

トルコキキョウ異種交配実験の経過と現状

小林金市

はじめに

それは遠い日の幻のようにその思い出もかすかに薄れ、我が脳裏を去来する。陽春五月の青空の下に秀峰鳥海山を背景に咲きほこる、25万本のチューリップ。小学生が歌うように赤白黄色に、まさに色とりどりのジュータンを敷きつめた如く咲き乱れ、花から花へ無数の蝶が舞う。50年前、清流最上川の辺り、米単作地帯庄内平野のど真ん中、余目町連枝に見られたのどかな田園風景だった。

陸羽西線南野駅と酒田・狩川間の路線バスから発着の度に花見客で長蛇の列が続いた。『庄内の花』の遠く永い道程は苦難と安らぎを織り交ぜながら少しずつ芽を伸ばしてきた。敗戦の苦痛と悲惨な食糧難からようやく立ち直り明日の農業へ。それが若者達の夢をかけた農業複合化への始まりだったのである。（農村通信H7,8参照）

昭和53年庄内の花卉生産組合が創立されてから、『庄内の花』はその販売額1億円を越すまで10年間の歳月を要した。このことから、当時米単作地庄内での複合化への取り組みが如何に困難だったかが伺われる。その後、米の自由化と減反の強化、価格の低落。必然的に花卉複合は進展し平成12年、全農庄内共販額が16億円を越した。おそらく鉢物や個販の切花を入れた花の販売額は20数億円に達するものと推定される。しかし、長期化する経済不況は需要と価格の伸びは抑えられる一方、輸入花卉の増大、生産農家の高齢化等、多くのマイナス要因も抱えている。庄内農業の主幹作目である稲作の低迷は必然的に専業農家は複合部門での収益補填に必至の努力がはらわれている。

品種改良で魅力ある将来性

私がトルコキキョウ（以下トルコと略称）の栽培を始めたのは「ミヨシ種苗」が発売を始めた「スカイフレンド」「レディーフレンド」の復輪の2品種を見てからだった。これまでのトルコはアメリカ生まれの野生種で紫が主体であり、日本で改良されたピンクと白が少しあるだけだった。ちょうどこの頃（昭和55年頃）従来の品種にあきて人気がけがりが出てきたチューリップに、オランダの品種改良による多種多様な品種が輸入され、俄然人気を盛り返し爆発的な売れ行きを見せていた。トルコの復輪新種は、改良されたチューリップがそのモデルの様にも見えてくる。トルコもやがて品種改良によって必ず多色多様化時代が到来すると思いはじめていた。

トルコは菊、バラ、カーネーションに比べ四季咲性に乏しく、特に夏期高温と日長に左右されない秋咲性の品種を作出することが最大の育種目標である。私がある後、十数年間この花の品種改良に取り組んできたのは

- ① わが国の四大切花に迫るこの花の将来性と魅力。
- ② アメリカの野性種がわが国で改良され、今その種が全世界に輸出されている。
- ③ この花の品種改良は始まったばかりであり、花容草姿等多様な改良が見込まれる。
- ④ 今後の品種改良によっては季咲で5月～11月の長期間出荷が可能と見込まれる。

以上のことが考えられ、庄内では10月～4月までのストックの切花と組み合わせることで年間を通じ、花の出荷が可能と考えられた。

さらに今後、花卉生産を安定的に伸ばすためには、他産地にないオリジナル品種の開発が最大の課題であろう。特にトルコは庄内では金額的にはストックを抜いて切花の首位にまで伸びだしてきた希望の作物でもある。

なぜ、異種交配か

先に述べた如く、夏期高温に弱いトルコを同じリンドウ科の仲間であるリンドウとの交配によって花芽分化と開花期の問題を解決できないかと考えた。市場関係者からは(1)トルコにオヤマリンドウの優雅な草姿と冴えた青色を持ち込めないか。(2)株立性のトルコができないか。(3)リンドウをスプレー咲きに等々、様々な声を耳にしながら、私はそのできる筈はないといわれたトルコとリンドウの交配実験を始めた。

昭和63年に初めてトルコにリンドウの交配を行い失敗、2年目の平成元年に自家育成の品種にリンドウを交配採種に成功した。しかし、種は通常の2%位、1花房に40~50粒位しか取れなかった。

翌春播種。生育はきわめて旺盛だが期待した両親に似た雑種は出現せず、全て母親のトルコそのものだった。その後数年間いろいろな手法を使って戻し交配や、自殖を続けたが父系の遺伝と見られる箇体は出現しなかった。百合の交配で成功した花柱カットも実験したがタネは入らなかった。バイオによる茎頂培養も枝変りの出やすいトルコの品種では、栄養繁殖に向かないことも解った。

反対に、リンドウを母にしてトルコの花粉を付ける方法も実験した。これもなかなか結実せず失敗を繰り返してきた。たまたま柑橘類で利用されているキメラの技術と交配を組み合わせるアイディアを思いつき、リンドウを数年間交配し続けたトルコの株にリンドウを芽接ぎし、同時にリンドウの株にそのトルコの芽を接ぎ開花を待つて相互交配をした。そして、両方のタネを採取することに成功した。(写真キメラで開花した両親)リンドウの種子はジベレリン処理後播種し始めて20本余りの苗を得て定植した。9月に開花したが、やはりトルコはトルコ、リンドウはリンドウのF1の花が咲いた。

実りのないままに研究を続けていくうちにふと気づいたのは、平成8年だった。「母親の特性だけしか持たない種ができる」この特性を育種に利用できないかと。異種交配では、花粉は花柱に進入するものの受精はしない。アブラナ科やナス科等では、花粉の刺激だけで卵子が分裂を始め母親と同一ゲノムを持った個体が発生する偽受精現象で種子が結実することが知られている。そこ

で私は「シュートガミー」と言われるこの母系遺伝の特質を品種改良の手法として利用することを考え、今、牛や羊等動物の品種改良で波紋を広げているクローンの育成と似た育種が出来るのではと考えたのである。この育種法の特徴は

- ① これまで新種の育成に10数年間の歳月を費やしていた固定期間を大幅に短縮できる。
- ② 母系遺伝のため母親と同様の花色、草姿、開花期等の特徴を持った揃いの良い品種が生まれる。
- ③ F1と同様に生育が旺盛で自殖劣性が見られない。
- ④ F1のように母体を維持する必要がない。

等々の数多くの利点がある。また欠点としては組み合わせ品種によっては、種が出来ないこともある。また出来ても発育しない場合もある。交配初期の繁殖力が弱い等の弱点もある。またこの育種法は、雑交性の強い他植物の品種改良に利用できる作目もあると考えている。何れにしても異種交配の研究はまだ未開の分野であり、研究の歳月も浅いため今後の研究・開発に期待されることが多く、育種技術の進歩により多く貢献できるものと思われる。

平成8年リンドウ交配した5品種中100%固定が3品種、90%が1品種、70%が1品種だった。この中で、「鳥海の紅」「鳥海の輝」の2品種の品種登録を申請し、平成12年3月に新品種として登録された。さらに、平成10年8月「植物の異種交配よって起こる母系遺伝を利用した品種改良法」として特許を申請し（平成12年3月 特許第3038342号）この育種法は発明として認められた。また、後続の「鳥海の夢」「鳥海の舞」の2品種も平成11年に品種登録を出願中である。

間違いから生まれた科外植物との交配

大自然の中で多くの植物は、風・鳥・昆虫などによって運ばれる花粉によって無差別に自然交配が行われてきた。人工交配のように特定の相手を決めているわけではない。また環境の変化によっては自粉が欠如しても種族保存の本能は、アボミクシス（無精的種子繁殖）シュウトガミー（偽受精）傾父・母雑種（受精するが一方の遺伝子の刷り込みが薄く発現が微弱）等、様々な形で適合

する精子を受け入れ、不和合種は卵細胞に到達する前後に排除されたり、何千年何万年の歳月をかけた生存過程で生命の営みが繰り返され過酷な自然環境にも適合する進化を遂げつつ今日のような数多くの植物に細分化して生き残ってきた。属科等に分類したのは人間であり、科を越えても実は属より近縁の物があつたり、同属と思われてきた物が遠縁であつたりと、自然界には未だ人知を越える生命の神秘さ、性の不思議さが残されているのである。

これまで、植物の種間交雑や属間交雑は広く行われていたが、科の異なる遠縁植物の間では不和合成の物が多く、交配は不可能と思われてきた。科を異にする植物の相互交配は研究例も少なく実験例、成功例も今日までに余り知られていなかったため、この科外植物同士の交配が出来ると解ったことは私にとって全く偶然であつた。そして10数年前からリンドウ科のリンドウとトルコギキョウとの属間異種交配の研究を続け、シュートガミー（偽受精）によって育種期間の短縮とクローン品種の育成が出来る方法を発明したのである。

また、この研究の過程で、偶然にも科外植物との交雑が実現した。トルコギキョウを母にリンドウを父として5～6代の間交配を繰り返してきたトルコギキョウに、平成9年6月、庭先に咲いていた早生リンドウの花粉を交配した。この異種交配はこれまでに何回も経験していたため、いつものように採種し、翌春播種、そして4月になり、ふと生育している苗の形態が母親と違っていることに気づいたのだった。トルコとリンドウの交配ではこれまでの経験では偽受精で、母親同様の生体であるはずであつた。不思議に思い調べてみると、この地方で早生リンドウと呼ばれていた植物は、実はキキョウ科のグルメラータやつしろ草であることが解つたのだ。

これまで、同属の異種交配についても成功は希だと言われてきたのに、科の異なる植物との交配は本当に出来るのだろうか。自分自身も疑心暗鬼にかられ、6月に再度やつしろ草の花粉を交配してみたが、間違いなく種子がとれた。また平成10年には再生することができ、同時に戻し交配にも成功した。さらに、やつしろ草がキキョウ科でありながらリンドウ科のトルコギキョウと交雑できることが実証されたため、その研究の幅をさらに広げリンドウ、トルコギキョウ対キキョウ、やつしろ草、カンパニュラメジウム等、以下に記述するような思いもかけない遠縁異科の植物の相反の交雑が可能であることを実証するこ

とが出来た。

科外異種交配実験の経過

以下、私の実験例を記載する。

- ① トルコを母に父やつしろ草。(写真参照) 偶然の間違いが発端となり、この実験は全く予想もされない結果を生みつつけている。

母系遺伝のトルコだが、生殖器官の欠如した奇型花や、矮性種、高性種、早生種、遅咲種、又花型も波状弁咲、八重尖弁咲、百合咲等数多くの生体に変化が見られる個体が発生した。又後述するが、後代にも多くの変異が生じた。

- ② トルコを母に、父ききょう。
- ③ 父カンパニユラ両交配とも母系のトルコであり母系の持つ草姿花容で、父系と見られるものは出なかった。
- ④ トルコを父に、母やつしろ草。現在2個体が生育中であり開花は明年になる。草姿は母系。
- ⑤ トルコを父に、母ききょう。母系で母親と同様のききょうが咲いた。
- ⑥ トルコを父に、母カンパニユラ。母親と同様のカンパニユラが生育開花した。
- ⑦ リンドウを母に、父やつしろ草。
- ⑧ リンドウを母に、父ききょう。
- ⑨ リンドウを母に、父カンパニユラ。採種に成功。播種定植したが開花までにいならず3種とも枯死した。
- ⑩ リンドウを父に、母やつしろ草。現在1本が生育中で開花は明年になる。生態はやはり母系のやつしろ草であるが④とは生態に差が見られる。
- ⑪ リンドウを父に、母ききょう。母系で母親と同様のききょうが咲いた。
- ⑫ リンドウを父に、母カンパニユラ。母系で母親と同じカンパニユラが生育開花した。

以上の様に、私の実験では3年目で実験した植物の相互相反交雑が組み合わ

せの難易や、採種量等に差があるもの、交雑生育が可能であることが判明した。

この実験で、雑交性の強いリンドウ科植物の偽受精を利用した異種間交雑の研究中、偶然的にリンドウと相似したやつしろ草（当地では早生リンドウと呼ぶ）を、トルコギキョウに交配、種子が結実し播種後、苗姿が異なる事を発見、調査の結果キキョウ科に属する植物であることが解ったので、再度交配を行い同様の結果が得られた。一方、戻し交配にも成功したのでさらにキキョウ科に属する他の植物にも実験の輪を広げた結果、前項のような相反組み合わせ12品目で、播種生育できることが解った。

これまで、多くの学識者により科を越える交雑はあり得ないと言われてきた。しかし、この研究を通じて、人間の作った分類は人間により異なることがあり、絶対ではないと思うに至った。そして自然界（特に生命科学の分野）には、未だ、実際にやってみなければ解らない、人知の及ばない未聞の分野や、神秘的な世界が数多く残されていることを知った。あり得ないと決めつけてしまえばそこで終わる。不可能への挑戦と実験の繰り返しの大切さを身を持って学んだのである。（写真①）



トルコとキキョウの接穂



トルコの奇形花（生殖器無）



百合咲トルコギキョウ



カンパニユラX F1 リンド



袋咲トルコギキョウ



強波状弁咲トルコギキョウ

写真① H12年迄の実験例いろいろ

トルコとやつしろ草の実験例

この実験の中で、研究の最も進んでいるトルコキキョウを母にやつしろ草を父にした実験例について説明する。当庄内地方では両種の自然開花はやつしろ草は5月～6月であり、トルコキキョウは7月～10月頃までである。前述のように、この研究で用いたやつしろ草は以前から早生リンドウと言う自家の庭先に咲いていた紫桃色の品種である。一方のトルコキキョウは品種バイカラーパープルの5代～6代に渡ってリンドウを交配しキメラ技術で得られた母系品種を使った。この方が受粉率も採種率も高いと考えたからである。交配はビニールハウス内で成育中のトルコキキョウを開花1～2日前に除雄を行い、同時に雌蕊を開きピンセット等でやつしろ草の花粉を交配する。やや若齢交配となる外は通常行われている袋掛け法と同様に行う。組み合わせの品種によってはトルコ×リンドウの属間交配にも見られるように種子の出来ない物、結実しても発芽・生育しない物もあるので、まず組み合わせ試験を行い結実・生育する品種の組み合わせを選ぶことが大切となる。(結実する種子量はだいたい通常の2%以下) 又、やつしろ草・キキョウを母にトルコを父とした場合も同様で、結実する種子量は極めて少ない。生体は母系遺伝で母親に相似した物が多く、異株が出現しても母系が多い。受粉後、子房を5日後・10日後に解房してみると雑種胚の形成は見られるものの、生育途中で死滅し、残った少量の結実種子はおおかたが母系であった。このことは、種属保存への強い母性本能の現れと考えられないだろうか。トルコキキョウとやつしろ草の交配では開花期にズレが生ずるので、やつしろ草の開花最盛期に花粉を採種し冷蔵する必要がある。又リンドウとの交配も同様である。やつしろ草との偶然的な交配では、全く予想もしなかった様々な母系変種が発生した。これを生体別に分離してみると

- ① 草丈：矮性種は25cmくらい、高性種は1 m 10cmで生育旺盛
- ② 開花期：早咲き種は通常開花期より1ヶ月早くやつしろ草より遅い。遅咲き種はこれまでの晩成種より10日遅れて開花した。開花期間を前後40日ほど延長した。
- ③ 花色：総じて桃色が多く90%位。濃いエンジ色が5%、母親と同色のパ

ーブルが3%、やや薄い桃色が2%出現した。

- ④ 花形：強い波状弁の物が多く母親の丸弁とは異なり凹凸が見られる。又、長弁で弁先が尖った百合咲きの品種が1本出現した。他に雌蕊、雄蕊等生殖器官の欠如した奇形花が散見された。
- ⑤ 茎：母親のトルコキキョウより固く剛直。
- ⑥ 葉：母親に比べてやや皮針形である。

上記のように多くの変異株が出現したため、それぞれの特性株ごとに自殖を試みた。その結果、次のような育種素材を得ることが出来た。

- ① 矮性早咲き種：草丈が伸びたのは100本中1本だけ、99%が25cm以下の短桿で鉢物用品種及び品種改良素材に適している。これまで、トルコキキョウの鉢植え用種は生育抑制剤を使用し、草丈を短くしている。開花もこれまでの品種より1ヶ月早く開花する。
- ② 早咲き高背種：矮性種同様に早く開花する。草丈1m以上。
- ③ 遅咲き高背種：晩性種より10日位遅れて咲く高背種。
- ④ 新たに、チューリップのチャイナピンクに似た百合咲きの品種が育成できた。前年1本だけ出現した百合咲きに似た個体に母方に出現した小輪でリンドウの花型に似た尖弁の品種と交配した物が、現在80%の出現率を示し、さらに花色の多色化と花容の向上を進めている。
- ⑤ やつしろ草との交配種では、総じて桃色の波状弁の物が多い中で、濃いエンジ色で最後まで退色しない物や、ダブルの同色で尖弁の珍しい個体も出現した。八重品種の花型の改良やチューリップのパーロット咲きの様な改良も夢ではない。

その他トルコキキョウを母に、キキョウを父とした場合も多くは母系遺伝であるが、枝変わり、咲き分けや尖弁の個体も見られたが、採種量が少なく、育成個体も少なかったため多くは今後の研究課題である。又やつしろ草、キキョウを母とした相反交雑の場合も同様である。さらに、リンドウを母にキキョウ科植物との交配からは種子は前述の3種(①②③)とも得られながら開花には至っていない。その理由としては、トルコの栽培が主体であり、リンドウの栽培になれていなかったためと考えられるが、発芽育苗等の栽培法の改善によって必ず成功できると考えている。

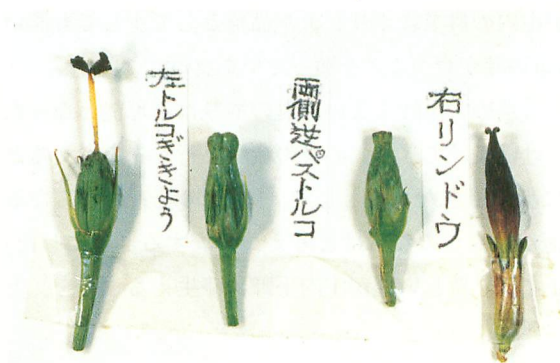
上記の通り私の研究はトルコキキョウを主体に進められてきたが、今後は同じ科のリンドウや、キキョウ科植物の品種改良に飛躍的な発展が期待できると共に、バイオテクノロジーによる胚培養等、両科相反交雑の雑種育成研究も進めている。今日までのところ、両科植物の中でも限られた少数種属、品種の研究にすぎないが、科を越えた植物相互の交配成功は、今後雑交性の強い他植物間の交雑研究も新たに見直されてくるものと考えられる。

袋咲品種と逆パステルトルコの誕生

平成12年リンドウのような袋状のトルコが1本出現した。これは、例の永年リンドウとの交配を繰り返してきたトルコに、キメラで生まれたササリンドウのF1を交配したものの中から出たものである。茎葉はトルコであるが、花は下部から3輪程袋咲となり、咲上るに連れて奇型花、上部は普通のトルコが咲いた。私はこの袋咲の出現に驚きと喜びで一杯だった。一方単なる奇型で明年は出現しないのではとの不安もあった。

今年100本中26本に袋咲がでた。その中3分の1にピンクが咲いた。東京の大田市場に持ち込むと、「今までに見たこともない」と驚かれた。実用化にはまだ間があるが年ごとにリンドウに近づいているように見える。さらに今年は、これまで見られなかった逆パステルの出現にも大きな期待がかけられた。これまでトルコのパステル系は全て花卉が白で弁端がブルーかピンク色のものが、普通バイカラーと呼ばれている。新しく出現した品種は花卉の色が逆さになりブルーに白。茶色に白等の逆復輪となっている。トルコの育種をめざす者にとっては待望の品種の出現であった。

又、この系統の雌蕊にも変化が見られた。通常トルコの雌蕊は子房の上から1cm位の花柱が伸び、その上に雌蕊が開くのが普通である。だが、この花は花柱が全くなく子房の上に真ぐ雌蕊が付いている。(写真②参照) これまで数多くの品種を見てきたが、この様な品種は始めてである。リンドウはこれと同じ様に子房の直ぐ上に雌蕊が付いている。逆パステルは、母親が胚培養の、パープル×ブルー（トルコ×やつしろ草）の交配の中から出現した24本中、3本が



写真② 子房と雌蕊の比較

普通のトルコであり21本が同系統の筒体であった。他にもう1本が胚培養パープル×やつしろ草の交配から出た。ここで、母親に使った胚培養パープルとは、リンドウ交配トルコにやつしろ草を交配させ誕生した品種に、再度

リンドウを交配。その未熟胚を培養して得られた苗を母親として利用したものであり、その胚培養は酒田市にある前田製管先端技術研究所で培養されたものである。交配育成は私が行いその培養は同研究所が苦労を重ねながら培養に成功した共同研究の結果である。残念ながら同研究所も本社のリストラのため閉鎖されることとなり、今後この研究が庄内の中で継続できることを願いながら技術の県外流出だけは極力避けたいものと考えている。

以上のように私の科外異種交配の実験は主体のトルコギキョウの花容草姿を着実に変えつつある。無学の老人の法則を無視した実験なのである。学者や技術者になんと言われ様とも変化に富んだ育種素材が実際に育っている。それは異種交配でなければ生まれてこなかったであろう。人と同じことをやっていたのでは同じもののしか生まれないのである。タブー視する前に実験を繰返して見ることも大切である。

終わりに

中国のWTO加盟の新事実直面し、家族経営による規模拡大のよろさと不安定さを実感しつつ農業は今言われている「持続可能な農業」では生き残れまい。世界の農業をリードする先端科学を駆使した高度な知的農業地帯の構築こそ急ぐべきである。やがてこの実験も専門の科学者によって学術的に解明されるも

のと思う。私は新しい品種が庄内の農業にオリジナル品種として少しでも潤いをもたらし、さらに育種に後継の芽が育つことを願ってやまない。

私は今年2月最愛の息子、営農の大黒柱を失い営農の継続は不可能となった。老妻と共に細々とこの研究だけは続けてきた。心身の疲労と行く先を考えると、永年『庄内の花』と共に歩んできた人間として、『庄内の花』のさらなる発展と地域の公益にこの技術が役立つのならばと考え、公表することにした。「種を征する者は、世界を征する」新しい種が庄内平野に芽生えることを、と祈りつつ・・・。