中学校
83

熊本博物館賞

朝顔の研究 パート②

～交配種からどんな朝顔が誕生するのか～

山鹿市立鹿北中学校３年　中島　のあ

1．研究の目的

昨年、朝顔の花の色・形と軸・子葉・本葉の関係性について調べた。また、姉の研究を参考にして朝顔の交配実験をした。今年は、交配してできた種子を蒔きどんな朝顔が誕生するのか調べる。朝顔の花弁の色・形・模様に着目して子世代へどう遺伝していくのか調べる。

2．研究の方法

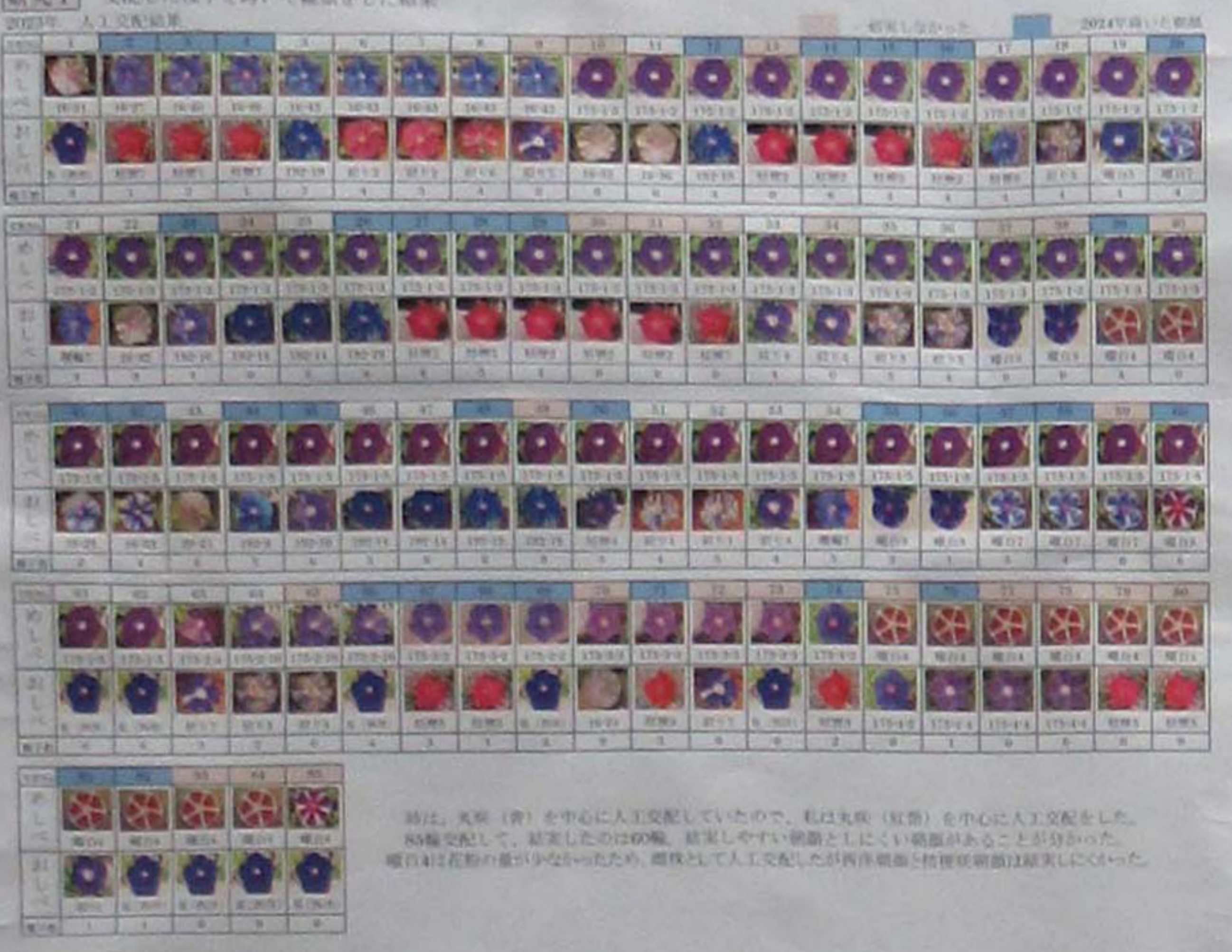
研究１　交配した種子を蒔いて観察をする。
①姉の研究結果を参考にして、どの交配種を蒔くか選定する。
②枯れないように、水やりや土の状態をしっかり管理する。

研究２　花弁に着目し、親世代から子世代へどのように遺伝したか調べる。
①花弁の形・②色・③模様のそれぞれがどう遺伝したか、姉の研究結果と合わせてまとめる。

3．研究の結果・考察

研究１　交配した種子を蒔いて観察をした結果

2023年　人工交配結果　　□…結実しなかった　□…2024年蒔いた朝顔



姉は、丸咲（青）を中心に人工交配していたので、私は丸咲（紅紫）を中心に人工交配をした。85輪交配して、結実したのは60輪。結実しやすい朝顔としにくい朝顔があることが分かった。曜白4は花粉の量が少なかったため、雌株として人工交配したが西洋朝顔と桔梗咲朝顔は結実しにくかった。

①どの交配種を蒔くか選定する

（交配種の選定理由）
姉は、丸咲と桔梗咲を交配して見咲の朝顔を誕生させた。

この結果から、丸咲と桔梗咲を交配してできた種子は全て蒔く。
→交配No：2、3、4、14、15、16、27、28、29、50、67、68、71、74

No.18の兄弟株で、同じ遺伝子を引き継いでいる可能性のあるNo.16の孫世代と交配した種子も蒔く。
→交配No：41、42

変化朝顔を交配した朝顔から変化朝顔が誕生しやすいため、変化朝顔と交配した種子を蒔く。
→交配No：20、39、53、56、57、58、60、66、69、76、81、82

自然交配から誕生した192から何種類もの朝顔が誕生したため、192の孫世代と交配した種子を蒔く。
→交配No：12、23、26、44、45、48

以上、120個の交配種に1～120の番号をつけ管理し、種子を蒔いて観察をする。交配が成功していれば、雌株とは違う朝顔が誕生する。その種子を翌年蒔くと、子世代では劣性変異は隠されており優性変異の朝顔が誕生するが、孫世代では雌株と雄株が持つ遺伝子の組み合わせでできる朝顔が誕生する。

②枯れないように、水やりや土の状態をしっかり管理した結果

（5月）
- 5/19に種まきをして、早いものは5/26に遅いものは6/14に発芽した。発芽不良なし。

（6月～7月）
- 6/17日頃梅雨入り、7/17日頃梅雨明け（31日間）。昨年は5/29日頃～7/25日頃（58日間）。1日の降水量が50mm以上の日が6日（昨年は17日）、うち80mm以上の日が1日（昨年は4日）。梅雨の時期の総降水量は679mm（昨年は1108.5mm）。昨年に比べ雨の被害もほとんどなく、土が何日間も濡れたままの状態が続くことがなかった。

（8月）
- 台風上陸が1日あったが、被害はなかった。
- 気温35℃を超える猛暑日が、8/1～8/18連続で続き25日間あった（昨年は16日）。24日は37.3℃の異常な暑さ。夕方水やりをしても、翌朝葉がしおれていることが多く、多めに水やりをした。
- 暑さのせいか花芽がつかず、1日に咲く花の数が少なかった。
- カメムシによる被害もなく、昨年に比べ駆除作業はほとんどせずにすんだ。

（9月）
- 9月に入ってから開花のピークがきた。2022年の姉の研究では9/10頃から花数は30以下になり、枯れていく朝顔が多かったと記録があるが、今年は、9/11は128輪、9/12は72輪、9/13は77輪咲いた。また、枯れた朝顔は120株中1株のみだった。

交配種から誕生した朝顔の結果

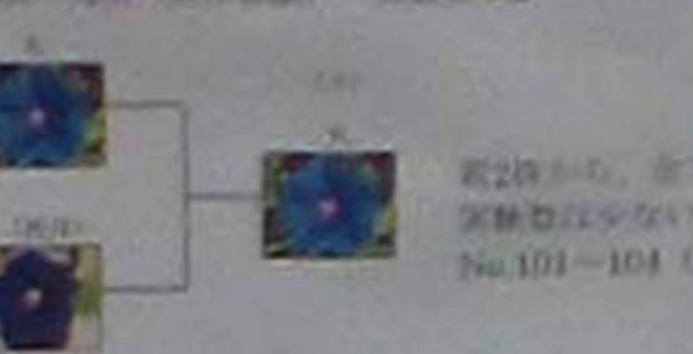
交配No.28（No.41～45）、交配No.39（No.50～53）、交配No.60（No.95～100）から、メンデルの法則とは異なる青色が誕生しており、人工交配が失敗しているため除外する。

研究２　花弁に着目し、親世代から子世代へどのように遺伝したか調べた結果

朝顔の持つ形や性質の特徴を決める遺伝情報は、細胞の中にある染色体にある。めしべとおしべの中で細胞分裂がおき、2本が対になっている染色体が1本ずつに分かれて、受精する。朝顔の染色体は15対あり、葉や花弁の形・色・模様がそれぞれの染色体ごとに決められる。変異には、野生型に隠されてしまう劣性変異と、隠されない優性変異がある。青斑葉青丸咲（野生型）は、何も変異を持っていないことが分かっている。

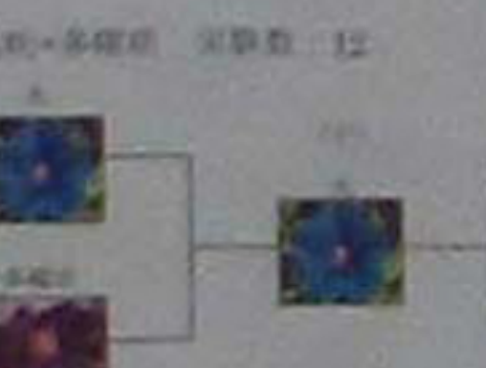
①花弁の形の遺伝結果

(1)丸咲×丸咲　実験数：34



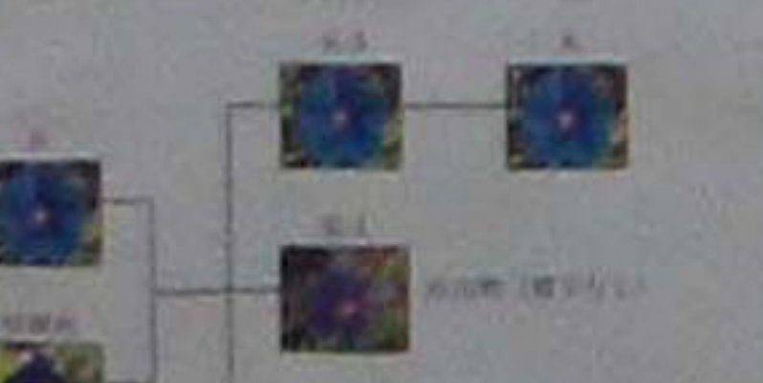
親34株から、全て丸咲の朝顔が125株誕生した。また、子世代3株から全て丸咲の朝顔が30株誕生した。丸咲同士の交配からは、丸咲しか誕生しないことが分かった。
ときどき多曜咲が咲いた朝顔があった（No.6）

(2)丸咲×丸咲（西洋朝顔）　実験数：2



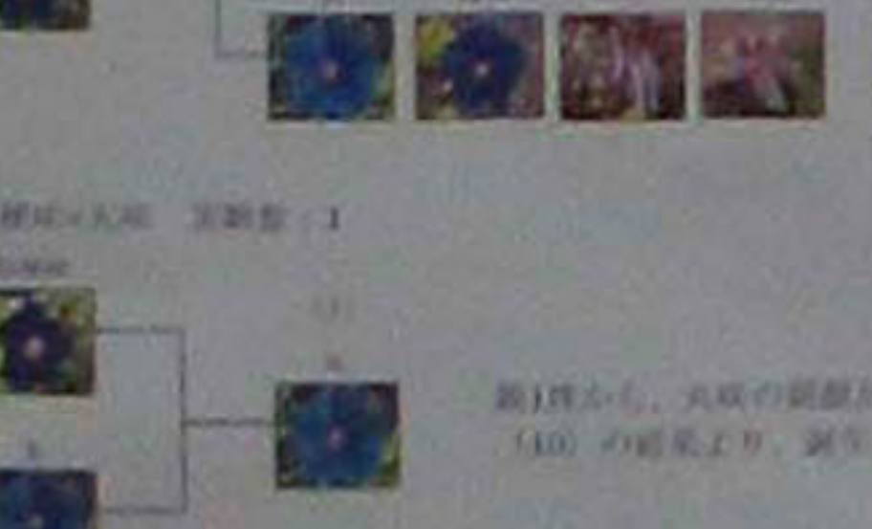
親2株から、全て丸咲の朝顔が8株誕生した。
実験数は少ないが、丸咲と丸咲（西洋朝顔）から、すべて丸咲が誕生したことより、丸咲（西洋朝顔）は劣性変異。
No.101～104（交配No.66）、No.109～112（交配No.69）の孫世代では、丸咲（西洋朝顔）が誕生する可能性がある。

(3)丸咲×多曜咲　実験数：12



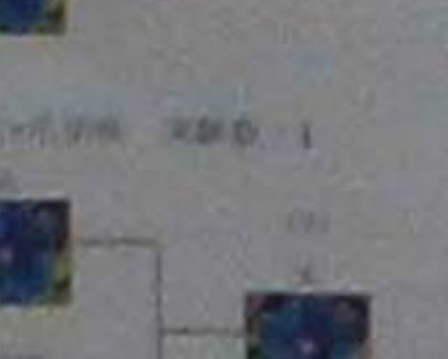
親12株から、全て丸咲の朝顔が45株誕生した。また、子世代3株からできた種子を5個ずつ蒔いた結果は、すべて丸咲が2株、丸咲3と多曜2誕生したのが1株あった。姉の研究より、丸咲と多曜咲では、多曜咲が劣性変異のため孫世代で、子世代では隠されていた多曜咲が咲いたことが分かった。そのためNo.23～26（交配No.20）、No.86～90（交配No.57）、No.91～94（交配No.58）は、孫世代で多曜咲が誕生する可能性がある。

(4)丸咲×桔梗咲　実験数：24



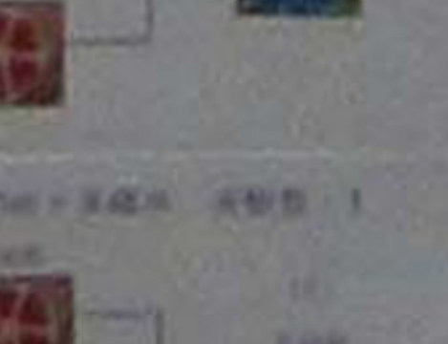
親24株から、すべて丸咲が22株、丸咲5と星咲1が1株、ほとんどが丸咲だったが不明な形や桔梗咲が咲いた朝顔が1株誕生した。予想どおり、丸咲と桔梗咲の交配種から、丸咲ではあったが、同じ株から桔梗咲や不明な形の朝顔を誕生させることができた。
丸咲と桔梗咲では、桔梗咲は劣性変異である。子世代の丸咲5株からは、すべて丸咲が誕生した。子世代で隠されていたはずの桔梗咲の遺伝子は、孫世代で現れなかった。
(10)の結果より、誕生した丸咲は桔梗咲の遺伝子も持っているので、No.1（交配No.2）、No.2～3（交配No.3）、No.4（交配No.4）、No.9～14（交配No.14）、No.15～18（交配No.15）、No.19～22（交配No.16）、No.35～40（交配No.27）、No.46～49（交配No.29）、No.77～81（交配No.50）、No.105～107（交配No.67）、No.108（交配No.68）、No.113～115（交配No.71）、No.116～117（交配No.74）の孫世代から、桔梗咲が誕生する可能性がある。

(5)桔梗咲×丸咲　実験数：1

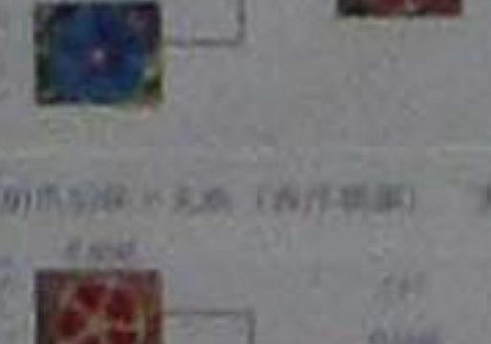


親1株から、丸咲の朝顔が誕生した。
(10)の結果より、誕生した丸咲は桔梗咲の遺伝子も持っているので、孫世代で桔梗咲が咲く可能性がある。

(6)丸咲×采咲咲　実験数：1

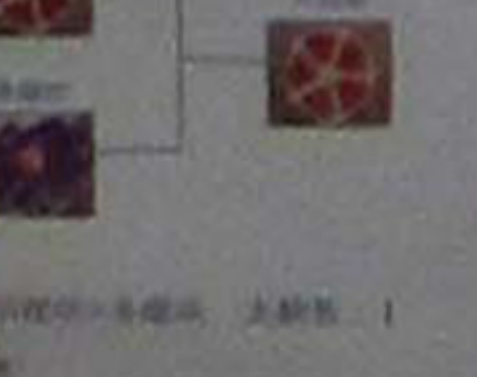


(7)采咲咲×丸咲　実験数：1

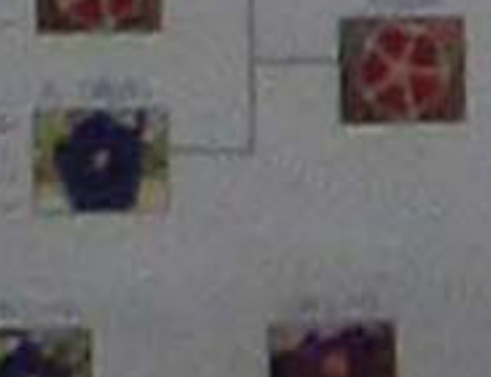


(6)は、親1株から、すべて丸咲が誕生した。
(7)は、親1株から、采咲咲の朝顔が誕生した。
丸咲と采咲咲では、実験数が少なく、どちらも咲いたため今回の実験からは、どちらが優性変異か劣性変異かは判断することができない。

(8)采咲咲×多曜咲　実験数：1

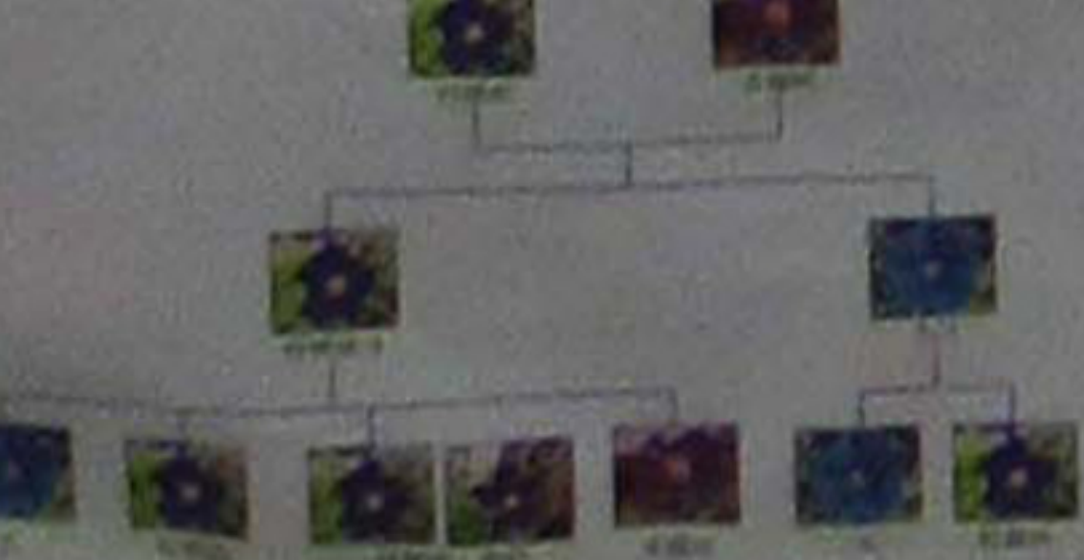


(9)采咲咲×丸咲（西洋朝顔）　実験数：1



(8)、(9)ともに、親1株から、それぞれ采咲咲が誕生した。
実験数が少ないため、どちらが優性変異か劣性変異かは判断することができない。(10)の結果より、孫世代ではNo.119（交配No.81）、No.120（交配No.82）から複数の形の朝顔が誕生する可能性がある。

(10)桔梗咲×多曜咲　実験数：1



親から、桔梗咲が3株（A、B、C）、丸咲が1株誕生した。
孫世代では、
桔梗咲Aから、丸咲1、桔梗咲2、桔梗咲（変形）、多曜咲1
桔梗咲Bから、丸咲2、桔梗咲3
桔梗咲Cから、丸咲1、桔梗咲4
丸咲から、丸咲4、桔梗咲1　が誕生した。

（仮説1）
丸咲の遺伝子をMDとすると、桔梗咲と多曜咲にはMかDのどちらかがそれぞれ遺伝子に含まれている。
桔梗咲の遺伝子をmD、多曜咲の遺伝子をMdとすると
丸咲の遺伝子の組み合わせは、MMDD、MMDd、MmDD、MmDd
桔梗咲の遺伝子の組み合わせは、mmDD、mmDd
多曜咲の遺伝子の組み合わせは、MMdd、Mmdd
桔梗咲と多曜咲の交配の組み合わせは、
① mmDD × MMdd　すべて丸咲
② mmDD × Mmdd　丸咲：桔梗咲 ＝ 1：1
③ mmDd × MMdd　丸咲：多曜咲 ＝ 1：1
④ mmDd × Mmdd　丸咲：桔梗咲：多曜咲：mmdd ＝ 1：1：1：1　　桔梗咲と丸咲が誕生するのは、②と④となる。
子世代の丸咲の遺伝子は②と④どちらの場合でもMmDd。自家受粉するので、
MmDd × MmDd　丸咲：桔梗咲：多曜咲：mmdd ＝ 9：3：3：1
子世代の桔梗咲から、丸咲、桔梗咲、多曜咲が誕生しているが②と④から誕生する桔梗咲の遺伝子はどちらもmmDdだが、自家受粉しても桔梗咲：mmddは3：1しか誕生しない。

（仮説2）
仮説1の桔梗咲：mmdd＝3:1より、多曜咲の遺伝子をmmddとして考えると
丸咲の遺伝子の組み合わせは、MMDD、MMDd、MmDD、MmDd
桔梗咲の遺伝子の組み合わせは、mmDD、mmDd
多曜咲の遺伝子の組み合わせは、mmdd
桔梗咲と多曜咲の交配の組み合わせは、
① mmDD × mmdd　すべて桔梗咲（mmDd）　孫世代（mmDd×mmDd）では、桔梗咲：多曜咲＝3：1
② mmDd × mmdd　桔梗咲（mmDd）：多曜咲（mmdd）＝ 1：1
①の場合、子世代で丸咲が誕生しているのは、桔梗咲の遺伝子からトランスポゾンが離脱したと考える。離脱により桔梗咲の遺伝子mmDdが
③ MMDDになった場合は、　孫世代はすべて丸咲
④ MMDdになった場合は、　丸咲：MMdd ＝ 3：1
⑤ MmDDになった場合は、　丸咲：桔梗咲 ＝ 3：1
⑥ MmDdになった場合は、　丸咲：桔梗咲：多曜咲：mmdd ＝ 9：3：3：1　孫世代で丸咲と桔梗咲が誕生しているので、⑤か⑥となる。
②の場合、子世代で多曜咲が咲かなかったのは、トランスポゾンの離脱により丸咲が咲いたと考える。孫世代で丸咲と桔梗咲が誕生していることより、子世代の丸咲の遺伝子は⑤か⑥となる。子世代の桔梗咲からは、桔梗咲：多曜咲が3：1で誕生する。孫世代で丸咲が咲いたのは、トランスポゾンの離脱によると考える。

②花弁の色の遺伝結果

朝顔の花弁の基本の色は、青、紅紫、紫、紅である。これに濃淡やにごりが加わると様々な色が誕生する。

濃くなる ←――――→ 薄くなる　にごる

			（基本の色）				
紺	濃青	青紫	青	薄青	水色	淡水色	
濃紅紫			紅紫			淡紅	鼠茶
濃紫			紫		藤	淡藤	
濃紅			紅		桃	淡桃	

基本となる4色（青、紅紫、紫、紅）を決める遺伝子（Mg、Pr）
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

姉が交配した色の組み合わせは以下のとおり
- 青 × 青 → 青
- 青 × 淡水色 → 濃青
- 青 × 淡水色 → 青
- 青 × 紅紫 → 濃青　　→紺、濃青、青、青紫、薄青紫、濃紫、藤
- 紅紫 × 青 → 濃青
- 紅紫 × 紅紫 → 紅紫
- 青 × 紫 → 濃青、青、淡水色
- 青 × 濃紫 → 濃青、青　　→紺、濃青、青、薄青、水色、淡水色、濃青紫、青紫、薄青紫、藤、淡藤
- 濃紫 × 青 → 濃青
- 紫 × 青紫 → 濃青、濃紫　　→紺、濃青、青、薄青、青紫、濃紫

青が他の色に対し優性のため、子世代は青が多く咲き、孫世代で子世代で隠れていた劣性遺伝子を持つ紫（濃紫、藤、淡藤）が咲いた。また、子世代では濃青、青、淡水色、紅紫、紫の5色だったが、孫世代では濃淡がさらに加わり紺、濃青、青、薄青、水色、淡水色、濃青紫、青紫、薄青紫、濃紫、藤、淡藤の12色が咲いた。

（親世代：5色）

（子世代：5色）

濃青
青
淡水色
紅紫
濃紫

（孫世代：12色）

紺
濃青
青
薄青
水色
淡水色
濃青紫
青紫
薄青紫
濃紫
藤
淡藤

劣性遺伝子を持つ紅紫、紫、紅を交配させた方が、子世代で多くの色が誕生する可能性があるため、遺伝子の組み合わせ表を元に、昨年は紅紫を中心に交配をした。交配した色の組み合わせは以下のとおりである。同じ組み合わせから誕生した色はまとめて表している。

① 青紫 × 濃紅 →紺、青、濃紅
② 紅紫 × 紺 →青、紅紫
③ 紅紫 × 濃青 →紺、濃青、淡水色、紅紫
④ 紅紫 × 青 →紺、青、淡水色、藤
⑤ 紅紫 × 淡青 →紺、濃青、青、淡水色、紅紫
⑥ 紅紫 × 淡水色 →青、紫
⑦ 鼠茶 × 濃青紫 →青紫
⑧ 紅紫 × 藤 →紺、濃青、淡水色、紅紫
⑨ 鼠茶 × 紫 →紺
⑩ 紅紫 × 濃紅 →濃紅紫、紅紫、淡紅、濃紅、紅
⑪ 鼠茶 × 桃 →濃紅
⑫ 藤 × 濃青紫 →濃青、青、淡紅、淡藤、紅
⑬ 藤 × 濃紅 →藤、濃紅、紅
⑭ 桃 × 濃紅 →濃紅

3株人工交配を失敗してしまったが、予想通り、子世代で紺、濃青、青、青紫、淡水色、濃紅紫、紅紫、淡紅、紫、藤、淡藤、濃紅、紅の13色を誕生させることができた。そして、姉が心待ちにしていた紫（丸咲）をようやく誕生させることができた。姉が小学校1年生のときに育てた朝顔の種子を毎年蒔き、中学校3年間で交配実験をした結果があったおかげで、私は1回の交配実験で基本の4色を誕生させることに成功できた。

（親世代：13色）

（子世代：13色）

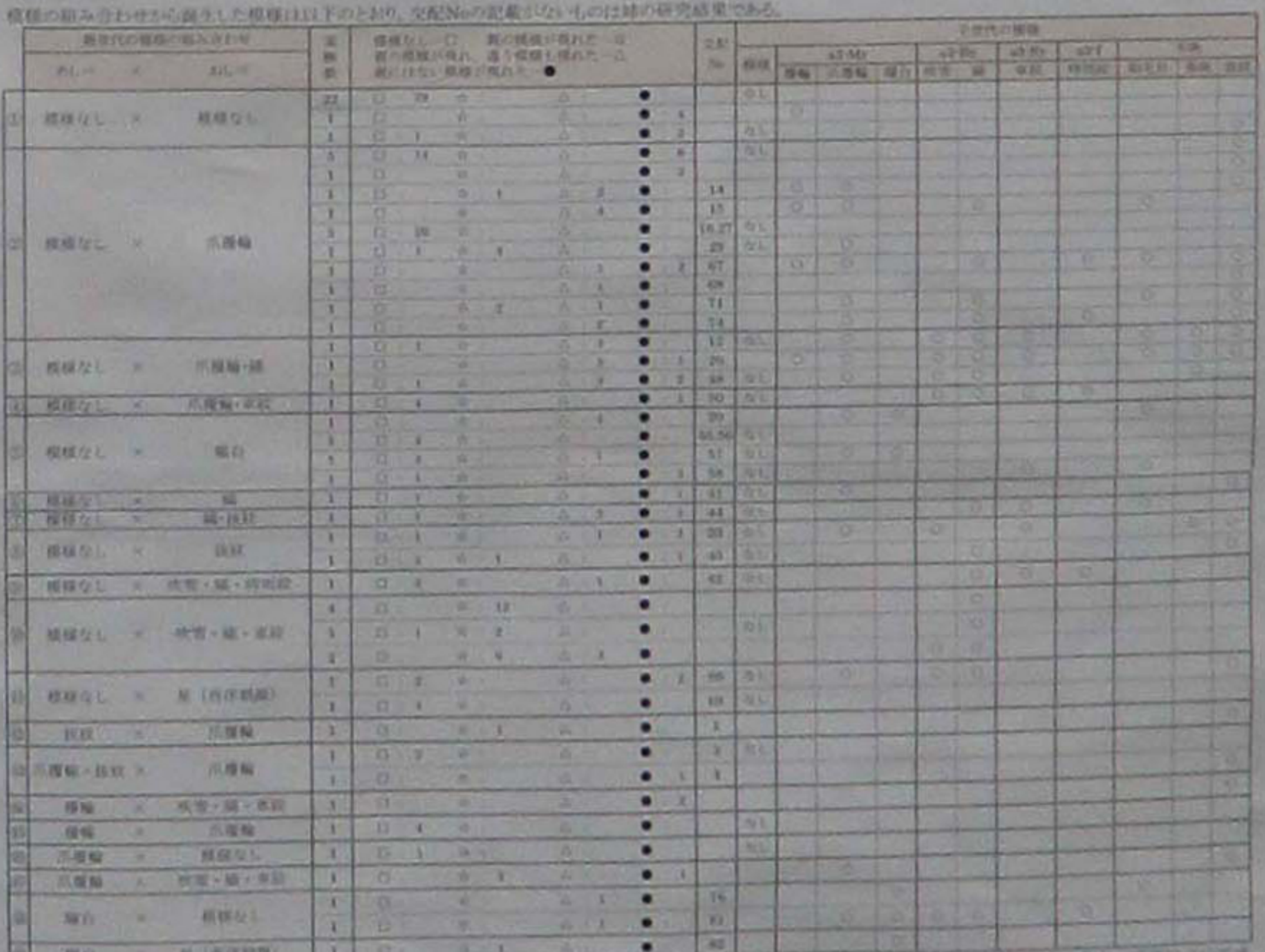
孫世代で多くの色を誕生させたい場合は、②と⑤は紅紫か紅、⑦は紫か紅、⑩は紅しか咲かないのでそれ以外の組み合わせで、子世代の紅色以外の色の朝顔を蒔いた方がよい。ただし、紅色でも濃淡やにごりの遺伝子が加わると現れる色の種類が増える可能性はある。
メンデルの法則どおりに遺伝していたが、交配してできた種子が1個、多くても6個のため○:○には分かれていないものがあった。
例えば、紅紫×濃紅の組み合わせで誕生するのは、すべて紅紫か紅紫:紅＝1:1となる。交配して誕生したのは以下のとおりだった。

交配No.14　…　紅紫：紅＝1:1　（種子数6）
交配No.15　…　紅紫：紅＝3:1　（種子数4）
交配No.16　…　すべて紅紫　（種子数4）
交配No.27　…　紅紫：紅＝2:1　（種子数6）
交配No.29　…　紅紫：紅＝1:1　（種子数4）

30の交配株のうち、○:○に分かれているのは16株だった。これは、実験数が少ないため対象とする朝顔が少なかったためだと思われる。交配するときは同じ親の株同士で複数交配しておく必要がある。

③花弁の模様の遺伝結果

昨年の研究で、深覆輪、覆輪、爪覆輪、曜白、吹雪、縞、車絞、時雨絞は全て同じ遺伝子（a3）を持っていて、刷毛目、条斑、抜紅の遺伝子は不明であることが分かっている。
模様の組み合わせから誕生した模様は以下のとおり。交配Noの記載がないものは姉の研究結果である。



	親世代の模様の組み合わせ めしべ × おしべ	実験数	模様なし…□　親の模様が現れた…○ 親の模様が現れ、違う模様も現れた…△ 親にはない模様が現れた…●	交配No	子世代の模様
①	模様なし × 模様なし	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
②	模様なし × 爪覆輪	[illegible]	[illegible]	14, 15, 16.27, 29, 67, 68, 71, 74	[illegible]
③	模様なし × 爪覆輪・縞	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
④	模様なし × 爪覆輪・車絞	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
⑤	模様なし × 曜白	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
⑥	模様なし × 縞	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
⑦	模様なし × 縞・抜紅	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
⑧	模様なし × 抜紅	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
⑨	模様なし × 吹雪・縞・時雨絞	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
⑩	模様なし × 吹雪・縞・車絞	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
⑪	模様なし × 星（西洋朝顔）	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
⑫	抜紅 × 爪覆輪	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
⑬	爪覆輪・抜紅 × 爪覆輪	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
⑭	覆輪 × 吹雪・縞・車絞	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
⑮	覆輪 × 爪覆輪	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
⑯	爪覆輪 × 模様なし	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
⑰	爪覆輪 × 吹雪・縞・車絞	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
⑱	曜白 × 模様なし	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
⑲	曜白 × 星（西洋朝顔）	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

模様なしの親から模様が現れたり、模様のある親から模様なしの朝顔が誕生していた。また、親にない模様の朝顔も誕生している。今回、模様についてまとめてみたが、形や色のようにはっきりとした遺伝の仕方が分からなかった。模様をある程度固定して、実験をする必要がある。昨年よりも、いろいろな模様を観察することができ、不思議な模様の朝顔をたくさん観察することができた。遺伝方法はわからなかったが、模様について分かったことがある。

- 覆輪模様は、爪覆輪になったり模様が消えたりした。

交配No.15（No.15～18）、交配No.67（No.105～107）の朝顔は、模様の出方や色が変化した。

- 曜白模様は、白い模様の大きさが細くなったり消えそうになったり、爪覆輪になったりした。

- 同じ朝顔から、吹雪と縞がでることが多い。

- 車絞の模様は出たり、出なかったりした。車絞と吹雪の模様は同時に出た。

- 淡水色は縞や車絞の模様から刷毛目の模様が出ることがあった。

朝顔に模様が出ることで、模様の観察を毎日楽しめた。縞模様や吹雪や時雨絞りの模様は同じものはなく、毎日驚きの連続だった。

4．研究のまとめ

[illegible]

5．感想

[illegible]

参考文献・資料
- 気象庁ホームページ
- 変化朝顔図鑑　アサガオとは思えない珍奇な形と色の世界　著　仁田坂 英二
- 朝顔の研究パート3　～新しい朝顔の誕生まで③～　中島さあ
- 朝顔の研究パート4　～新しい朝顔の誕生まで④～　中島さあ
- 朝顔の研究パート5　～新しい朝顔の誕生まで⑤～　中島さあ