

筑波大学

朝永振一郎記念

## 第16回「科学の芽」賞 応募用紙

受付番号 : SJ0744

応募部門 : 中学生部門

応募区分 : 個人応募

題名 : トウモロコシの遺伝の法則

学校名 : 栃木県 矢板市立片岡中学校

学年 : 3年生

代表者名 : 小野琴未

※ 個人情報保護のため、入力された項目から抜粋して出力しています。

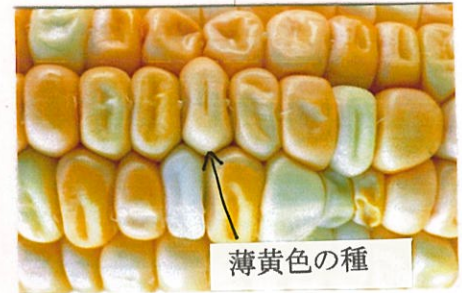
研究の動機

3年前に「デントコーンはなぜキセニアを起こさないのか」(第13回科学の芽)という研究をした。この研究で家畜用飼料などの使われるデントコーンがキセニア(他の花粉を受粉してしまい実の色や形が変わってしまうこと)を起こさないのは、白色やスイートコーンの形質よりも黄色のデントコーンが優性形質(顕性形質)のため1年目ではそのまま全て黄色デントコーンになるということが分かった。

また2年目からは黄色・白、デント・スイートが対立形質なので、それぞれの種が約3:1になり、4種(黄色デント、黄色スイート、白デント、白スイート)が約9:3:3:1になった。このことでトウモロコシにはメンデルの優性の法則、独立の法則などがはたらいっていることが証明できた。しかし、3世代目に4種の種を栽培し収穫してみると、黄色の中でも薄い黄色が出てきたり、またキセニアを起こす実験のときも特に黒色の形質をもつ花粉を使うと、種の色が斑点状やうすい紫色などメンデルの法則では説明がつかない現象が出始めた。メンデルの法則では説明がつかないこれらの現象が一体なぜ起きるのかを調べようと思った。

研究の目的

メンデルの法則で当てはまらないトウモロコシの遺伝の現象をとらえ、解明していく。



研究の方法と結果

**実験1** 前回の研究で作る事のできた「白色デントコーン」の種を栽培して、雌穂(トウモロコシのヒゲの部分)に「黒色もち種」の花粉をつけキセニアを起こさせる。このときに起きる現象を調べる。

補足 研究のきっかけは薄い黄色が出てくる原因を調べたいのだが、黄色と薄い黄色の判別が難しく正確でないと考え、黒色を使って細かい色合を区別したいと思った。

実験に用いた「白色デントコーン」は前回の研究で掛け合わせの実験で作る事ができた種である。

白デントを作る掛け合わせの方法

黄色デントの実(めしべ側)に「白色スイート」の花粉をつける。

1年目は優性の法則で黄色デントだけができるが、翌年その種を栽培すると約3/16の比率で白色デントコーンの種ができ、これを実験に使用した。



ここで栽培され収穫できる種は全てデントコーンにはならない。

それは白デントの形質は デント種を優性Dとするとスイートは劣性Sになる。

白デント種の遺伝は DD DS SD になるので、2年目でとれた白デントは翌年デントとスイートの混じりが66%出てくる可能性があるからだ。

白デントを使った

このデント、スイート混じりの種に「黒もち」の花粉をかけるのだが、過去に行ったキセニアの実験で形質の優性度はデント>もち>スイートであることが分かっているので、キセニアを起こせた種は黒色のデントと黒色の「もち種」になるはずである。また、色の優性度は黒>黄>白である。

結果 写真のように「もち種」は黒色、紫色、白斑点がでた。デントは紫色、薄紫斑点、白斑点などがでた。



採取できたキセニア種を色に分けて  
集計してみた

|   | 黒も | 紫も | 班も | 黒デ | 紫デ | 紫班 | 白斑 |
|---|----|----|----|----|----|----|----|
| A | 10 | 15 | 4  | 0  | 12 | 26 | 42 |
| B | 15 | 12 | 2  | 0  | 9  | 21 | 22 |
| C | 5  | 8  | 4  | 0  | 3  | 10 | 12 |
| D | 25 | 5  | 2  | 0  | 11 | 19 | 32 |
| E | 11 | 12 | 1  | 0  | 3  | 6  | 44 |
| F | 12 | 4  | 0  | 0  | 2  | 8  | 31 |
| G | 0  | 0  | 0  | 0  | 5  | 9  | 65 |
| H | 4  | 28 | 0  | 0  | 3  | 7  | 18 |
| I | 0  | 0  | 0  | 0  | 5  | 4  | 44 |
| J | 2  | 8  | 0  | 0  | 6  | 3  | 28 |

A~H 調べた実の個体記号

黒も=黒色もち種

紫も=紫色もち種 (斑点入も含む)

班も=斑点もち種 (白色で斑点が含まれるもの)

黒デ=黒色デント

紫デ=紫色デント (斑点なし)

紫班=紫色斑点デント (紫色で斑点があるもの)

白斑=白色斑点デント (白色で斑点あるもの)



10本集計した

**結果** 過去のキセニアの実験でもおきた現象なのだが、黒色の顕性形質がしっかり伝わらず、色が薄くなる紫色や黒い斑点が現れた。必ずイレギュラーが起きるのだが、すべての種がイレギュラーを起こしているわけではないようだ。何も規則性がないように見えるが、もち種には黒色の種がでることがあるが、デントコーンの種には黒色の種が出ない事がわかった。

GとIで「黒も」、「紫も」などが0なのは、実の中に「もち種」が5粒ほどしかなくキセニアを起こさなかったためである。

この実験ではキセニアを起こした種の中に色遺伝 Bw (黒・白) を持っているはずだが、「もち種」では Bw でも黒色になる。デントは Bw では黒色にならない。おそらく、これが基本の法則だと思うが、ここからトウモロコシでよく見かける特有のイレギュラーが起きているのだと考えられる。

では、このイレギュラーに一定の法則が有るか分からないが、紫デントを正常、それ以外をイレギュラー (紫色斑点デント+白色斑点デント) とすると、どれも 80%を超える率になった。

トウモロコシ A~G のデントのイレギュラー率 (%)  
(斑点の出たデント種 ÷ 全ての有色デント種)

| A  | B  | C  | D  | E  | F  | G  | H  | I  | J  |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 84 | 83 | 88 | 82 | 94 | 95 | 93 | 89 | 91 | 84 |



黒いもち種がでた



デントコーンは黒色にならない

この実験で収穫した有色の種を翌年栽培し、それぞれにどんな実の変化が起きるかを調べた。



## 実験 2

目的 実験 1 で薄くなった黒色はどんな遺伝子を持っているのかを調べる。

方法 実験 1 で収穫した種を翌年栽培し実を収穫する。

使用した種 デント紫色 デント紫斑点 デント白斑点  
もち黒 もち灰色

結果 黒色や灰色(紫色) や斑点の種も現われたが、これらを有色種とすると  
有色と白色の種の数と比率は次のようになった

デント種の色違いによる有色：白の比率

|        | 有色種 | 白色種 | 比率       |
|--------|-----|-----|----------|
| デント紫   | 302 | 84  | 3.60 : 1 |
| デント紫斑点 | 320 | 116 | 2.76 : 1 |
| デント白斑点 | 262 | 80  | 3.28 : 1 |
| もち黒    | 284 | 88  | 3.23 : 1 |
| もち灰色   | 274 | 83  | 3.30 : 1 |



デント紫種 黒色



デント紫斑点 黒色



デント白斑点 黒色

実験 1 ではデントの種に見られなかった黒色種が現れるようになった

全ての種が同じような比率の有色：白が約 3 : 1 になった。このことは全ての種が黒と白の対立形質を持っているといえる。栽培中に気づいた点として、受粉時に実(めしべ)と花粉(おしべ)が合併したまま出現する現象が起き、とくに色が薄く斑点の多い種から栽培された苗がこの現象を起こしやすいように思えた。

## 実験 3

目的 実験 2 で収穫したそれぞれの種の遺伝子を調べる

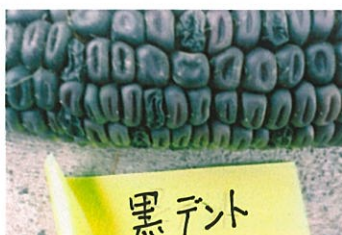
方法 ①実験 2 で初めてできた黒色デントを栽培しどのような実ができるかをみる。また、「もち種」の黒色も  
もう一度栽培した。

②デント種の斑点の大きさによって苗にどのような変化が起きるかを調べる。

昨年気になった異形の実の苗数を調べた。

結果 ①デント黒色からほぼ黒色だけの種が出現した

同じく「もち種」黒色からも苗 5 本中 2 本からほぼ黒だけの種が出現した。





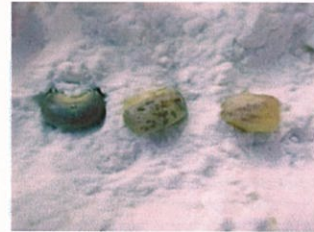
②デント種の紫色、斑点大、斑点小の種から収穫した種の比率とその異形数を調べた。

|        | 有色種 | 白色種 | 比率       | 実の異形数 |
|--------|-----|-----|----------|-------|
| デント紫   | 138 | 42  | 3.29 : 1 | 1/8   |
| デント斑点大 | 312 | 88  | 3.55 : 1 | 2/8   |
| デント斑点小 | 312 | 112 | 2.79 : 1 | 3/8   |



異形の実

苗 8 本中何本異形が出たかを調査



上 デント紫種 下 デント斑点大

デント斑点小

栽培した種 紫 斑点大 斑点小

実験 2 と同様に有色 : 白色が約 3 : 1 の比率になり優性の法則が成り立っている。

また、雌穂（雌しべ）と雄穂が合併する異形率は紫種では苗 8 本中 1 本の 1/8 斑点大は 2/8 斑点小では 3/8 だった。このことから、3 つの種は胚乳の有色にそれぞれの変化があるが、次の世代への遺伝は同じ遺伝をもっている。ただし、種の黒色が大きく減少した種ほど次世代の実に異形が増えることから、斑点や大きく色を変えてしまった種ほど遺伝のイレギュラーが起きたと考えられる。

前に筑波植物園でトウモロコシの起源であるテオシントを観たのだが、この植物は「おしべ」と「めしべ」が自動受粉するので、今回の異形に実に近い形に近づいている。このため、今回の現象は何らかの遺伝情報が色遺伝のように欠落して、先祖帰りのような形になってしまったのではないかと思う。



筑波実験植物園のテオシント



筑波実験植物園ホームページより

### 実験 1~3 までの考察

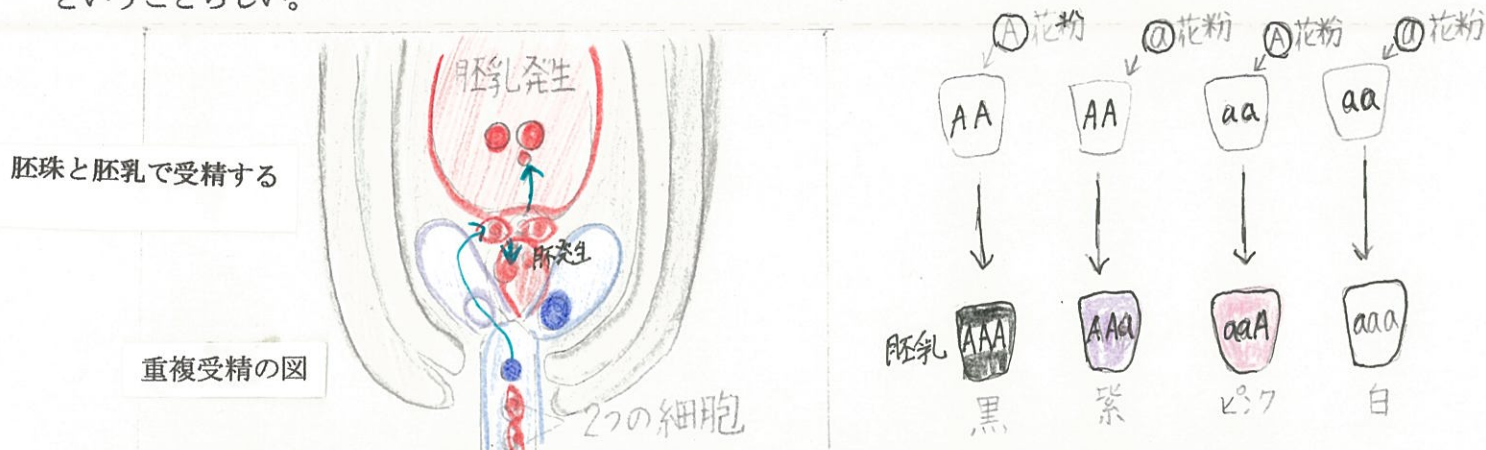
実験 1 のキセニア実験では黒色デントが存在しなかった。一方、実験 2 ではデントの灰色、黒斑点、白の一部の種から同じような比率で、黒デント、灰色デントがでた。しかし、もち種では実験 1 ですでに黒色が発見されている。これにはどんな関係があるのか、考えられるのは実験 1 でつくられた種は黒色形質 (B) と白色形質 (w) との掛け合わせになるので、「もち種」、デントでも Bw の遺伝が伝わる。これでも黒色になる「もち種」には優性の法則が一部働いている。一方、デントでは色が全てが色が薄くなる又は斑点がでるので、優性の法則が働いていない。一番近い現象ではアサガオで起きる不完全優性だ。これは顕性の A が二つ揃わないと赤色に



Aa では色が薄くなるのに似ているからだ。また、スイートコーンでもこのような薄くなる変化がないことから、トウモロコシの品種によって現象が変わってしまっている。そこで、トウモロコシはどのような受粉をしているのかを調べてみた。

そこで分かったのは被子植物は重複受精という方法をとっていることだ。二個の精核のうち一つは胚嚢（はいのう）中の卵核と、他の一つは二個の極核と合体すること。前者は新個体となり、後者は胚乳となる。

ようするに、受精は胚珠と胚乳の 2 か所で行う必要があり、胚乳の母体側は遺伝情報を 2 つ持っているということらしい。



このため、優性遺伝を A、劣性遺伝を a とすると Aa から生まれる種は AA Aa aA aa, なので優勢：劣勢=3：1 になる。しかしトウモロコシの胚乳では AAA AAa aaA aaa になる。これに当てはめると AAA は黒色、AAa は灰色、aaA はピンク、aaa は白になる。（これを重複受精の法則として話を進める）ところが、実験 2 でのもち種は色遺伝が aaA であっても黒色がでたことは、もち種とデント種で大きな違いがあり何かの影響していると考えられる。それは種内のデンプンの量であると考えた。

しかし、不思議な点が出てくる。実験 2 で黒色の遺伝を受粉した「もち種」がすべて黒にならなかったことだ。そのため、もう一つ法則が隠れているようだ。それがトランスポゾン（以後 TP と略）だった。

#### トランスポゾンについて調べてみた

動く遺伝子の存在は、1950 年にバーバラ・マクリントックによって提唱された。マクリントックは斑入りのトウモロコシの染色体を調べることで、斑の形成に関わる遺伝子座が染色体の異なる位置に移動することを発見し、この現象をトランスポジションと名付けた。しかし、遺伝子が染色体内を移動するといった概念は当時の常識をはるかに越えており、マクリントックの学説はほとんど受け入れられることは無かった。その後 1960 年代後半から 70 年代前半にかけて、バクテリアや酵母で「動く遺伝子」が発見されるようになり、それらはトランスポゾンと名付けられた。またマクリントックが発見したトウモロコシの斑の形成に関わる遺伝子座も DNA トランスポゾン的一种であることが明らかにされた。こうしてマクリントックが提唱した学説は認められるようになり、1983 年には単独女性として初めてノーベル医学生理学賞を受賞した。

大隅典子 トランスポゾン 脳科学辞典 <https://doi.org/10.14931/bsd.4127>

このように、トウモロコシではトランスポゾン現象がとても多く起きてしまうようだ。

彼女はこの理論が科学的に証明できるようにトウモロコシの染色体を観察した。理科の教科書で馴染みのある酢酸カーミン溶液は彼女が開発し、この研究でも使われている。そこで、トランスポゾンを起こした種の 9 番染色体の染色される位置が通常と変わってしまったことを発見した。また、環状染色体もはじめてトウモロコシが見つけることができた。

しかし、当時の常識では遺伝子が動く現象はどの動植物からも発見されず、この理論は約 20 年間評価されなかったらしい。しかし、いまでは、遺伝子の組み換えやコロナウイルスが変異していくなど、ニュースでも遺伝子がこのような性質を持っていることはよく耳にするようになった。

このことから、実験 C での斑点、まだら模様ができる現象はトランスポゾンが関係しているようだ。



デントコーンの黄色種が薄くなる現象はデンプンを多く含む種では対立形質の重複受精により4色に分かれるためと分かった。しかし、TPの影響によりデントコーンでは4色を同比率で観ることが難しい。そこで、同じくデンプンの多いポップコーンではTPによる斑点が種に少なく重複受精比率が正確になると考え、実験した。

**実験4**

目的 カラフルな種はどんな遺伝を持っているか調べる

方法 種を色ごとに分けて、栽培し収穫。実の種の色をの比率をみる

結果



- A 灰色種
- B 収穫の様子
- C 黄色種
- D 赤色種
- E 赤色種 表皮タイプ
- F 緑種
- G 黒種
- H ピンク種



ミドリ



ピンク  
タイプ1

タイプ2

この中で注目したのは、同じピンク種から2パターンの実が取れ、この一つは緑種から収穫した実のパターンと似ていることが分かった。



緑ポップコーン

比率 黒：灰色・緑：ピンク：黄=1.14：1.52：1：1.62

ピンクポップコーン タイプ1

黒・赤・オレンジ：緑・灰：ピンク：黄・白=1.75：1：1.16：1.55

色の比率に近い

考察

まず着目したのが緑色ポップコーンから生まれた実が黄、ピンク、緑、黒に分かれたことだ。これにより黒と黄色の遺伝子をもった雄しべと雌しべが重複受精を起こすと、4色の色が出来ると考えられる。

次にピンクの種からは白、ピンク、灰、黒タイプと緑色種と同じ黄、ピンク、緑、黒タイプができた。

これにより、それぞれのピンクは色遺伝子の黒 B と白 w の Bww と色遺伝子黒 B と黄 Y の BYY がピンク色になっていると考えられる。



また、BY の遺伝情報を持つ種を栽培したときに、収穫できる種色は上記の黒、緑、ピンク、黄だけではなく、ピンクポップコーンタイプ1から集計した赤、オレンジ、灰色、白がトランスポゾンによって作り出されている可能性が高い。

この研究前はキセニアで分かっていることから研究を進めたので、劣勢遺伝や弱い遺伝情報の白や黄の胚乳に強い遺伝情報の黒、赤、緑、オレンジなどの花粉が受粉されることにより、カラフルなポップコーンが出来ると思っていた。しかし、研究を進めていくと、デンプンの多い品種は重複受精によって胚乳の遺伝パターンが4種類に分かれ、色も4種類出現する。そして、それらの色もトランスポゾンによって色が変わってしまう。そのため、色の遺伝情報は黒、黄の遺伝子だけで7色以上の色を作り出しているようである。

オレンジ、白色など  
特殊な種を栽培する



実験5

目的 BY型ポップから出現した希少な色種はどんな遺伝子を持っているか  
 方法 ピンクポップコーンタイプ1から採取した赤、オレンジ、灰色、白の種を栽培収穫し遺伝子を判定する  
 結果 苗から1本ずつ収穫し判定する。遺伝子の判定はこれまでに分かった法則を利用し判断した。

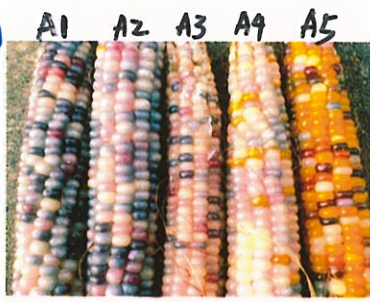
遺伝子が対立形質を持つ場合

- ① 優勢の法則で3：1になるので、基本は75%の顕性形質が現れる。ただし、ちかくにある潜性形質の花粉の影響を受けた場合は50%近くまで顕性形質が抑えられることがある。(Aa×aaになるため)
- ② 重複受精の法則で濃い色種(AAA 顕性が3つになるため)が1個以上はできるはずである。

以上のことを踏まえ判断した



A群  
灰色種



B1 B2 B3



B群  
赤色種

2つの苗は成長が遅く  
実が付かなかった

遺伝子型の記号  
B (黒色遺伝子)  
Y (黄色遺伝子)  
w (白色、潜性遺伝子)  
R (赤色遺伝子)

C群  
オレンジ種



C1 C2 C3 C4 C5

D群  
白色種



D1 D2 D3 D4 D5

### 胚珠の遺伝子型の判定

#### トウモロコシ A 群

A1~A4 Bw 型  
A5 BY 型

A3、A4は薄い有色が多く、黄色も入っているが、有色が6割を超えている。濃い色もわずかにある。黄色はキセニアと判断した。

#### トウモロコシ C 群

C1 Bw 型  
C2~C5 Rw 型

B群のような赤色が出ているのでC2~C5は赤遺伝子と判断した。

### 実験5の考察

A群 元々BY型から分離の法則で出てくる型はBB,BY,YYである。Bwができることはない。これはYがwにTPしたと考えると説明が付きやすくなる。

B群 実験4で赤色種は赤色の実、黒色種は黒色の実をつけたので、ここでも色を判断してR遺伝子として判断したが、黒遺伝子BBが赤遺伝子RRに変わってしまったと言えるのか、一番難しい現象が起きたと思った。

C群 普通はBY型ができるのに、5本中4本がRY型に置き換わったということだと思ふ。

D群 胚珠の型が2つともwに置き換わらないと白色は出来ないのにそれがBY型から起きたということだと思ふ。

#### トウモロコシ B 群

B1 Rw 型  
B2、B3 RR 型

黒色よりも明るい赤色なのでR遺伝子と判断した。

#### トウモロコシ D 群

D1~D3 ww 型  
D4、D5 Rw 型

D4,D5はww型のキセニアのようにもみえるが、濃い赤がある事、有色が約50%であるが、D1~3の影響と判断した。よってRw型とした。

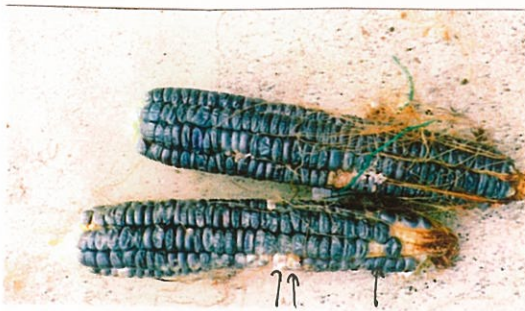


これまでのトランスポゾン (TP) の現象は他品種の花粉が受粉すると花粉側の遺伝子が染色体のあるべき位置から動いてしまうと思っていた。しかし、実験 5 の結果から実 (雌しべ) 側の遺伝子も同じことを起こしたり、雄しべ・雌しべ共に TP を起こすということになる。

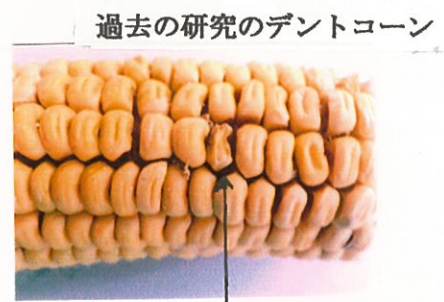
本当にそんなことが起きたのか、過去の研究結果から事例を探してみた。

実験 3 (3 ページ) では「もち種」の黒種からほぼ黒色のみの実をつけたが、数粒ほど黄色種が出現している。遺伝子型は BBMM (B は黒色、M はもち種の形) なので黒色もち種しか出て来ないはずで、黒に対して潜性形質の黄色は出現できない。それでも出現したのは種内で TP が起きたためだろう。

また、斑点がある有色種から大きくかけ離れた種ほど、成長過程で葉に異変が起きたり、雄しべと雌しべが合体した異変を起こしやすく、これは胚珠にも TP の影響が出ているといえる。



黒色に数粒の黄色種が出来る



過去の研究のデントコーン

デントに数粒のスイート (しわ) が出来る

また、実験 1 (2 ページ) で使用した白色デントの種は 33% の確率で DD 型 (デントになる形質を 2 つ持っている型) なので全てがデント種として出現するはずである。だから 10 本の苗中 3、4 本はオールデントの実が付く苗になる。ところが実験で使った 10 本の実は全て「もち種」(白の場合はスイート) の形が現れる。ただし、検体 G と I では 3~5 粒の「もち種」が付くだけだ。おそらくこれも DD 型の実が TP によって潜性形質の「もち種」が 3~5 粒だけ出てきたと考えた方が良くと思う。なぜなら、白デントの種は DD、SD、DS (S はスイート形質) でスイートの潜性形質が出てくる確率は 2/3 これを 10 本連続でスイート形質が出る確率は 0.66 の 10 乗で 1.7% になる。

同じく、過去の研究で黄色デントコーンと白色スイートコーンを掛けあわせたときも 3 代目では遺伝子デントのみの形質が出てくるのが予想できるのだが、そのような全てデント種の実が出来ず、どうゆう訳か数粒のスイート種が混じってしまう実が出てきてしまうのだ。

このように、純系の栽培では起きないことが、掛け合わせを行ったトウモロコシの実には起きていくことがあった。このことから、実験 5 のような黒と黄色の遺伝子型を持つトウモロコシからも TP によって胚乳も色変化を起こすが、同時に胚珠にも TP が起きて、次の世代への遺伝情報が書き換えられていることがあるのだ。

例えば、TP によって B (黒色遺伝子) → R (赤色遺伝子) に、Y (黄色遺伝子) → w (白色遺伝子) に変わってしまうことが起きると、BB → RR、BY → RY、YB → Bw、YY → ww になり実験 5 で起きた現象を説明できる。しかし、TP とは遺伝子の転移であって、胚乳では黒い斑点が起きるような不規則な転移のように思える。今回のように胚珠の遺伝をきれいに別の色遺伝に変換してしまうことも TP の影響というには別の証明が必要なのかもしれない。



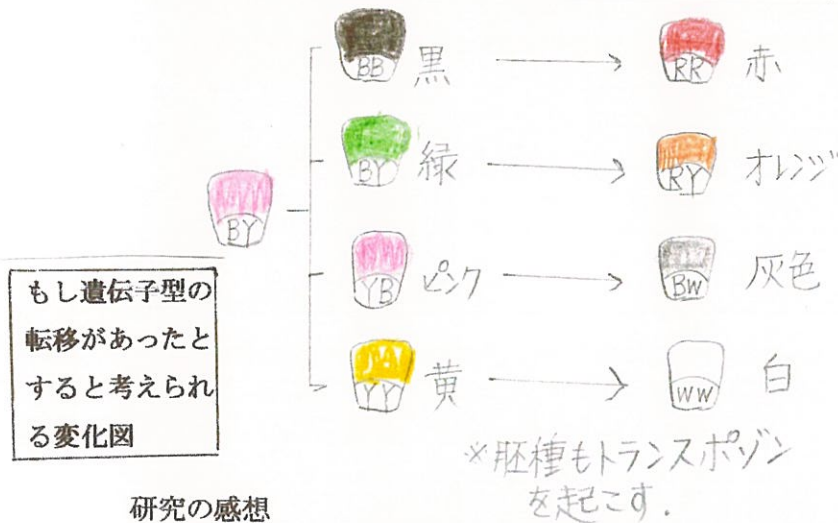
## 研究のまとめ

トウモロコシではメンデルの優性の法則が働いていて、優性（顕性）形質の順位が色では黒色>黄色>白色、形状ではデント>もち種>スイートである。

そのため通常、色の遺伝は対立形質を持った種が自家受粉すると顕性：潜性=3：1になるが、これはスイート、もち種などで起きる比率である。一方、デンプン質の多い、デントコーンやポップコーンでは重複受精の影響で胚乳が4種類の色に分かれてしまうことがある。これは胚乳の母体側に遺伝情報が2つあり、対立形質を持つ種の自家受粉ではAAA, Aaa, aAA, aaa となり比率が1：1：1：1になる。このため、最初に疑問を抱いていたデントコーンの薄い黄色が出てくるのはこれが原因である。

さらに、トウモロコシはトランスポゾン (TP) という現象を起こしやすい。これは遺伝子が染色体の異なる位置で結合してしまい、色の遺伝が伝わらず、種の色を変えたり、デントコーンの種では頻りに斑点模様が出来てしまう。

同じく、ポップコーンでは重複受精の影響で対立形質をもつ種が自家受粉すると4種類の色を作り出し、TPの影響を受けると胚乳の色が変化することがある。このため、黒 (B) と黄 (Y) の対立形質を持っていると、基本色の黒、緑、ピンク、黄色と特殊変化した色である赤、オレンジ、灰色、白も出現する。これらの種は胚乳の遺伝子がTPの影響を受けただけではなく、胚珠の遺伝子も変化してしまうことがある。



バーバラ・マクリントック

## 研究の感想

トウモロコシの品種の掛け合わせを初めてから6年がたった。研究の動機であったメンデルの法則では説明のつかない現象は今回解決することができたと思う。でも、実験5のような胚珠の遺伝を黒→赤、黒 or 黄→白に変えてしまう結果が本当なのかと何度も考えたし、不思議で分からない現象がまた増えてしまったことも事実だ。今は遺伝子の解析も簡単に正確にできるのだと思うのだが、自分の知識の範囲で研究を進めると、何年も時間をかけて翌年の種を数える方法になってしまった。

そんな中、生涯トウモロコシ研究を続け、動く遺伝子 (トランスポゾン) を考えノーベル賞を受賞したマクリントックの存在は私の中で勝手に共感し、尊敬している。おそらく70年前は今以上に遺伝子の事が解明されていない時代だ。そんな中、彼女はどのようにあんな理論を思いついたんだろうと思う。彼女のように染色体を染めて顕微鏡で観ようと試みたが、なかなか位置を判定するまでは出来なかった。本当に何度も実験や観察を続けたことが想像つく。

彼女が1950年に「動く遺伝子」を発表したとき、世間は遺伝子が転移するなんてことはないと思っていた。今は世界中が新型コロナウイルスの変異株を知り、みんなでどう立ち向かうかを考えている時代になった。遺伝子の研究はこれから人類のためにもっと必要とされる分野になっていくと思う。

トウモロコシの研究でも収穫した種にはいつも自分の想像を超える結果が出てくることもあり、いつも驚かされる。本当に遺伝子にはまだまだ未知の世界が広がっていると思う。きっと、いろいろなノーベル賞の種が詰まっているのだろうと思う。