

岩手大学で生まれた 果樹・野菜・花卉類の高速開花技術

岩手大学副学長
岩手大学次世代アグリイノベーション研究センター長

吉川 信幸 氏

よしかわ のぶゆき
1956年1月17日生 (62歳)
1979年3月 岩手大学農学部農学科卒業
1986年3月 大阪府立大学大学院農学研究科博士後期課程(園芸農学専攻)修了
1986年3月 農学博士(大阪府立大学)
1986年4月 岩手大学農学部講師
1988年9月～1989年8月 アメリカ農務省(USDA-ARS)/オレゴン州立大学
客員研究員
1990年4月 岩手大学農学部助教授
2000年4月 岩手大学農学部教授
2015年3月～岩手大学副学長(研究担当)
2018年4月～岩手大学次世代アグリイノベーション研究センター長

主な所属学会：
日本植物病理学会(評議員)、日本ウイルス学会、園芸学会、日本植物細胞分子生物学会、国際果樹ウイルス病会議(ICVF)など



受賞
日本植物病理学会 学術奨励賞(平成元年)
日本植物病理学会 学会賞(平成24年)
文部科学大臣表彰 科学技術賞(研究部門)(平成28年)

品種改良で 米のブランド化を競う

私の研究内容についてご紹介させていただきます。
例えばリンゴは種を蒔いてから6年くらいは花が咲かない、実もつけません。一般に、実をつけるまで6〜10年くらいかかります。それをなんとか早くしたいというのが植物ウイルスを利用して、発芽後1カ月で花を咲かせ、数カ月で実をならせる技術を確立しました。この高速開花技術とそれを利用した品種改良の例をこのあとご紹介いたします。

農作物の品種改良ということでは、いま米の品種改良、ブランド化が盛んに行われています。毎年、日本穀物検定協会がお米の食味ランキングを発表します。米の外観、香り、味、粘り、硬さといった指標をもとに鑑定士がランキングをします。5段階で、特A、A、A、B、B、特Aになりまますとおいしいブランド品種として売り出されます。

北海道は現在お米の産地ですが、30年前まで北海道ではおいしい米はつくれないと言われていました。その後品種改良をどんどん行つて、'ななつほし'、'や'、'ゆめぴりか'などのブランド米が育成されました。今は生産量も新潟県に次ぐ大産地になっています。青森県も以前はブランドと言え品種は無かったのですが、2015年に'青天の霹靂'と

いう品種を出して特Aの評価を受けました。

岩手県は16年に'銀河のしずく'、17年に'金色の風'を出しました。残念ながら今年の特Aの評価がなかったようですが、岩手県の代表的な品種として売り出されています。18年には宮城県が'だて正夢'、山形県は'雪若丸'、新潟県は'新之介'という品種をデビューさせました。各県が競って新しい品種を出すというのはどういうことなのか。各県独自のブランド米を持つことは県民の誇り、アイデンティティーにつながると思います。ただ新しい品種を出したからたくさん売れるというわけではありません。現にお米の消費自体は落ちています。海外への展開というのもあるのでしょうか、農水省の方も首をかしげておられました。

一房2万4千円の 高級ブドウ品種

イチゴでは栃木県の代表的な品種'とちおとめ'が有名です。福岡県が'あまおう'という、サイズの大きな優良品種を出しました。これに對抗して栃木県では'スカイベリ'を作出しています。最近、果物屋さんに行きますと、'淡雪'という白いイチゴも出ています。こういうふうにはイチゴも各県が競っている状況です。

果樹ではブドウの'シャインマスカット'という高級品種があります。農水省の果樹研究所がつくった品種で、今後これ以上の品種はできないだろうというくらい自信作です。岩手県でもいま生産を始めています。長野県の品種'長野パープル'も甘くて大きく皮のまま食べられる品種です。長野県限定でつくっていましたが、最近、全国に栽培を広げる方針に変えたということです。石川県の'ルビーロマン'。これは他県では栽培させない厳密な戦略をとっています。一定のサイズ、糖度などの基準をクリアしたもののだけを'ルビーロマン'として販売し、基準以下は販売させないそうです。9月に東京駅地下の百貨店の果物売り場に出ていましたが、一房2万4千円でした。'シャインマスカット'はだいたい安くなったといっても、一房三千円、五千円、八千円くらいします。'長野パープル'も同じような価格で売られています。

40年後、北海道が リンゴの栽培適地に

なぜこんなに品種改良を行うのか。一番は消費者の需要を満たすということですが、例えば切り花でも新しい品種が出て2年ぐらいたると飽きられてしまう。価格も下がってきます。栽培農家とすれば、できるだけ高いほうが良いわけで、とにかく

常に新しいものが望まれます。花きの品種改良は永遠に続いていくのだそうです。

温暖化による栽培適地の変化もあります。温暖化が進んで果実の着色が悪くなるなどの障害がはじめています。そのため新しい品種をつくっていく。それから、病気や害虫に強いもの、花であれば色とか形がよいもの、果物であれば日持ちするもの、耐寒性、耐塩性など栽培しやすいもの、早生、晩生、収量性など。今は収量よりは品質のほうが優先されるかもしれません。

温暖化が果樹栽培に及ぼす影響について10年ほど前に農水省の研究者が50年後の予測を出しています。2060年くらいになると、温州ミカンが関東の全域から新潟、山形、あるいは宮城県まで栽培適地が移動します。現在の栽培地は暑すぎてしまいます。リンゴにしても今は北海道の一部を除いて全国で栽培できますが、40年後には北海道全体が栽培適地になっていくと言われています。果樹の品種改良は10年、20年と長い時間がかかりますので、今から対策を立てないといけないという警鐘です。

痕跡を残さない 遺伝子組換え技術

人類は品種改良をずっと昔から行

ってきました。例えば大豆ですが、雑草で小さな豆をつけるツルマメから育種を重ねて今の大豆が作られました。自然界から変異したものを選抜し、また良いもの同士をかけ合わせて、その子どもからさらに望ましいものを選抜していくという、交雑と選抜を行ってきました。

それから、放射線を当てて遺伝子を変えてやるとか、突然変異誘発物質を使って変異を加速して品種改良をする方法もあります。遺伝子組換え技術も使われましたが、いま日本では遺伝子組換え植物はほとんど栽培されていません。アメリカでつくった大豆やナタネには栽培許可が出ていますが、実際に栽培して販売することは行われていません。唯一の例は、サントリーがつくった青いバラと青いカーネーションです。ただしアメリカで収穫された遺伝子組換え農産物はたくさん輸入されています。

最近では遺伝子組換え技術を使わずにその痕跡の無いものが話題になっています。新たな育種技術(NBT)と言われていますが、これについて間もなく国から指針が出るという報道が先日記載されました。

植物ウイルスの 最古の記録は万葉集に

私の専門の植物ウイルスの話です。17世紀にオランダで描かれたチ

ユーリッポの絵画(静物画)がたくさん残っています。その中に不規則に斑の入った花が見られます。当時はわかりませんでした。これはチユーリッポモザイクウイルスに感染して斑ができたものです。17世紀にオランダで、数年間ですが、「チユーリッポ狂時代」と言われた時期があり、珍しい品種の球根が家を軒買えるくらいの値段で取引されました。この時代に描かれたチユーリッポの絵画が植物ウイルスの記録として一番古いだろうと言われています。ところが最古の記録は日本の「万葉集」にあることがいま世界的に認められています。ヒヨドリバナという野草は、ふつう緑色をしています。奈良などの野山には葉脈が黄色くなったのを見つけることができます。キバナヒヨドリと呼ばれ、現在はウイルスが感染して黄化したものであることがわかっています。この野草を詠んだ歌「この里は継ぎて霜や置く夏の野にわが見し草はもみちたりけり」(藤原仲麻呂)が万葉集にあります。夏の野というのは4月頃ですが、まだ春なのに既に紅葉している草花があるという内容で、西暦752年に詠まれた歌です。これが植物ウイルスに関する一番古い記録として認められています。

無害なウイルスで 植物遺伝子の機能を調べる

私どもが使っているウイルスはリングゴから分離された小球形ウイルスで、病気を起こしません。リングゴ小球形潜在ウイルス (apple latent spherical virus、略称 ALSV) と命名しました。

植物病理学の研究者は病気を起こさないウイルスはあまり研究対象にしません。私どもは ALSV をウイルスベクター (ベクターは遺伝子の運び屋を意味しています) に改造して、いろいろな遺伝子を発現させたり抑制したりする道具として利用することにしました。ALSV は実験的に接種しますと、マメ科、ナス科、ウリ科、リンドウ科などの各種植物、果樹類もリングゴだけではなくナシやサクランボ、ブドウに感染します。マツやスギなど樹木にも感染しました。いろいろな植物で使えるウイルスベクターであることがわかりました。

では何に使うかということですが、一つは植物遺伝子の機能評価です。ウイルスに目的の遺伝子の一部をつないで感染させますと植物は防御反応を起こし、ウイルス遺伝子を壊そうとします。これは遺伝子サイレンシングと呼ばれています。ALSV に植物自身の遺伝子をつないでおくと植物自身の遺伝子も壊してしまうので、その遺伝子がどのような機能を持つか調べることが出来ます。ALSV は他のウイルスベクターと比べて遺伝子サイレンシングが

人もいたそうです。そういう生産量世界一のリングゴ品種の原木がいま盛岡にある農水省果樹研究所に保存されています。

発芽して2カ月後に 花が咲いた

リングゴ黒星病という世界的に重要な病害があります。日本では農薬で防除していましたが、一昨年ぐらいから菌が変異して農薬が効かなくなると変異菌が青森県で発生し、岩手県や宮城県でも問題になっています。栽培リングゴはこの病気に非常に弱いのですが、野生のヒメリングゴの間 (フロリバンダ) は病気に強く、これと交配して黒星病抵抗性の栽培リングゴをつくる試験が1926年からアメリカで行われました。交配して、その子ども同士をまた交配して病気に強いものを選びながら、また栽培リングゴと交配する。1世代に7、10年かけて7世代交配を繰り返して (68年かけて)、ようやく栽培リングゴ並みの品種をつくったという有名な例です。

もし1世代を1年以内に短縮できれば、品種改良にかかる時間を大幅に短縮することができます。そこで私どもは ALSV ベクターを使った開花促進技術を開発したわけです。ALSV ベクターに FT 遺伝子をつなぎました。これだけではうまくいかず、何年か費やしたのですが、も

得意で、海外からも引き合いが多く、研究のための道具として世界中で使われています。

遺伝子の機能評価の例ですが、タバコの色素を合成する遺伝子の一部を ALSV ベクターにつないでタバコの仲間の植物に感染させますと、ALSV は全身に広がり、その遺伝子が壊されます。その結果、植物の葉で色素がでなくなり、葉は白くなってしまふので、その遺伝子は色素 (葉緑素) をつくる遺伝子だということがわかります。

花を咲かせる遺伝子、FT

今回ご紹介するのは、花を早く咲かせるウイルス誘導開花促進という技術です。

植物の花が咲く仕組みがここ10年の間にかなり解明されました。なぜ、ある時期になると花が咲くのか。それは「フロリゲン」という花成ホルモン (の働きであることがわかっています) の働きで、日の長さを感じる仕組みが植物の葉にあります。長日植物、短日植物など、植物は日の長さを感じ取って開花を始めます。

フロリゲンは葉でつくられて、植物の成長点に移動し、花を咲かせなさいと指示を出します。フロリゲンを FT (FLOWERING LOCUS T) と呼んでいます。逆の遺伝子もあります。花を咲かせないで葉を作りなさいという遺伝子です。このような

う一つ、開花しないように働いている遺伝子を抑える工夫をしました。この ALSV ベクターを発芽してすぐのリングゴ苗に打ち込んでやると、1カ月くらいからリングゴの花が咲きだしました。普通は開花するまで6、10年かかっていたリングゴ実生が1、2カ月で咲き出しました。

早期開花した花の中には奇形の花もありましたが、正常な雄しべと雌しべがある正常な花もできました。それに受粉すると果実がなり種子もできます。その種子を蒔いて作った苗はちゃんと両方の親の遺伝子を受け継いでいました。

糖度16のおいしい実も

この研究でさらによかったことは、子どもの苗にウイルスが残らないことです。早く咲かせた花の花粉を隔離温室の中でリングゴの木に受粉し、種子ができました。その子どもを蒔いて、その実生にウイルスがいるかどうか検定したところ、ALSV は存在しませんでした。ALSV ベクターが残っていると遺伝子組換えウイルスが入っていることになりませんが、無くなっているということ非常に都合がよかったです。今は一年中いつでもリングゴの花を咲かせて実をならすことができます。もちろん隔離温室の中ですが、世界中で岩手大学でしかできない技術です。

開花に関係する遺伝子の仕組みがわかってきました。ちょうどそのときに私たちの ALSV ベクターを何かに利用できないかということでも FT を発現する ALSV ベクターをつくりました。

リングゴは種子が発芽してから花が咲くまでの期間 (幼若期間) が非常に長い (6、10年) ので、これをなんとか短縮できないかと果樹に携わる人々はずっと思っていたわけですが、それで ALSV ベクターを使ってみると発芽してから1、2カ月でリングゴの実生苗が開花しました。

FT は植物の種類によって効果が強いもの、弱いものなどがありますので、いろいろな種類を調べて最終的に一種類か二種類、非常に強い、いろいろな植物で花を咲かせることができる FT を選んで、これをウイルスにつなぎました。

世界一のリングゴ

「ふじ」の原木が盛岡に

「桃栗三年、柿八年」は、ものごとを達成するまでにはそれなりに時間かかるという諺です。実際、モモとかクリは種を蒔いて成長させて3年くらいすると花が咲き始めます。ウメ、アンズ、スモモ、ブドウは3、4年かかります。リングゴやナシ、カキ、ミカンはずっと長く、早くても6年、場合によっては15年くらいかかるものもあります。その間、一切

昨年行った実験で、種子が発芽してから7カ月しかたっていないのですが、それでも果実をつけてくれました。糖度を計ってみると多くの果実は10度とか12度くらいで、おいしいとは言えません。それでも何十個かの中に糖度が16度を超え、香りがよくおいしいリングゴを付けた苗がありました。この苗木から簡単に ALSV を除去することが出来ます。こうしてウイルスを除去した枝をいま矮性台木に接ぎ木して増やしています。3年くらいするとまた実がなりますので、おいしいリングゴがなれば岩手大学で生まれた品種として登録するかもしれません。

花開くエゾリンドウの新品種

花卉の品種改良の加速化、効率化の例を紹介します。岩手県の農産物で唯一日本一と言えものはリンドウしかないと思います。いま八幡平市を中心に岩手県全体で栽培されています。私どものベクターにリンドウの FT 遺伝子をつないで、リンドウの苗に感染させますと、3、4カ月で開花します。普通は種子を蒔いてから次の年の8月、9月に咲きますので、1世代に2年かかりますが、ALSV ベクターを使うことで1世代を5、6カ月に短縮できます。花の開くエゾリンドウの新品種開発というプロジェクトがあります。

花が咲かない。例えばリングゴでは種を蒔いてから10年近く待たなければ、その実が美味しいかどうかは判断できないことになります。そのため果樹の品種改良は非常に時間がかかりますし、果樹の研究はずっと遅れていました。

リングゴの「ふじ」という品種は生産量でいま世界一になっています。これは1939年に「国光」と「デリシヤス」を交配して国の果樹研究所がつくった品種です。これも初めて実がなるまで10年程かかっています。それから選抜が始まるわけです。今リングゴの育種は、例えば2千本の苗を植えて、6年くらいから花が咲き出し、実がなる。それを食べてみて、美味しければ残し、そうでないものは切ってしまう。そうやって選んでいって、品種になる苗は2000分の1から4000分の1と言われます。「ふじ」も約1000本植えた中の一つだということです。さらに品種登録するには10年くらいかかるということで、交配から品種がで上がるまで10数年から20年以上かかることになりました。

盛岡に「ふじ」の原木があります。この一本の木から枝を取り、接ぎ木で増やして、それが世界中で栽培されています。原木はもう80歳くらいになるのでしょうか。今は保存のためあまり果実はつけさせないそうです。貴重な原木で、韓国の研究者が来ると、手を合わせて拜んでいく

岩手大学と八幡平市の共同で行ったものです。リンドウの中で生産量の多いエゾリンドウは花弁が開きません。仏花としてお盆とかお彼岸に一番使われ、多年生植物で5、6年は花を取ることが出来ますので、リンドウ生産量の8割くらいがエゾリンドウで占められています。一方、種類の異なるササリンドウという花弁が開くものがあります。ササリンドウは開花時期が10月以降で、2年程度しか花が取れませんので、栽培数は多くありません。ブーケなどの装飾用の花としては花弁が開かないと使われませんが、特に海外ではまったく評価されないということになります。そこで花弁が開くエゾリンドウを作りたいという相談が八幡平市からありました。エゾリンドウとササリンドウを交配し、花が開くものを選んでいきます。花弁が開く性質だけを残して、ほかはエゾリンドウの遺伝子に変えていくバッククロスという方法で行います。ただ、1世代2年かかる通常の交配と選抜では、5回繰り返すだけで10年以上かかります。これを ALSV ベクターによって3年に短縮しようという研究をスタートしました。インキュベーターの中で1年に2回、交配と選抜を繰り返しました。

リンドウでも後代の苗には ALSV は移りません。遺伝子組換え技術を利用してはいますが、出来上がった苗にはウイルスは存在しません。

で、遺伝子組換え体ではありません。この技術は国内外を含めてこれまで例がありませんので、農水省・環境省の生物多様性影響評価検討会というカルタヘナ法（遺伝子組み換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律）を審査するところに相談に行き、報告書を提出し、最終的には「一般圃場で栽培してよい」というお墨付きをいただきました。これは新育種技術（NB T）を利用して作出した植物を一般圃場で栽培する日本で最初の実施例になります。

八幡平市の圃場に移し、昨年6月に苗の検定をしましたが、ウイルスはありませんでした。8月には花が咲きだしています。いま固定していませんのでもう少し時間がかかりますが、花卉が開くエゾリンドウの親の候補が数十系統できていますので、いずれ新品種になる予定です。十数年かかるところを、3年目程度で親系統がほぼできつつあります。

この技術は農水省からも評価されています。理由は、外国でできた技術を使うのではなく、日本（岩手大学）独自のALSVベクター技術を使っているからです。

高速開花技術の今後の展開として、来年から褐変しないリンゴや種子繁殖性の四季なりイチゴの新品種をつくらうという研究が県の研究センターや種苗会社と共同でスタートする予定です。また桜の品種改良に

も利用する計画です。

農水省は、世界の種苗産業における日本イニシアティブの実現をスロガンに掲げていますので、育種期間を短縮、効率化するスマート育種技術が有効に使われていくことを期待しています。

農・工連携の アグリイノベーション

平成30年に岩手大学に、次世代アグリイノベーション研究センターを設置しました。

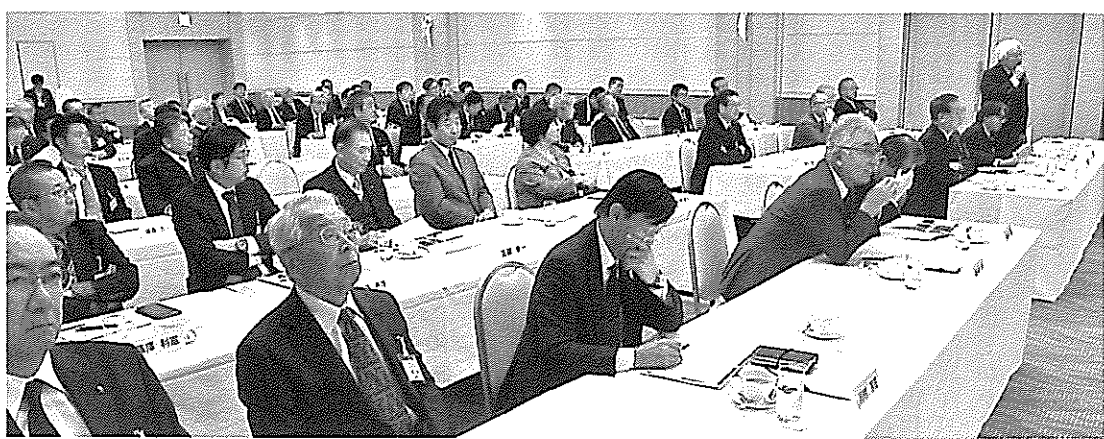
現在国立大学は運営費の削減から、教員も減り、研究費も少なくなつてきて、研究力はこれからどんどん低下していくだろうと言われていきます。最近では毎年のように受賞者が出ますが、ノーベル賞は将来は日本から出てこなくなるだろうと思われています。

岩手大学の理念には最初に「真理を探究する教育研究の場として学術文化を創造しつつ、幅広く深い教養と高い専門性を備えた人材を育成する」とあります。学術研究で成果を出しながら教育し、その教育研究の成果を基に地域貢献や国際貢献を目指すということ。大学全体のパワーを「球」として考えると、中心となる学術研究がしぼむと球全体がしぼんで、大学の力は質的にも量的にも弱くなつていくだろうと思えます。そのため、大学の強み・特色と

なる学術研究を推進していくことは、岩手大学のプレゼンスを示す意味でも将来に向けて重要なことです。

日本の植物科学のベンチマークという、ある研究者が発表したデータによると、非常に影響力のある論文を出す研究者の数は、植物科学分野（基礎科学）で日本はアメリカに次いで世界第2位です。一方で、農学（応用研究）で見ると日本がランキングから消えてしまっています。アメリカ、イギリス、ドイツ、カナダ、フランス、オーストラリアなどは植物科学と農学分野の両方でランキングに入っています。これを見たときに、やっぱり岩手大学は基礎研究に加えて応用研究にも力を入れていくべきではないかと強く感じました。

岩手経済同友会の高橋真裕代表幹事が、本学岩渕学長との対談の中で農学部に熱いエールを送っていました。私は非常に感銘を受けました。「農学部は非常に感銘を受けました。農学部の機能をもっと充実させて地域に貢献していく大学として成長していくべきだ」と話されています。これが大きな励みになり、岩渕学長からも背中を押されて「次世代アグリイノベーション研究センター」を設置しました。テーマとしては、いま述べてきた高速育種をはじめ、プラズマを使った栽培・病害防除・鮮度保持、超省力初冬播き水稲栽培、マイクロ波センサーによる鳥獣検出、マイクロ波による品質管理など、理



工学部の先生も含め、まさに岩手大学でイノベーションを推進している若手研究者が集まっています。これから地域との共同研究等も進めながら岩手の次世代農業の推進に貢献していきたいと考えています。