

カナダの中央試験農場(C. E. F)における 飼料作物の育種

II

木下俊郎

飼料作物の 育種 (続き)

⑦ とうもろこしの育種

オタワのあるオンタリオ州はカナダのとうもろこしの主産地でもある。二八万五千六百町歩の栽培面積を有してカナダの子実用とうもろこしの九〇%、サイレージ用の七五%を占めている。オタワの気象条件は晩霜が五月十五日、初霜が九月二十五日で平均無霜期間が百三十五日であるから北海道の十勝附近における栽培条件と余り変らない。しかも最近はや々生産が増大し栽培面積も年に五〇%位の割合で拡張されつつある。これには機械化による栽培法の改善また除草剤等の農業の進歩などが

大いに貢献しているが、一代雑種の早生優良品種を多数生んだ育種の成果は主要な推進力となっている。とうもろこしの品種改良はカナダではオンタリオ州のオタワとハロー、マニトバ州のモルデンの三つの農業試験場で行なわれている。ここで育成された一代雑種の優良品種の親の自殖系はカナダやアメリカにある多数の民間種子会社によって種子の増殖と一代雑種の採種に用いられる。オンタリオ州だけでも十数の種子会社によって売られる優良品種数は八十四品種の多数にのぼっている。各農家は州のとうもろこし協議会で行なった収量試験のデータをもとに決められた各地帯別及び熟期別に分けられた優良品種約十乃至二十品種の中から自分の畑にあった適正な一代雑種品種を選択せねばならない。各会社間の競争ははげしく、年々新しい品種が次々と生れることは、丁度日本における稲のようである。とうもろこしがカナダやアメリカの農業で重要地位をしめる作物であることを物語っている。オタワのC・E・Fではドノバン博士が育種を担当され、広大な圃場を使って交配の時などは一週全日勤務である。しかもこの作物の外に大豆とバード・フット・トレフォイルも担当している

ので一人三役の活躍である。最近数年間で十二の優良一代雑種が育成された。育種目標の第一は早熟性であり、機械収穫のために必要な稈の強健性や、黒穂病、銹病などに対する耐病性、またアワノメイガなど主要害虫に対する耐虫性なども重要な目標である。早熟性ではフリント型の早熟性とデント型の多収、優良性を組み合わせるためにデント×フリントの単交配を作り更に二つの単交配を互に交配して複交配の一代雑種を作っている。また最近の試みとして今迄育種の対象が主として子実用にあり一本穂で巨大な穂をつける型のものが育成され、そのために子実収量は非常に増収したが、サイレージ用としては収量が余り上っていない点を改善する目的で、サイレージ用に



とうもろこしの育種圃場

—育種研究会の見学で説明するドノバン博士—

懸念があるが、この点は雌性不稔の利用によって解消されようとしている。従ってこのような複数種の一代雑種の育成は有望とみられている。次に一代雑種の種子生産様式であるが、商業品種の多くは現在四つの自殖系、A、B、C、Dを二つの交配組合せに分けて、 $(A \times B) \times (C \times D)$ に組合せて一代雑種を作る複交配の方法、また、一つの自殖系Aと一つの交配組合せ $(B \times C)$ を組合せて作る $(A \times (B \times C))$ 型の三系交配方式の二様式によるものが多い。しかし最近ではむしろ単純に二つの自殖系A、Bを交配する $(A \times B)$ 型の単交配による一代雑種がカナダの市場に多く現われるようになった。またこの採種のために雌性不稔性を利用する試みも活発になり主としてT型の細胞質雌性不稔を優良自殖系に移すことと、その雌性不稔細胞質に作用して花粉性を回復する遺伝子を有する自殖系の選抜が行なわれている。以上のような育種計画を推進するために一九五六年以来アメリカ南部のフロリダ州に冬期間実験圃場を設けて自殖系の養成のための育種世代の短縮が行なわれている。

⑧ えんばくの育種

えんばくは他の麦類の育種と共に禾穀類研究室で主として行なわれている。ここでは近縁野生種を利用した育種を紹介する。えんばくの栽培種 (*Avena sativa*) は六倍体であるが、*Avena* 属の中にはこの外四倍体や二倍体の近縁種がある。栽培えんばくの主要な病害の一つである冠状銹病に対する抵抗性は、ここで集められた世界の品

種の中には満足なものが見出されなかつた。しかし野生種の中には、二倍体の *Avena strigosa* の系統にこの病気に全くかからない系統があった。しかしこの二倍種は通常の栽培種との交配が全く不成功であった。それです。 *A. strigosa* の同質四倍体をコルヒチン処理によって作り、この四倍体系統を母方として用い、栽培品種の「ビクトリー」と交配した。 F_1 雑種は草丈が高く生育がおうせいで分蘖も多かったが晩生となりまた高度不稔性で僅かの種子が袋をかけたので開放授粉を行なったものからのみ得られた。つづいてこの F_1 或いは F_2 植物を栽培種へ戻交配する努力もなされた。このようにして F_5 或いは F_6 世代で冠状銹病菌の中のもっとも強いレースの 264 に対して抵抗性を持つ六倍体の系統が選抜された。この系統は稔性も完全に栽培種との正逆交雑が可能であった。このようにして *A. strigosa*



えんはくの冠状銹病の育種圃場

——左は罹病性の栽培種、右は抵抗性の四倍体種——

から栽培種の *A. sativa* へ冠状銹病菌の抵抗性に関する遺伝子を移す試みが成功した。他のパイラス病 Barley yellow dwarf virus についても *A. strigosa* の四倍体の中に強い抵抗性を有するものがあるのでこれを *A. sativa* に移す試みがなされている。その外、四倍体野生種 *A. abyssinica* × 二倍体野生種 *A. strigosa* の複二倍体を作り六倍体の栽培種と交配して稔実完全でしかも栽培種と和合性の六倍体系統の作出などにも成功した。その他利用を試みられている野生種としては *A. barbata* (四倍体) *A. brevis* (二倍体) などがある。

有用植物の導入

世界の各国から飼料作物の品種や飼料化され得る有用な植物種を導入する仕事を担当しているのはロバートソン氏である。特にカナダと気象条件の似ている北欧諸国や東欧諸国からは多数の品種が導入されている。これらの導入品種は試験圃場に個体別に植えられて生草重や他の主要農業特性が記録されている。また必要な系統は自殖や開放授粉で採種が行なわれている。現在導入されている有用植物の中で飼料作物としての利用が注目されているいくつかの種について紹介しよう。

① ジグザグクロバー

(学名 *Trifolium medium*)

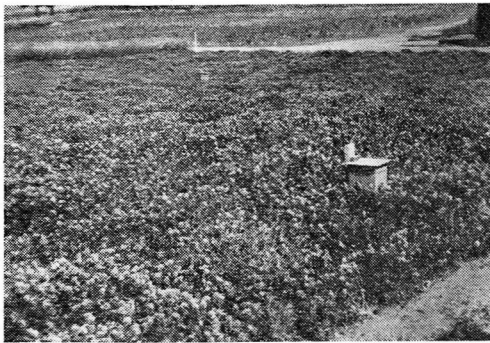
赤クロバーによく似た永年生のクロバーで葉柄の着き方がジグザグとなっているからこの名前がある。地下茎がよくはびこり、耐病性は強く永続性がある。化学分析



ジグザグクロバー

——葉柄の着生がジグザグである——

の結果は赤クロバーと同じ飼料価値を示した。この植物の欠点は種子生産の極めて不良な点でその外春先における生育の始まりがややおそい傾向がある。種子生産には蜂



ジグザグクロバーの牧野

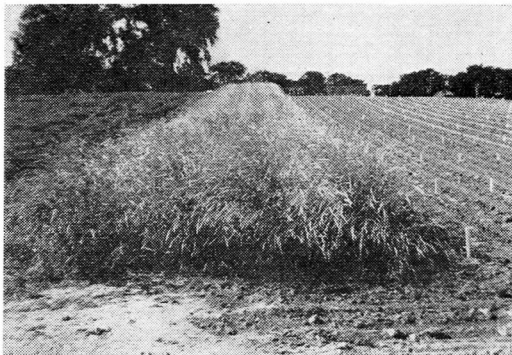
——Bumble bee のための巣箱がある——

の花粉媒介が関連していると考えられるので五月下旬から十日毎に刈取をすることによって開花期の違う区を作り出し蜂の活動時期と開花期の関連が調査された。その結果七月中旬まで開花期をずらした区からは通常の六月中旬開花期の区に比べて約三〇%の種子収量の増加が得られた。なおこのクロバーの花粉媒介には Bumble bee による。

② 野生ライ麦 (mountain rye)

(学名 *Secale montanum*)

中央アジアの原産で形態は栽培ライ麦に



晩秋の野生ライ麦

似ているが、永年生でかたい類に包まれ脱穀は困難である。春先すべての他の草種より早く生育を始め、四月二十四日に第一回の刈取りが出来た。また秋に他の草種が休眠期に入っても、なお生育を続ける。全生育期間を通じての収量はブroom・グラス

より多くない。早春或は晩秋の牧野用として有望である。

③ センフオイン(イガマ) *Sainfoin*
(学名 *genus: Onobrychis*)

マメ科のこの属には飼料作物として有星な多数の種がふくまれる。ヨーロッパやロシアから導入された種の中で有望なものもあげると、

(a) *O. sativa* or. *O. viciaefolia*

中央ヨーロッパやイギリスで乾草及び牧野用として用いられている。深根性でアルファルファーが生きのびないような乾燥条件の土壌にも適する。草丈は六〇糎位になり桃色の花が穂状花序となる。適当な時期に刈取られたものは家畜によく好まれて、蛋白含量は一五―一七%である。反対の収量は〇・七五トであった。オタワでは二五%が冬枯れとなった。普通型と巨大型の二型があり、普通型の方が永続性がよく長くしかも家畜によく食されるが、巨大型の方は生育が早かった。

(b) *O. arvensis* and *O. transcucasia*

二つの種ともロシアから導入された。これらは *O. sativa* に似ているが生育がより盛んで多葉性である。春先早く生育を始め事や晩秋に於てもなお良好な再生力を示す点が注目される。オタワの条件では二〇%が冬枯れとなった。反当りの生草重は一・五ト位で、蛋白含量は一五%である。

これらの外に九つの種が飼料作物としての価値について検討されている。

④ フレッド・ジー Flat pea

(学名 *Lathyrus silvestris*)



Sainfoin (イガマ)

荳科のスイトビーの仲間では生草収量はアルファルファーの通常品種の二倍近くあった。蛋白含量も二六%で極めて高い。強健な永年生で病気や害虫に影響されることもない。再生力や種子収量もかなり良好であった。栽培系統は苦味のないものが要求される。

⑤ クラウン・マッシュ

(学名 *Coronilla varia*)

ヨーロッパ、中央アジア、ロシアなどから多数の系統が導入されているが一般に深根性で一度造成されると乾燥土壌で特によき生きのびる。病虫害の被害を蒙ることも少ない土壌保全用として道路の脇とか川の土手または鉄道線路の脇にも植えられる。飼料作物としても最良のアルファルファー品種と同じ位の収量をあげ得る系統がある。蛋白含量も二三%であった。

⑥ ミルク・ベッチ

(学名 *Astragalus cicer*)

ミルクベッチも深根性で強健な荳科飼料作物である。ハンガリーから導入された系統は非常に生育力が旺盛でオタワにおける最良のアルファルファーの二倍近い生草収量をあげた。種子収量もかなり良かった。



ミルク・ベッチ

⑦ ハハキギ類(ホウキゲサ)

(学名 *Genus: Kochia*)

アカザ科の一年生の多葉性草本で垣根用としても用いられる。飼料作物としては耐乾燥性が極めて強く普通の飼料作物の生育出来ないような乾燥条件の所でもよく生育する。生草収量はアルファルファーの七五%位で蛋白含量は同程度である。乾草及びサイレージ用として或は緊急の牧野用として用いられ、家畜にもよく食される。

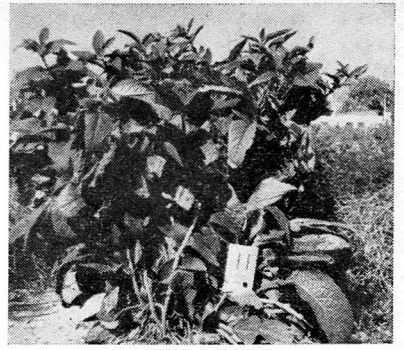


ハハキギ類(コキア)

⑧ ラジアン・クオンフリー

(学名 *Russian (Quaker) (Comfrey) Symplytum perigrinum*)

ロシアのコーカサス地方の原産でムラサキ科(Boraginaceae)に属する永年生の草本である。ヒシハリソウ(*S. officinalis*)とオオハリソウ(*S. asperum*)の間の半不稔性の雑種であるといわれる。葉は楕円形肉厚であら毛におおわれ、直根は深根性で土壌条件のよい場所では二米五〇糎以上に達することもある。稀に僅かな種子を着生することがあるが成熟前に脱落してしまふ。繁殖はもっぱら根ざしで五乃至六糎の長さの根を用いる。地下水の高い泥炭地のような所には適さないが肥沃な砂質壤土又は若干粘土質があった所などにはよく生育し、最高の収量は三年目に得られる。年四



ラシアン・コンフリー

調査している。ここには主として永年性の飼料価値のある種のいくつかを紹介する。

(a) *medicago falcata*

北欧東欧及びアメリカなどから多数の系統が導入されている。これらの系統にみられる主な特徴は、耐凍性の強いこと、生育力の旺盛なこと、匍匐型であること、などである。系統の一つは茎葉が白い毛におおわれウンカ (leaf hopper) に対する抵抗性があると考えられる。系統には二倍体のものと四倍体のものがあり、多くは黄色花である。栽培種 *m. sativa* との交配も可能ですでに育種素材として広く用いられている。

(b) *m. asiatica*

栽培種に似た青花で直立性の四倍体の種であり草丈も高い。生草重はアルファルファー品種「バーナル」よりやや少ない。再生力が良好である。

(c) *m. glutinosa*

黄色から殆んど白色の花までの変異をもつ。生草重は余り高くないが、種子の着粒がよく再生力もかなり強い。*m. sativa* や *m. falcata* との交雑可能な四倍体である。

(d) *m. coerulea*

カスピ海沿岸の傾斜地の産であり、青花の草丈の高い多葉型である。品種「バーナル」よりは二週間開花期が遅い。或程度の耐塩性を持つといわれる。自家授粉の二倍体の種である。

(e) *m. hemiclyca*

黄花から青花までの変異を持つ、茎葉は極めて霜に強い。トランスコーカシヤ地方



medicago coerulea

の牧野に自生する。自家授粉種で二倍体と四倍体の種がある。

(f) *m. varia*

スイスから導入された種で、最高の生草重を産した。強い匍匐性の傾向を有する。再生力も盛んである。

(g) *m. praesativa*

花色や生育習性は *m. sativa* に似る。再生力も種子生産も極めてよい。四倍体の種である。

(h) *m. quasi-falcata*

コーカサス地方の傾斜地の牧野や林野に自生する。生育がおうせいで、多葉性の黄色花の二倍体種である。生草重は一刈りでは品種「バーナル」を二五%越えた。大部分の *falcata* 種のように再生がおそいので刈取りの回数をますとおそらくこのよ

うに増収にはならないであろう。leaf spot (斑点病) に対する耐病性がある。

(i) *m. himschianica*

ティアンシャン (Tian-Shan) の山岳地帯の原産で、青紫色の花の四倍体種である。

Trifolium (トリフォリウム)

属の分類と生態

植物研究所のジレット氏はアメリカ大陸の野生のクロバエを蒐集してそれらの分類、地理的分布、細胞学及び育種の価値の検討などを調査している。*Trifolium* 属には二百五十種が含まれ、この中の約六十〜七十がアメリカ大陸に自生している。この中にはいろいろな草型や広い幅の生態的特性を持つものが含まれる。多数の種は直根性か地下茎を伸ばす永年生であるが、同様に多数の種は砂漠等の雨量の極めて少ない地帯に適応した短命の一年生である。或種は海岸線近くに生育して耐塩性があり、他の種は三千米以上に自生して厳しい山岳地帯の気象条件に耐える。倍数性がクロバエの進化の重要な特徴であることが見出された。例えば山岳に自生する *T. parryi* の二倍体と四倍体或は林野や牧野に広く分布する *T. longipes* の二倍体と四倍体系統は倍数性と地理的分布の間に密接な相関がみられる。*T. pratense* では二倍体と六倍体の系統はあるが四倍体は見出されなかった。調査されたアメリカのクロバエのすべては染色体基本数が $\times 8$ である。一年生のヨーロッパ種の中には基本数が $\times 17$ 及び $\times 15$ のものがあり、これはクロバエ種

の分化の第一の中心地である地中海沿岸地域では染色体数の減少が起っているのにアメリカでは未だ起っていないことを示す。「ハンガリアンクローバー」のようにヨーロッパの種の中には非常に高次の倍数体がある。調査された限りでは種間雑種は見られなかった。既知の飼料用栽培種の間では雑種を作ることが全く困難である事が多数の研究によって認められており、従って種間交雑はクローバーの進化には重要な要素ではないと考えられる。育種的な価値としては多数の種が飼料作物として、或は土壤保全用として、また園芸用として用いられ得ることを示している。*T. longipes*, *T. latifolium*, *T. variegatum* や *T. tridentatum* はオレゴン、ワシントン、アイダホの諸州で自然牧野の重要な構成要素の一つである。*T. normanvillei* はカナダの太平洋岸のブリティッシュコロンビアから南の中央メキシコまで緯度的に広い分布を持ち、また生育習性の上でも海岸線から山岳地の林野までいろいろの条件の所に生育する。この種は生育の盛んな地下茎を出す四倍体の種で耐塩性があり砂の移動を防ぐためにも役立つ。*T. douglasii* と *T. Thompsonii* は園芸的な価値を有する。

耐凍性の検定法

飼料作物や果樹などの永年生作物では耐凍性が重要な特性である。これらの作物で植物組織の耐凍性を簡単に、しかも正確に知るため用いられている方法を次に説明する。これらの方法はすでにリンゴの品種や

桃及びアルファルファーなどに用いられており、他の作物にも適用され得る。

(a) 電解質測定法

自然或は人為的な凍結によって起きた凍害の程度を測定する方法として、電気伝導度を測る方法と電気抵抗を測る方法の二つがある。前者は凍結した植物組織がとける時滲出する電解質を蒸溜水に拡散させ、その溶液の電気伝導度を測定する。後者の方法では枝や根の植物組織の中の電解質の抵抗が植物組織へ直接に電極のついた針を挿入することによって測定され、オームの目盛で記録される。凍害がない時はオームは高く、低いオームの読みは強い凍害を示す。実験結果はいずれの方法でも実際の細胞組織の凍害と測定値がかなり高い相関のあることを示した。

(b) アミノ酸測定法

凍結した組織がとける時に滲出するアミノ酸及び他のニンヒドリン反応物質をベーパークロマトグラフ法で展開して測定する。たぐさんのテストでは比色試験で充分である。この方法は前の電気伝導度による場合よりも正確である。即ちせいの木質部のある材料では、これらの死んだ組織からの塩の滲出によって溶液の電気伝導度が変わるからである。アミノ酸測定法はアルファルファーやオーチャードグラスにおける耐凍性の個体選抜に適用されて成功をおさめた。

放射線遺伝学

放射線による突然変異の作出やそれらの



Haptopappus

——戸外は -30°C でも温室の中は 30°C 近くに保たれる——

を調べている。他の一つは高等植物でもっとも早く世代を進めることの出来るアカザ科の *Chenopodium rubrum* である。染色体数は $2n=32$ である。感光性が極めて高く良好な条件下では四〜六週間で種子が出来る。X線処理によって感光性を支配する遺伝子に突然変異を誘

材料についての細胞遺伝学的研究を担当しているのは黒髪の美しいレディのムーリー博士である。彼女は遺伝学的研究を能率よく進めるために適当な二種の実験植物を用いている。一つは植物でもっとも染色体数の少ない *Haplophypus gracilis* で体細胞染色体数は $2n=4$ である。X線照射等で種々の突然変異を作り、またコルヒチンで同質四倍体を作成し、これらを用いて放射線同位元素(アイソトープ)で染色体をラベリングして成熟分裂における染色体の行動など



Chenopodium

——左：正常個体、右：メチールサルフェートによる捲葉型突然変異——

以上紹介したのはオタワのC・E・Fにおける研究のごく一部分で飼料作物の栽培病理及び植物生理、また品種維持や種子検査などについて更に多くの研究がなされており、また飼料作物の質的価値を検討するための研究も盛んである。これらの研究成果は *Canadian Journal of Plant Science* や *Canadian Journal of Botany* などによって知ることが出来る。私の二年間の留学の間で得た大きな収穫の一つは少なくとも私達の農業科学の上ではもはや国境はなくお互いに知識材料を交換して協力することを約束し合ったことである。(終)

(北大農学部育種学教室)