅、紺などの花色が次々にあらわれた。色だけでなく、ボタンやナデシコの花に似た変化朝顔もつくられるようになった。これらは、一種類の朝顔からつくりだされたものである。
遺伝する突然変異は、その株についた花や葉はどれも同じになる。１つだけ変わった花や葉になった場合は、たまたま生じた遺伝しない変異か、生育不良や病虫害による変異を疑った方がよい。

＜疑問２＞　突然変異だけで、変化朝顔は誕生するのか？
朝顔の遺伝子の中には、「動く遺伝子（トランスポゾン）」とよばれる特殊な遺伝子が存在する。そのトランスポゾンが、からだの設計図である遺伝子の別の場所に移動してしまうことで、もともとの設計図が書き換えられて、違う設計図になることがある。設計図が書き換えられることで、花や葉の色や形に突然変異がおきる。動く遺伝子（トランスポゾン）によって、変化朝顔が誕生する。
トランスポゾンは、朝顔の様々な遺伝子に入ったり抜け出したりすることができる。花模様の絞り模様は、トランスポゾンの影響によるものであり模様の出方はランダムで安定していない。

No.186 の朝顔　　No.192 の朝顔



トランスポゾンは、花の模様に限らず朝顔のいろんな場所の遺伝子に挿入することで、朝顔にさらに変化を加える。遺伝子の組み合わせによって、色や模様、形などいろいろな種類の朝顔になることが分かった。

昨年の朝顔の写真を見返していると、丸咲の朝顔のおしべが花弁化しているものがあった。
おしべが花弁化している朝顔は種子ができるのだろうか。

＜疑問３＞　種子ができない変化朝顔は、どうやって子孫を残していったのか？
おしべやめしべが花びらに全て変化したものを「牡丹」、おしべの的が花びらに変化したものを「八重」という。牡丹咲きの朝顔は、種子はできない。そこで、他のおしべやめしべを持った花を咲かせる兄弟種をつくり、変わりものの性質を受け継いできた。
出物（種子ができない変化朝顔）を維持するには、その変異を遺伝子に隠しもつ親木（種子をとる朝顔のこと）の種子をまき、メンデルの遺伝の法則に従って生じてくる株から目的の出物を選び取る作業を、毎年代くり返す必要がある。遺伝のしくみを知らなかった江戸時代の人々だが、親木を用いて変化朝顔を作る方法が江戸時代から行われていた。

突然変異により花色を変えた朝顔を観賞用として育てていく中で、朝顔の遺伝子の中に花や葉などのいろんな色や形を持っているということに気づいた江戸時代の朝顔好きの人たちが、変化朝顔を誕生させた。変化朝顔の中でも、朝顔には見えないような形をした種子ができない出物の維持を、経験的にあみだし管理していた。

研究２　2020 年交配実験をしてできた種子を蒔いて観察した結果
＜2020 年交配実験結果＞
60 輪の朝顔で交配実験をして、44 個が結実に成功することができた。種子数は 155 個。

[illegible]

[illegible]

結実成功…子房が膨らむ。
結実失敗…受粉後、４日から５日くらいで黄色になり枯れる。

＜2021 年交配種の朝顔結果＞

[illegible]

形は丸咲、色は青色、模様は、模様なしや絞り模様の吹雪、縞が咲いた。親株は違うが同じ種類のおしべとめしべを交配した別の朝顔 No.60 は丸咲（青）しか咲かなかった。縞模様がだんだんと薄れていく朝顔や、No.57 の朝顔のように縞がなかった朝顔に縞模様が出だした朝顔もあった。

基本となる４色（青、紅紫、紫、紅）を決める遺伝子（Mg、Pr）（参考：みんなのひろばホームページ　植物 Q&A）
青（Magenta、Purple）　：MMPP、MMPp、MmPP、MmPp
紅紫（magenta、Purple）：mmPP、mmPp
紫（Magenta、purple）　：MMpp、Mmpp
紅（magenta、purple）　：mmpp
※Magenta、Purple は優性変異、magenta、purple は劣性変異。

交配してできた種子の花色を見てみると次のようになっていた。
・青と青の朝顔を交配した結果（No.75～No.123）
No.107～No.110 は覆輪の模様があったが、全て青色が咲いた。
青 MMPP 同士の交配の場合は、青しか咲かない。
青 MmPp の場合は、青：紅紫：紫：紅＝9：3：3：1になる。

	MP	Mp	mP	mp
MP	MMPP	MMPp	MmPP	MmPp
Mp	MMPp	MMpp	MmPp	Mmpp
mP	MmPP	MmPp	mmPP	mmPp
mp	MmPp	Mmpp	mmPp	mmpp

・青と紅紫の朝顔を交配した結果（No.123～No.148）
青を MMPP、紅紫を mmPP と仮定すると、両者を交配してできる子は MmPP で青い花になる。
No.125～148 は全てメンデルの法則通りの結果となった。
孫になると、青：紅紫＝3：1の割合で咲くことになる。
子が青 MmPp、紅紫 mmPp の場合は、
孫は青：紅紫：紫：紅＝3：3：1：1になる。

	MP	Mp	mP	mp
mP	MmPP	MmPp	mmPP	mmPp
mp	MmPp	Mmpp	mmPp	mmpp
mP	MmPP	MmPp	mmPP	mmPp
mp	MmPp	Mmpp	mmPp	mmpp

・紅紫と紅紫の朝顔を交配した結果（No.149～No.150）
全て紅紫が咲いた。
紅紫：mmPP または mmPp　紅紫同士を交配すると、子は全て紅紫になる。メンデルの法則の通りの結果となった。子が mmPP の場合は孫も同様に紅紫しか咲かない。子が mmPp の場合は、孫は紅紫：紅＝3：1となる。
天親の持つ遺伝子が、劣性変異遺伝子のホモ接合の場合は、子も孫も親と同じ色の花が咲く。劣性変異遺伝子を持っていない限り、親と違う色の朝顔は咲かないことが分かった。

昨年育てた朝顔でできた種子のうち、桔梗咲（No.192）から、違う種類の朝顔が咲いたのは、虫による自然交配の可能性が高い。

実験結果　朝顔から DNA を取り出す実験
（昨年）バナナ、朝顔の葉・つる・花弁から DNA を取り出した結果　　（今年）朝顔の若い実・種子から DNA を取り出した結果

予想していた通り、若い実から多くの DNA を取り出すことができた。つるからも DNA は取り出せたが、葉に比べて少なかった。種子は硬くて潰すのに苦労したが、花弁同様にほとんど DNA を取り出すことができなかった。朝顔の DNA は、葉や若い実からが一番取り出しやすいことが分かった。

交配して、どんな朝顔が誕生するのか分かった。同じ種子から、模様に違いが出たものが複数あったが、あきらかに他とは違う朝顔が誕生したのは種子 No.8、種子 No.12 からは２種類の朝顔が咲いた。

No.15 の朝顔は吹雪、葉の中央部分が野生型に比べ細い。No.16 と No.20 は親株と同じ丸咲（青）。No.18 は、形は親株（おしべ）の桔梗に近い星咲で色は親株（めしべ）の青色だった。双葉にも桔梗の特徴が現れている。種子はできなかったため、兄弟種を保存しておく。

No.151～No.153 は親株（めしべ）と同じ桔梗咲となった。また八重咲も咲いたがそうでないものも同じ株から咲いた。No.154 は、丸咲（青）で一部色が抜けていた。葉は並葉。

また、丸咲（青）と絞り咲朝顔の交配で出来た種子 No.18～No.30、No.38、No.39 からは、模様の出方に違いがあった。

4.研究の考察
研究１
江戸時代の朝顔愛好家の人々は、野生型の朝顔とは違う突然変異した朝顔に気づき、人工交配ではなく自然交配の中で変化朝顔の種類を増やしていたことに驚いた。１種類の朝顔から変化朝顔を生み出しただけではなく、朝顔は違う種類の花と受粉したり、自家受粉を繰り返すうちに野生型に戻る中、系統を維持していたことは本当にすごいことだと思った。出物の場合は、兄弟種を保存しておく必要があるが、どの種子から同じ朝顔になるかは発芽するまで分からない。私の場合、朝顔 No.18 が出物であった。兄弟株は５株。５株のうちどれが No.18 と同じ朝顔になるかは不明のため、多くの種子を保存しておく必要があるのだ。１つの出物を維持するために、ものすごい数の朝顔の種子が必要だが、出物が出る確率は低い。来年、実際に兄弟株から同じ朝顔を誕生するのかどうか研究を続け確かめたい。

研究２
遺伝子の中に朝顔の花や葉の色、形、模様などの情報があり、全ての遺伝子が正常にはたらくと野生型の朝顔になるが、劣性変異の遺伝子を持っているヘテロ接合の場合でも、自家受粉する中でホモ接合となり、見た目が変化した野生型でない朝顔となる遺伝の仕組みが理解できた。また、動く遺伝子であるトランスポゾンは、朝顔のいろんな場所の遺伝子に入ったり、抜け出したりすることができる。絞り模様で、最初は青色が咲いていたが途中から縞模様が出たり、縞模様ができていたのに青色が咲いたり、またどんどんと縞が薄くなっていったのは、トランスポゾンによるものであることが分かった。
遺伝子の組み合わせ次第で数多くの朝顔が生まれ、そこにトランスポゾンも加わるとなると、朝顔の遺伝子を解明していく研究はすごく大変な作業であり、一つ一つの遺伝子情報を集める必要があることが分かった。まずは、私にも研究が続けられそうな花色の遺伝について研究をしたいと思う。私の育てている青い朝顔は、劣性変異を持つヘテロ接合なのかは不明だが、メンデルの法則通りに遺伝することが分かったので、基本の４色の朝顔を誕生させることは可能だと考える。
朝顔の交配実験をして、簡単に新しい朝顔が誕生すると思っていたが、実際はそうではなかった。例えば、桔梗咲と絞り咲の交配では、絞り模様の桔梗咲の花が咲き、青色と紅紫色を交配すると、単に絵具を混ぜるように花の色も混ざり、紫に近い色の花が咲くと思っていた。しかし、遺伝子の世界はそう簡単なものではないことが分かった。色や形を伝える遺伝子が１つ１つあり、優性にはたらく遺伝子、優性に隠される劣性の遺伝子があり、遺伝子同士をかけ合せることで遺伝子のはたらきにより、それぞれの朝顔が誕生する。
変化朝顔は変異した双葉を見抜く力が必要だが、野生型の花の色や双葉や本葉は全てが同じではなく、青色にも色の幅があり双葉や本葉にもいろんな形があることが分かった。今年、違いが見られなかった朝顔の中にも、変異を隠し持っているものがあるかもしれない。今年はできるだけ多くの種子を保存し、来年種子のテスト蒔きをして変異した朝顔を発見したい。交配実験結果より、丸咲（青）と絞り咲を交配すると 24 株中 23 株から縞模様の朝顔が咲いた結果から、縞模様はもしかすると丸咲（紅紫）と交配した場合にも縞模様が出る可能性が高いと考える。多くの朝顔を育てて分かったことを来年の研究に活かしたい。

5.感想
今年は、交配種 155 株とそれ以外に 45 株の合計 200 株の朝顔を育てた。
交配して、どんな朝顔が誕生するか楽しく観察ができた。交配種の種子 155 個のうち 154 個が発芽。花の芽ができるまでは不安であったが、153 株の朝顔が開花したのでよかった。数百の朝顔が咲いた光景は見事であった。花色や模様、葉形の判断が難しいものがあり苦労したが、花弁の青色や葉の中にもいろんな形があり朝顔１つ１つにも人間と同じように個性があることが分かった。葉の形成不良により [illegible] が片側、あるいは両方ないものが [illegible] の中に１つだけある朝顔が数株あった。
今年の梅雨は長かったが雨量は少なかった。しかし、８月の大雨により畑が水にしばらく浸かってしまっていたので、葉が全て枯れた朝顔や、種子がすでに発芽していたり、カビが生えているものがあった。今年も、妹をはじめ家族に協力してもらい研究をすることができたことに感謝したい。今年の結果をもとに、来年どんな朝顔たちが誕生するのか楽しみである。No.18 のように変化した朝顔が来年も見られるように、これからも研究を続けていきたいと思う。