

トウモロコシ

東京大学・法政大学名誉教授

長田 敏行

初夏になってトウモロコシが店頭に並ぶと夏が来たという想いが強くなるのは、子供のころからの記憶である。それにつけても、近頃のスイートコーンの甘さは驚くばかりであるが、子供のころ家の菜園の近くに家畜用のトウモロコシがあると、食べているトウモロコシの中に粒が大きいが甘くない粒が混じっていたことを思い出す。ただし、その意味を理解するようになったのは長じてからである。筆者はトウモロコシを研究材料にしたことはないが、これまでに接した友人や知人の中にトウモロコシの研究者がおり、この材料の特性を理解できるようになってきたことは不思議な思いがする。今回はそれを素材に紹介に努めたい。

トウモロコシの起原

1993 年には、5 年に一度開かれている国際植物学会議の第 15 回会議が横浜であったが、それにあわせてと思われる一連の論文が筆者あてに送られてきた。送り主は米国ウィスコンシン大学の遺伝学教授イルティス (Hugh Iltis) 博士 (1925-2016) であり、その内容はトウモロコシの原産地とされるメキシコでトウモロコシがいかにして成立したかを推定した一連の歴史的論文であった (Iltis 1983)。概略は教科書的に知っていたが、トウモロコシがメキシコで原生種のテオシントから人の手を介して作られたのであろうと推定された当人である同教授からのオリジナル情報は心に響く点があった。そこに登場している要点は図-1 に示されている。種子数が多くなり、個々の種子も大きくなり、現在のトウモロコシに近づいていることが如実に分かる。これがメキシコに誕生した文明を支えたのであり、それはメキシコで発展したテオティワカン文明であり、マヤ文明、アステカ文明でもある。そして、その産物は今日アメリカ合衆国の主要農産物であり、われわれはそれを利用させてもらっている。これにより、トウモロコシの作物としての成立過程を辿ることができたが、それは遺伝学の誕生にもつながっていたのである。

筆者はイルティスという名前に全く別のコンテキストでも遭っている。遺伝学の祖メンデル (Gregor Johann

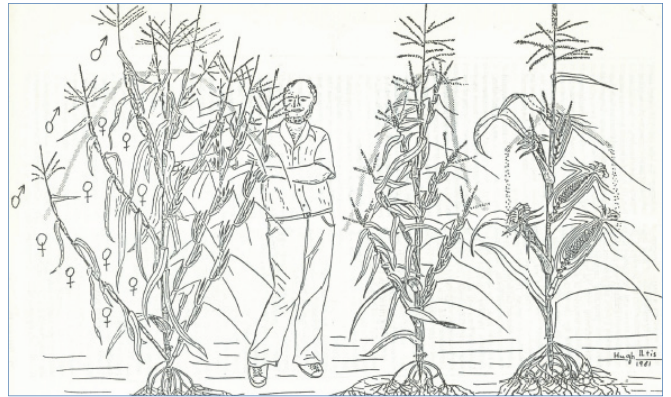


図-1 トウモロコシ成立の図

左は、野生のトウモロコシであるテオシント、中は、テオシントと栽培トウモロコシとの雑種、右は、現在の栽培トウモロコシ。野生から、栽培トウモロコシへ向かって、側枝の数が減り、主軸に集中していることが認められる。図は、イルティス博士が送ってこられた素描を転写した。

Mendel) に親しみ著書 (長田 2017) も出したが、別のイルティス (Hugo Iltis) に出会っているのである。1924 年に最初の「メンデル伝」が出されているが、その著者もイルティスである。このイルティス (1882-1952) はメンデルの故地チェコスロバキアのブルノに生まれ育ち、メンデルが教鞭を執った国立高等実科学校でも学び、後に遺伝学者となった。そして、メンデルの生涯を追跡して「メンデル伝」を刊行したのである (Iltis 1924)。ところが、彼はナチスの台頭に際して、政治的・民族的理由からアメリカへ亡命せざるを得なかった。判明したことは、その子供が冒頭に述べたイルティスだったのである。彼は父の後を襲って植物遺伝学者となったが、第二次世界大戦には連合軍の兵士としてヨーロッパ戦線へ従軍した。戦争終結後は、ブルノのセント・トーマス修道院を訪問して戦災の状況を見ており (長田 2020)、ドイツ語が堪能であったので、ナチスに対するニュルンベルク裁判の被告の通訳としても働いた。なお、父イルティスはアメリカへの亡命に際して、多くはコピーであったがメンデル資料を持ち出し、それはイリノイ大学図書館に保管されている。そのことを知ったので、2015 年にイリノイ大学の友人ウィドホーム (Jack Widholm) 教授を訪問した際にそれらを見せ

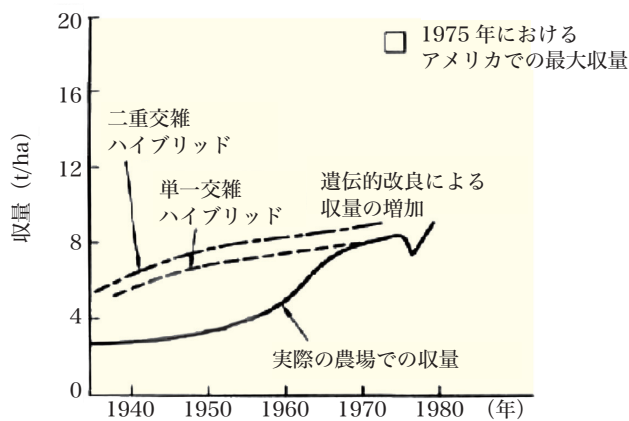


図-2 アメリカでのトウモロコシ生産

アメリカでのトウモロコシの生産量の変化を追ったものであるが、二重交配で収量が著しく上がっていることが示される。また、1977年の収穫量の減はゴマ葉枯れ病によるものである(長田 1993より)。

ていただいた。それは丁度1週間前にブルノのメンデル博物館に貸し出してあったものが戻ってきたということであり、ブルノでは展示に供されたということであった。筆者らは2016年に日本でメンデル法則発表150年を記念したメンデル展を企画したので、調査対象とさせて頂いた。結局、ブルノのメンデル博物館より直接資料の提供を受けたので、イリノイ大学のものは見せて頂いただけであった。しかし、これで、遺伝学の祖といわれるメンデルの研究とトウモロコシの遺伝学とは不思議な縁で繋がっていることを知った。

トウモロコシの生産性

トウモロコシは作物としての生産量は穀物の中では最も高いが、それはトウモロコシがC4植物であるため光合成能力が高いことが一因であるが、遺伝学を極限まで駆使した結果である。栽培化の中で生産量が増やされていったが、トウモロコシでは「雑種強勢(ヘテロシス)」の極限に近いまでの追及がそれを可能としている。これを略述させて頂くと、まず、4種類の近親交配を繰り返したトウモロコシを用意する。それらをAA, BB, CC, DDとして、まず、AAとBBとの交配から雑種ABを得る。また、CCとDDとの交配から雑種CDも得る。続いて、ABとCDを交配するとABCDが得られるが、それは「二重交配雑種」であり、その種子は極めて大きくなり、収量は出発点の種子と比較して目を見張るほどである。その成果は、アメリカでのトウモロコシ生産を支えている。それは統計データに如実に表れている(図-2)。しかも、その組み合わせは育種会社のみ知っているなので、交配の秘密はそこで保たれている。

ところで、「雑種強勢」とは何であろうか? 遺伝学の中では、最も解析の進んでいない遺伝現象であり、その命名はダーウィン(Charles Darwin)によってなされた。従来の説明で

は、両親の性質の補完という考え方が強かったが、最近の雑種植物における遺伝子発現のレベルを調べると、単なる相補ではなく、遺伝子全体にわたって変化が起こっており、未だ真の機構にたどり着くには間があるが、インプリンティングの効果も認められている(Marcia *et al.* 2010)。

これを実際に圃場で行うとすると、一方の親の除雄を行う必要があり、その作業は人力で行われるので大変な作業となる。そこで、工夫されたのが雄性不稔種を用いることであるが、それを用いると除雄作業が省けるので生産のための農作業は容易となる。ところが、そこで用いられた雄性不稔種はゴマ葉枯れ病菌(*Helminthosporium maydis*)に感受性が高く、大変な病害を生ずることになった。思わぬ落とし穴というべきかもしれないが、そのようなことはしばしば起こることでもある。続いてその病原菌に耐性の品種を見つけなければならなかったが、それは現在では克服されている。図-2に示されているように、1977年の収穫量の統計データにも顕著な落ち込みが見られるほど重大な影響をもたらした(長田 1993)。

その領域で論文を見ているうちに、活発に活動されているニュートン(Kathleen Newton)博士の名前を見ることとなったが、彼女とは深い関りがあることに気付いた。それは、筆者が1974年にドイツでフンボルト財団研究員としてマックス・プランク生物学研究所で研究を行っていた時に遡るが、数か月筆者の研究の手伝いをして下さった。当時、彼女はカリフォルニア大学バークレー校の学生であったが、大学の単位は全て取ってあるので、半年間ヨーロッパへ来たとのことであった。そのため、特に何かのテーマについて研究をしていただいたわけではなかったが、何らかの影響を与えていたようであった。その後何度か国際会議で出会ったが、筆者は何か特に研究上の指針を与えたのではなかったという。「私は、あなたの第一番目の弟子である」と主張されているので、何らかの影響を与えたのであろう。人との不思議なつながりの縁を感じている。現在は、ノーベル賞学者マックリントック(Barbara McClintock)に所縁のミズーリ大学の遺伝学教授で、トウモロコシの研究を進められている。ある時、この縁でマックリントックのポートレートを入手していただいた。

また、トウモロコシ栽培の直接の現場も見せていただいた

が、それは冒頭にふれたウィドホーム教授である。現在は名誉教授となっているが、1980年当時大学教授として勤勉ながら休暇を利用して農場を経営しており、アメリカ合衆国の中西部にあって、規模は小さいということであったが、トウモロコシとダイズを生産されていた。トウモロコシとダイズの畑が延々と続くイリノイ州をドライブして到達した彼の家ではシカゴの穀物市場と直通回線が通じており、その日の相場を見てトウモロコシ、ダイズの売却を行っている現場を見ることができた。アメリカの農業生産の現場の一部を垣間見ることができたという思いがした。

かくして、トウモロコシの遺伝学と栽培の現場を一寸だけ覗くことができたが、核心を知ることができた思いがしてい

る。日本でも家畜の飼料として大量のトウモロコシを輸入していることは知っているが、その背景に深層としてメンデル遺伝学があり、それを駆使してトウモロコシの生産性が支えられているということを人にも告げたいと述べて筆を置く。

文献

- Ilitis, Hugh.H. 1983. From teosinto to maize. Science 222, 866-894.
Ilitis, Hugo 1924. Gregor Mendel, Springer
長田敏行 1993. 植物プロトプラストの細胞工学, 講談社サイエンティフィク.
長田敏行 2019. メンデルの軌跡を訪ねる旅から 3. 生物の科学—遺伝 72, 189-193.
長田敏行 2017. メンデルの軌跡を訪ねる旅, 裳華房.
Marcia *et al.* 2010. Designing plants to meet feedstock needs. In Biotechnol. Agricul. Forestry Vol.66, Springer-Verlag.

田畑の草種

紫片喰・紫酢漿草 (ムラサキカタバミ)

イソップ寓話に「お百姓と子どもたち」というこんなお話がある。

＝あるお百姓が、年を取って死ぬ日も近くなったので、死ぬ前に自分の子どもたちにお百姓の仕事をしっかり覚えさせたいと思った。そこで息子たちを呼んでこう言った。

「わしはもうじきこの世におさらばするがな、お前たちは、わしがブドウ畑に隠しておいた物を探してみるといい。きつと、いい物が見つかるから。」

息子たちははてっきり父親が宝物をどこかに埋めたのだと思って、父親が死ぬとブドウ畑をすみからすみまで深く掘り返した。しかし、掘っても掘っても、宝物はさっぱり見つからない。でも、せっせと耕されたブドウ畑からは、いつもの年の百倍ものブドウがとれたのだった。

このお話は、人間にとって働く事こそ宝物であると教えている。＝

というお話であるが、実はこのお話には続きがある。

お百姓が子どもたちに託したブドウ畑には、何か所かに紫色した花が咲いているところがあった。子どもたちはその花には見向きもせず、花があろうがなかろうが掘りまわった。その結果、その紫色の花は消え失せて、ブドウの収穫量は増えたのだが、数年もすると、その紫色の花の草が畑中に広がり、その後はその紫色の花の草の管理に手こずるようになったのである。

事をなすときにはあらかじめ知識を得ておきたいものである。その草はムラサキカタバミであった。

ムラサキカタバミはカタバミ科カタバミ属の多年草。全国の畑地、道端、空地、公園、芝地、庭などで生育する。背丈は5cm-30cm。とはいえ茎があるわけではなく、葉はすべて根生し、葉柄は5cm-15cm。花茎も根生し葉よりも高く抜き出て30cmほどになる。葉は誰もが知っているハート形の3小葉が基部の尖ったところで合わさった掌状複葉。小葉は幅

須藤 健一

2cm-4.5cm、裏面の葉縁付近にシュウ酸塩が堆積した橙色の細点がある。花期は6月-7月頃であるが、地域によっては春から秋まで咲いていることがある。また、南西諸島では夏期には休眠し12月-4月頃に開花する。花色は淡紫紅色で、花弁は5枚、幅は狭く、基部に濃色の条線がある。花茎の先に約1.5cmの花を数花つける。両性花であるが花粉を形成しないため種子は付けず、日本やヨーロッパではもっぱら鱗茎による栄養繁殖を行う。

見つけたムラサキカタバミを退治し整地しようとして葉や花を抜き取ると、その時は葉も花もなくなり地表面はきれいになったようにみえるが、ムラサキカタバミの葉も花もすべて根生しているので葉柄、花柄から先を抜き取っただけで、根の部分はすべて地中に残っていることになる。その根のところにある数百個の鱗茎が整地時などに周りに広がり、翌年には新たな葉柄や花柄を伸ばし先に葉や花をつけることになる。ムラサキカタバミを退治しようとするなら、見つけ次第スコップ片手に引っっこ抜くことである。

