

北海道農業研究センターにおける品種改良

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター 畑作研究領域
主任研究員 田口 和憲

1. はじめに

テンサイには、高糖、多収、病害抵抗性など多様な品種群が存在するが、品種改良の歴史はわずか200年程であり、ショ糖生産を目的として作付けされた歴史はきわめて短い。テンサイの帰属する *Beta vulgaris* には、利用形態が異なるいくつかの種類があり、根菜用（テーブルビート）、葉菜用（フダンソウ）、飼料用（フォダービート）などがある。テンサイは、このうち製糖原料用（サトウダイコン）を特に表しており、飼料用品種の中からショ糖を高蓄積した個体を循環選抜して作出されたと考えられている。今日、人類が利用している作物のなかでも、とりわけ新しい作物である。日本では、明治時代の1870年に東京開墾局勸業試験場（現新宿御苑）に、翌1871年に札幌官園（のちの北海道農事試験場）に試作されたという記録があり、おそらくこの時期に初めて導入されたと考えられる。1876年に札幌農学校の校長に招かれ、"Boys, be ambitious!" という名言でも有名なウィリアム・スミス・クラーク博士が、北海道の気候、土地、労力などの観点から、テンサイ産業の起業を強く進めたということである。それを受けた明治政府は、1880年西紋別村（現伊達市）に日本最初のテンサイ工場を建て、我が国でもテンサイ糖の生産がはじまることとなった（島本、2010）。2010年の北海道の作付け面積は約65,000haあり、言うまでもなく北海道の基幹畑作物として、特に道東の地域産業を支える重要品目である。原産地がヨーロッパのため、夏季が乾燥、冷涼な北海道の気候に適しており、かつては東北地方の一部にも2万haほど作付けがあり、西南暖地では冬作なども試みられたが、相次ぐ病害の発生や技術不足もあって採算が合わず、現在は北海道のみに栽培されている。

日本のテンサイの品種改良については、1959年

（昭和34年）に日本てん菜振興法に基づき設立された特殊法人日本てん菜振興会「てん菜研究所」によって本格的に始められ、その後、1973年（昭和48年）に同振興会が解散して、同研究所が農水省の北海道農業試験場てん菜部として移管され、その材料と研究が引き継がれた。幾度かの組織再編を経たのち、2001年（平成13年）の独立行政法人化によって北海道農業研究センターに改組され、2011年（平成23年）現在では4名の研究員が品種育成を担当している。ちなみに、農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター本所を眼下にした札幌の観光名所の羊ヶ丘展望台には、クラーク博士の銅像があるが、その指先にそびえる札幌ドームの場所には、かつては「てん菜研究所」が所在し、以後、1996年（平成8年）に北海道農業試験場（芽室研究拠点）へ移転するまでの長きにわたって、日本のテンサイ育種研究の拠点があったことを付け加えておく。これを想うと、テンサイの品種育成従事者には感慨深い。

2. テンサイの品種改良と育成品種の変遷

他殖性の風媒花という生殖様式の都合上、テンサイの初期の品種育成方法は、集団選抜や循環選抜により優良遺伝子集積を意図した選抜育種や合成品種などが主流であったが、三倍体の収量が二倍体よりも優れることがわかり、倍数体がさかんに使われるようになった。さらに、1942年に F. V. Owen が細胞質雄性不稔 (CMS) を、1948年に V. F. Savitsky が単胚性を相次いで発見したのを機に、1970年頃を境として全世界に作付けされるテンサイが、これら有用遺伝子を高度に利用した一代雑種育種法によるハイブリッド (F₁) 品種へ完全に移行することとなった (写真1、写真2)。近年では、中小の育種会社のほとんどは統廃合され、概ね大手の種苗会社の3社 (KWSSAAT AG (ド

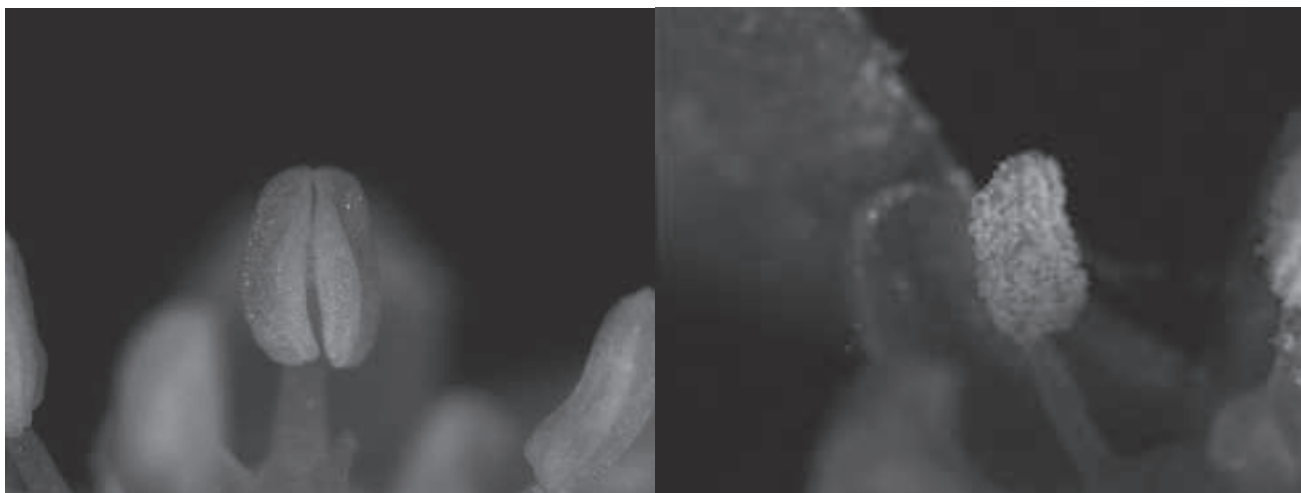


写真1 テンサイの葯（写真左：細胞質雄性不稔の葯、右：裂開し花粉を出している葯）

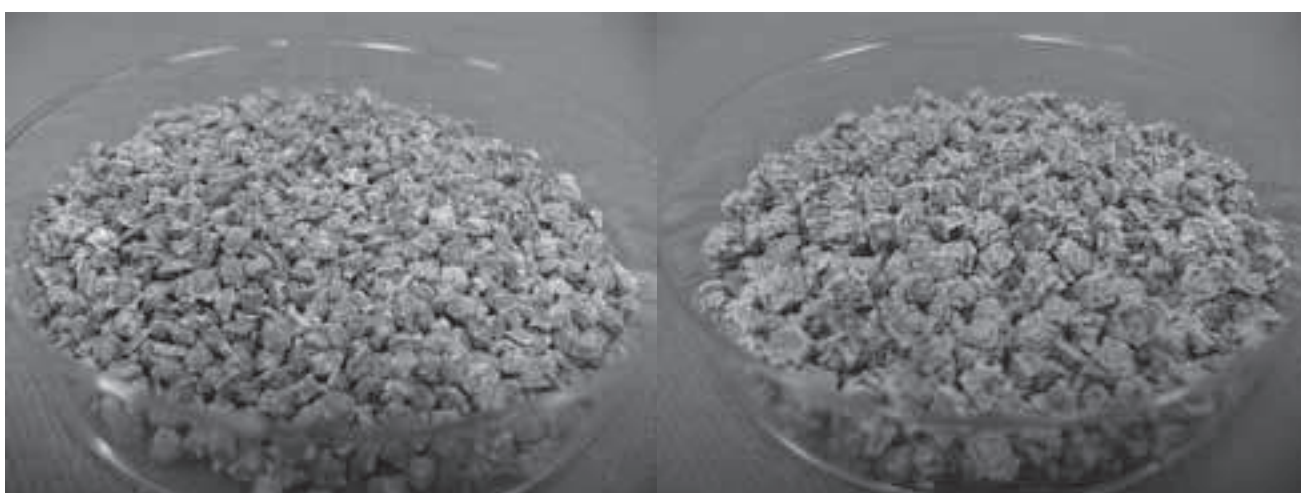


写真2 テンサイの裸種子（果実）（写真左：単胚種子、右：多胚種子）

イツ)、Syngenta seed (スウェーデン)、SES VanderHave (ベルギー) が世界シェアのほとんどを按分しており、新品種の開発をめぐる世界各地で熾烈なシェア争いを繰り広げている。

日本では、欧米で急速に進められた一代雑種育種法への転換に際し、てん菜研究所ならびに北海道農業試験場において諸外国から導入した遺伝資源を交配して独自に育成系統を開発し、欧米と歩調を合わせながら育種技術を発展させてきた。このように公的機関が、商業資本がベースとなっている一代雑種について品種開発を行っている例は世界的にも珍しいが、これまでも特徴ある先導的な品種開発を進め、我が国のテンサイ品種レベルの向上に貢献してきた。現在も北海法農業研究センターでは、前身の組織から受け継いだ膨大なテ

ンサイ遺伝資源のコレクションを背景に、DNAマーカーによる援用選抜技術など最先端の育種技術を駆使しながら、先導的な新品種の開発に取り組んでいる。以下に、我が国の主な育成品種とその変遷について記した。

○「本育192号」(1935年)：

ドイツのクラインワンツレーベン社 (KWS SAAT AG の前身) の「ディッペ K」とフランスのビルモーラン社の「ホワイトフレンチ」との交雑組合せの中から育成された。この品種は当時としては褐斑病抵抗性に優れていたうえに、収量・糖分ともに良好だったので全道各地で基幹品種として1963年(昭和38年)まで栽培された。

○「導入2号」(1954年)：

1951年(昭和26年)アメリカのグレートウェス

タン製糖会社 (Great Western Sugar Company) から導入した「GW304」、「GW359」、「GW443」および「GW476」は褐斑病抵抗性がきわめて高く、収量も優れていたため、1954年(昭和29年)にそれぞれ「導入1号」、「導入2号」、「導入3号」、「導入4号」と命名され優良品種として認定された。このなかで「導入2号」は特に多収であったため北海道一円に広く栽培され、1958年(昭和33年)には栽培面積の90%を占めるに至り、1965年(昭和40年)頃まで北海道の主要品種であった。

○「モノヒカリ」(1982年) :

北海道農業試験場てん菜部において、てん菜研究所時代に育成され、高い組合せ能力を有することが認められた単胚性種子親系統「TK-76mm-CMS」と多胚花粉親系統「TK-129」を選抜材料として、それぞれの循環選抜(ペアクロス法)によって育成された「TK-76-49/2mm-CMS」と「NK-152」間の単胚二倍体単交配一代雑種である。標準品種「モノミドリ」を15%以上も上回る多収であったが、抽苔耐性が弱く国内での大普及には至らなかった。しかし、当時、米国で問題となったネアブラムシに抵抗性を持つことがわかり、米国では長期にわたり大普及することとなった。

○「モノホマレ」(1988年) :

オランダのVanderHave社(現SES VanderHave)の単胚性雄性不稔系統「MOMS33×MOTO431」を母系とし、北海道農業試験場で育成した花粉親系統「NK-152」を父系とした交雑品種であり、産官共同のユニークなハイブリットで、国内初の国際共同育成品種である。1986年にテンサイの原料価格は、それまでの重量取引から糖分取引制へ移行したが、その当時としては画期的な高糖分、高品質の多収品種として、最大で国内シェアの3割まで普及した。その後、20年以上の長きにわたり「標準品種」として、あらゆる試験研究にも活用され、技術開発の指標としても役立った。

○「シュベルト」(1998年) :

ドイツのクライワンツレーベン育種会社(現KWSSAAT AG)と共同育成したそう根病抵抗性品種であり、クライワンツレーベン育種会社の雄

性不稔系統「KRMS-4」を母系とし、北海道農業試験場で育成した花粉親系統「NK-212BR」を父系とする交雑により育成した。初期に導入されたそう根病抵抗性品種が低糖分、低収量であった点を大幅に改良した。

○「カブトマル」(1999年) :

ドイツのクライワンツレーベン育種会社(現KWSSAAT AG)と共同育成した多収の品種であり、クライワンツレーベン育種会社の雄性不稔系統「KMS-5」を母系とし、北海道農業試験場で育成した花粉親系統「NK-210BR」を父系とする交雑により育成した。当時の普及品種と同程度の根中糖分でありながら、根重が5%程度多く、その後同水準の多収型品種が導入されるきっかけとなった。

○「ユキヒノデ」(2003年) :

オランダのADVANTA社(現SES VanderHave)と共同育成したそう根病抵抗性品種であり、ADVANTA社の雄性不稔系統「MOMS149」を母系とし、同じく育成系統「NK-212BR」を父系とする交雑により育成した。「シュベルト」よりも高糖・高品質で、強い褐斑病抵抗性も備えた複合抵抗性品種である。

○「北海90号」(2005年) :

ドイツのKWS SAAT AGと共同育成した世界初の黒根病抵抗性品種であり、北海道農業研究センターの雄性不稔系統「NK-280mm-CMS×NK-235BRmm-O」を母系とし、KWSSAAT AGの花粉親系統「PS-2 X/3-98」を父系とする交雑により育成した。北農研の遺伝資源から発見された高度黒根病抵抗性遺伝子を活用して育成したもので、強い黒根病抵抗性と耐湿性を持つ(写真3)。本品種よりも両抵抗性の優れる品種はいまだに育成・導入されていない。

3. 新しい品種と将来的な展開

テンサイは、先進国が多い温帯地域の中で、19~20世紀に急速に発展した科学技術の粋を集めて作り上げられた作物であり、これほど卓越した乾物生産を上げるまでに躍進したのは、栽培技術、品種改良などの技術開発の貢献度は極めて大きい。当初は3%程度だったと推定されている糖分



写真3 汚染圃場における黒根病抵抗性の品種間差 (左：北海90号、右：カプトマル)

含量は、砂糖原料用としての品種改良において糖分の向上を目標とした選抜が重ねられた結果、現在は17%まで高められた。糖分取引制度へ移行してまもなく、高糖・高品質品種「モノホマレ」がリリースされたが、そのおよそ20年後の2009年に、北海道農業研究センターでは大幅な糖分と品質の向上を図った高糖性品種「アマホマレ」を育成した。本品種は、SES VanderHave との共同育成品種であり、北海道農業研究センターの単胚性雄性不稔系統「NK-237BRmm-CMS × NK-300mm-O」を母系とし、SES VanderHave の花粉親系統「PKS5335」を父系として交雑し、育成したものである。主力の普及品種並みの根重でありながら、登録時の糖分（根中糖分）が18.2%と高く、糖分含量を大幅に改良することに成功した。これは、現在の普及品種に比べて百分率で5%程度（「モノホマレ」対比では約7%）も高い値であり、現在、我が国に普及している品種の中でも最

高水準の高糖型品種である（表1）。また、病害抵抗性に関しては強い抵抗性を持たないが、恒常的な発生が問題となっている褐斑病や黒根病にも「中」程度の抵抗性を示し、低糖分圃場対策の品種として普及が期待されている。製糖原料において糖分の向上は、製糖効率を高め、製糖コストを低下させるうえで重要であり、今後も重要な育種目標であることに変わりはない。

一方、我が国のみならず、テンサイ産業を幾度となく困難な局面へ陥れたのは病害である。日本でも、1990年代より土壤伝染性ウイルス（BNYVV）によるそう根病の汚染圃場の急速に拡大しており、高温、多雨年での褐斑病や難防除の黒根病の激発などの問題が顕在化している。2009年には、記録的な降雨による湿害や黒根病が多発し、排水不良畑を中心に大きな被害を及ぼし、去る2010年には、異常高温と多湿による褐斑病や黒根病の大発生により糖分取引制度へ移行した1986

表1 平成19～21年における北海道の優良品種認定試験において評価した「アマホマレ」の収量成績

品種名	根重 (t/10a)	根中糖分 (%)	糖量 (kg/10a)	修正糖量 (kg/10a)	アミノ態窒素 (meq/100g)	カリウム (meq/100g)	ナトリウム (meq/100g)	不純物価 (%)
モノホマレ	6.89	17.02	1,171	1,021	1.99	4.38	0.60	4.50
アマホマレ	104	107	111	114	84	84	54	77
クローナ	105	103	109	110	90	96	73	89
えとびりか	101	103	104	107	83	83	76	80
レミエル	109	103	113	115	91	89	63	84

1) 「クローナ」、「えとびりか」、「レミエル」は、普及面積の多い代表的な普及品種
 2) 収量成績は、全道5か所×3年間の計15試験の平均値である。
 3) 標準品種「モノホマレ」のみ実数値、その他は「モノホマレ」に対する百分比で示す。

年以降で最低の収量水準となった。相次ぐ天候不良によって北海道のテンサイは2年連続の記録的な不作に見舞われる事態となった。近年、地球温暖化や異常気象の頻発について活発に論議されているが、栽培環境の変化にも対応できるように品種開発を進めておくことは重要である。たとえば、複数の病害に抵抗性を持つ複合病害抵抗性品種などは、乾燥、冷涼な環境に適応したテンサイが、高温や多雨に遭遇しても、病害による減収を軽減、回避するのに大きな力が発揮されるであろう。主要病害抵抗性を1つの品種に集積させる研究については、Syngenta seed や SES VanderHave との国際共同研究の中でも取り組んでおり、北海道のテンサイ栽培で問題となる主要4病害すべてに抵抗性を持ったスーパー耐病性品種の開発を進めている。現在、そのプロトタイプとして、北海道農業研究センターの黒根病抵抗性、褐斑病抵抗性および根腐病抵抗性の3病害抵抗性の単胚性雄性不稔系統を母本に、Syngenta seed のそう根病抵抗性花粉親を父本とした品種候補「北海101号」を北海道の優良品種認定試験へ供試している。予備的段階ではあるが、2010年のような高温多湿でも試験圃場レベルでの病害の発生は少ないことが確認されており、主要病害が恒常的に発生し、被害が大きい排水不良畑などにおいて利用されることを期待している。

冒頭にも申し上げたとおり、テンサイの歴史は浅く、育種で用いられる遺伝子の選択幅は小さい

と考えられる。今日のテンサイ産業繁栄の背後には、近代的農業技術の多投入に伴う目覚ましい発展とともに、少数の供給元から地球規模で「モノカルチャー」化が進むという表裏一体の関係の上で成り立っている。21世紀を迎えて、世界のテンサイ品種の開発拠点数は激減しており、今後より一層テンサイ品種の多様性が低下していくことが懸念される。しかし、今後も新規の病害虫の発生については十分な警戒が必要であり、その対策についてあらゆる可能性について試行錯誤を行うことが不可欠である。幸いにも、近年、北海道農業研究センターの黒根病抵抗性や褐斑病抵抗性については、遺伝的背景が明らかになり、これら抵抗性に関与する遺伝子（QTL）近傍のDNA多型情報を頼りに効率的に選抜することも可能となった。今後、さらに多くの重要形質についても、精度の高い選抜による品種改良が行われるようになるだろう。欧米とは異なりモンスーンの影響が強い日本特有の風土へ適応した品種開発を進めることは、北海道農業研究センターの大きな役割である。フロンティア・スピリッツを忘れず常に挑戦し続ける姿勢は、テンサイの品種育成従事者の使命と感じる。

参考文献

島本義也（2010）品種改良の世界史・作物編。第11章テンサイ。悠書館。東京 pp.255-283.