

茨 城 農 総 七
生 工 研 研 報
Bull. Ibaraki
Plant Biotech. Inst.
No.15 2016

BULLETIN
OF THE
PLANT BIOTECHNOLOGY INSTITUTE
IBARAKI AGRICULTURAL CENTER

NO. 15
March 2016

茨城県農業総合センター
生物工学研究所研究報告

第 15 号

平成 28 年 3 月

茨城県農業総合センター

生物工学研究所

笠間市安居 3165-1

Ago, Kasama, Ibaraki, 319-0292, Japan

目 次

総 説

フリージアにおける育種，栽培技術および生産の変遷 -----	1
本圖竹司	

報 文

水稻新品種「ふくまる」の育成 -----	33
岡本和之・西宮智美・平山正賢・眞部徹・飯田幸彦・桐原俊明・横田国夫・ 小菅一真・田畑美奈子・平澤秀雄	

茨城県における年内掘りに適したレンコン優良系統の選抜 -----	41
堀井 学・八城和敏・島本桂介・貝塚隆史・金子賢一・石井亮二	

ニホンナシ新品種「恵水」の育成 -----	53
尾形夏海，喜多晃一，郷内 武，霞 正一，佐久間文雄，石井亮二	

ガンマ線を用いた誘発突然変異によるカーネーション新品種「きらり」の育成 -----	59
平井弓子・霞正一・鈴木一典・坂井佳代子・常見高士・喜多晃一・石井亮二	

フリージアにおける育種, 栽培技術および生産の変遷

本図竹司

茨城県農業総合センター生物工学研究所 〒319-0292 茨城県笠間市安居

目 次

I はじめに	1	2. 一般栽培技術	13
II 原種	2	1) 土壌肥料	13
III 育種の歴史	3	2) 生理障害	13
1. 海外	3	3) 病虫害	14
2. 日本	8	4) 繁殖	14
IV 技術開発の歴史	8	5) ポストハーベスト	15
1. 生育開花調節	8	3. 芳香	15
1) 生育習性	8	V 営利生産の歴史	16
2) 休眠打破	9	1. オランダ	16
(1) 温度	9	2. 日本	17
(2) くん煙, エチレン	10	3. 茨城県	21
(3) 化学物質	11	1) 茨城県フリージア研究会	22
3) 冷蔵促成栽培	11	2) 竜ヶ崎花卉組合	23
(1) 温度	12	4. 石川県	23
(2) 乾燥冷蔵, 二階球	12	VI おわりに	24
(3) 高温障害	12	謝 辞	25
(4) 地中冷却, 局所冷房	13	引用文献	25
4) 抑制栽培	13		

本報告は「本図竹司, 2016. 切り花フリージアにおける育種, 栽培技術および営利生産の変遷. 園学研. 15 : 1-10.」に加筆したものである.

I はじめに

フリージアは南アフリカ原産のアヤメ科フリージア属の球根植物で, 17世紀半ばにヨーロッパに渡り, 19世

紀以降に育種が行われ多くの園芸品種が育成された

(Goldblatt, 1982). 基本染色体数は $x=11$ で (Darlington・Wylie, 1955), 現在の園芸品種は高次倍数体が多い. 育種の発展とともに営利生産も盛んになり, 切り花, 鉢物,

II 原種

花壇用花きとして広く利用されてきた。長い歴史を持つフリージアの生産と研究の総括は、他品目にとっても今後の道標となると考えられる。そこで本稿では、国内外におけるフリージアの育種と栽培研究の歴史および営利生産の状況について概説する。

Goldblatt (1982) および Manning・Goldblatt (2010) によると原種の分類は次のように進められた。オランダの N. L. Burman は、南アフリカで発見され 17 世紀中頃にヨーロッパに送られていたフリージアについて、

表 1 フリージア属原種の分布と生態

学名	自生地の分布	自生地の環境	開花期	発見年
Subg. <i>Freesia</i>				
<i>F. laxa</i>	南アフリカ: 東ケープ州～ムプマランガ, スワジランド, モザンビーク, マラウイ, タンザニア, ケニア, ウガンダ, スーダン	林, 森周辺, 海岸砂丘	主に 6～1 月	1773
<i>F. grandiflora</i>	南アフリカ: クワズール・ナタール～ムプマランガ, スワジランド, モザンビーク, マラウイ, タンザニア, ザンビア	サバンナ, 林, 森	主に 1～4 月	1858
<i>F. andersoniae</i>	南アフリカ: 北西州, 北ケープ州	サバンナ, ナマ・カルー灌木地帯	8～10 月	1889
<i>F. speciosa</i>	南アフリカ: 西ケープ州 (西部リトルカルー)	サクレント・カルー灌木地帯	8～9 月	1918
<i>F. corymbosa</i>	南アフリカ: 東ケープ州 (バターワース, デルスト)	レノスターフェルド, サクレント・カルー灌木地帯, フィンボス乾燥地帯	8～10 月	1768 以前
<i>F. refracta</i>	南アフリカ: 西ケープ州 (ヘウスター～オウドシヨーン)	レノスターフェルド, サクレント・カルー灌木地帯, フィンボス乾燥地帯	7～9 月	1786-1795
<i>F. occidentalis</i>	南アフリカ: 西ケープ州 (スワートラゲンス, 東セダーバーグ, セレスカルー)	レノスターフェルド, サクレント・カルー灌木地帯, フィンボス乾燥地帯	8～9 月	1932
<i>F. verrucosa</i>	南アフリカ: 東・西ケープ州 (ラングラーフ～ウイローモーア, ラディスマス)	レノスターフェルド	8～10 月	1769 以前
Subg. <i>Viridibracea</i>				
Sect. <i>Alatae</i>				
<i>F. viridis</i>	ナミビア, 南アフリカ: 北・西ケープ州 (マムレ, リフタスフェルト)	サクレント・カルー灌木地帯, フィンボス乾燥地帯, 海岸茂み	5～8 月	1774
Sect. <i>Viridibractea</i>				
<i>F. sparrmanii</i>	南アフリカ: 西ケープ州 (ハイデルベルク近郊のランゲ・ベルクの麓)	アフロテンペレート森林周辺	9～10 月	1775
<i>F. fucata</i>	南アフリカ: 西ケープ州 (南ウスターのフックスリバーバレー)	レノスターフェルド	7 月	1975
<i>F. marginata</i>	南アフリカ: 西ケープ州 (ロバートソン近郊のブレード川リバーバレー)	サクレント・カルー	5～6 月	2000
<i>F. caryophyllacea</i>	南アフリカ: 西ケープ州 (スウェレンダム～ボットリビエ)	レノスターフェルド, フィンボス石灰岩地帯	4～6 月	1768 以前
<i>F. praecox</i>	南アフリカ: 西ケープ州 (リバーズンダーエンド山南麓)	フィンボス	6～7 月	1931
<i>F. leichtlinii</i>	南アフリカ: 西ケープ州 (ケープアグラス～プレテンベルグ湾)	海岸茂み, フィンボス海岸地帯	8～9 月	1872 以前
<i>F. fergusoniae</i>	南アフリカ: 西ケープ州 (リバーズデイル地域)	レノスターフェルド	7～8 月	1926

出典: Manning・Goldblatt, 2010.

1768年に2種を *Gladiolus corymbosa* (現 *Freesia corymbosa*: 黄色) および *Ixia caryophyllacea* (現 *F. caryophyllacea*) と名付けた。この2種は18世紀中頃にはオランダで栽培されていた。そして、1795年にはオランダの植物学者 N. J. von Jacquin がウィーンで栽培されていたものを *G. refracta* (現 *F. refracta*) に、1807年にはスイスの植物学者 A. P. de Candolle がパリで栽培されていたものを *G. xanthospila* (現 *F. caryophyllacea*) に、1814年にはスウェーデンの植物学者 C. P. Thunberg が、1770年以前に同国の植物学者 Anders Sparman が南アフリカで収集した標本を *G. sparrmanii* (現 *F. sparrmanii*) に、それぞれ分類した。当時は分類学上のフリージア属がなかったため、現在では同一種であるものがグラジオラス属やイキシア属などに重複して分類されたり、甚だしい場合にはキク科ワイトジア属に分類されるなどの混乱や誤解が生じていた。当時の分類には考え方が大きく異なる二人のドイツの植物学者 F. W. Klatt と C. F. Ecklon とが貢献し、1866年に F. W. Klatt がフリージア属を確立した後は混乱がなくなった。19世紀初頭四半世紀には5種のフリージアが知られていたが、重複などを考慮すれば4種が現在の原種に相当すると考えられ、その内の3種が栽培されていた。その中で *F. caryophyllacea* は栽培を続けることができずに絶えてしまったが、*F. corymbosa* と *F. refracta* は熱心な収集家が栽培し続けたか、あるいは再導入されて栽培が継続されていたようである。

イタリアのPadua植物園の庭師 Max Leichtlin は、1872年に園内で黄色のフリージアを見つけ、それを広く配布した。彼が配布した植物を受け取った F. W. Klatt は、1874年にその植物を *F. leichtlinii* (現 *F. leichtlinii* subsp. *leichtlinii*) と命名した。この種は1842年に *F. refracta* として Padua 植物園に到着し、その後30年以上も Padua 植物園で栽培されていたものである。この種は C. F. Ecklon と J. F. Drege とが1820年代に南アフリカで発見し、2人のいずれかがヨーロッパに紹介したと記されて

いるが、彼らの活動期間と Padua 植物園にある記録とが全く一致しないため、どのようにして Padua 植物園にたどり着いたのかは謎となっている。

19世紀末にはイギリスの J. G. Baker が、20世紀に入ってから南アフリカの H. M. L. Bolus やイギリスの N. E. Brown が、20世紀中盤からは米国ミズーリ植物園の P. Goldblatt と南アフリカキルステンボッシュ植物園の J. Manning とが精力的に分類を行った。原種数は H. M. L. Bolus が1933年に発表して以来1990年代まで11種とされていたが、その後の新種の発見 (Manning, 2005) や、DNA解析 (Forest ら, 2010; Wongchaochant ら, 2002) などの手法も含めた分類の見直しで現在は16種にまとめられている (表1)。これらはすべて、英国王立園芸協会 (RHS) の Kew Database にも登録されている。

III 育種の歴史

1. 海外

1878年のイギリスの園芸市場に初めて登場した *F. leichtlinii* subsp. *alba* は、育種に大きく貢献した。*F. leichtlinii* subsp. *alba* がイギリスにどのようにして渡ったのかは記録がなく、偶然に渡ったものだと考えられている。この種は市場に登場後まもなくヨーロッパ大陸や北米に広まり、イギリス、イタリア、オランダ、アメリカなどで育種が盛んに行われた。当時は同種内の淡い色合いのものを選抜や、*F. leichtlinii* subsp. *alba*, *F. leichtlinii* subsp. *leichtlinii* および *F. corymbosa* (黄色) などの原種の交配が主なものであったが、フィレンツェ近くに住む Marquis Corsi-Salviati 家の庭師長の Rodolfo Ragionieri は1878年に入手した *F. leichtlinii* subsp. *alba* と *F. leichtlinii* subsp. *leichtlinii* とを交配し、後年“ジャルディーノ・コルシ・サルヴィアティ系”を育成した (Goemans, 1979)。

南アフリカ・ポートエリザベス在住の不動産業者 W.

Armstrong は、ヒューマンズドープ近くの畑でフリージアを発見し、それを 1897 年にイギリスの Kew ガーデンに送った。送られた球茎は翌年に 6 株が開花し、同年 W. Watson が *F. armstrongii* (現 *F. corymbosa*) と命名した。この種はそれまでになかったピンク色で、その後の育種に大きな影響を与えた (Goldblatt, 1982)。その後球茎は増やされるとともに、1901 年の The Garden (59: 374) にも掲載された。なお *F. × kewensis* は、Kew ガーデンでの *F. leichtlinii* subsp. *leichtlinii* と桃色花の *F. corymbosa* (= *F. armstrongii*) との自然交雑種だと記録されている。また、イギリスの Suttons Nursery は *F. armstrongii* を用い ‘メジャー’ を育成した (Goemans, 1979)。

オランダ・ハーレム在住の種苗商 C. G. van Tubergen は、イギリスに導入後ほどなくして手に入れた *F. armstrongii* と *F. leichtlinii* subsp. *alba* とを交配して得たバラ色の雑種を “チューベルゲニー系” として 1905 年に販売した。彼はその後も育種を続け、青色、藤色、薄バラ色、黄色や白およびこれらの中間色などの花色幅を広げた品種を販売したが、他の系統に比べ香りが少ないことが欠点であった。Rodolfo の息子の Attilio Ragionieri も *F. armstrongii* を手に入れ、まず *F. leichtlinii* subsp. *alba* と交配し、次に *F. leichtlinii* subsp. *leichtlinii* と交配、そしてこれらの後代にも交配して “ラジオネリー系” を育成した。また、南フランスの Bruggeman が “ラジオネリー系” から花形や花色が多様な系統を育成したが、第一次世界大戦により消失した。もうひとつの重要な発展は、イギリスのイースト・サセックス州ライの F. Herbert Chapman による “チャプマニー系” の育成である。Joseph Jacob は F. Chapman が *F. leichtlinii* subsp. *alba* に *F. aurea* (*F. corymbosa* : 黄花) を交配し、得られた雑種を *F. leichtlinii* subsp. *alba* にかけて戻して、草丈や黄色の花色に濃淡のある “チャプマニー系” を育成したことを報告している (Manning・Goldblatt, 2010)。

ヨーロッパ・北米の育種家は育種を続け、オランダの Van Tubergen は世界初の 4 倍体品種 ‘バターカップ’ と ‘アポテオーゼ’ を 1911 年に育成し、第 1 次世界大戦前に広く普及した。これらを含め彼の多くの品種が強い不稔性を有していたが、彼の系統は多くの育種家の母本として利用された。今日の営利品種の多くは高次倍数体で稔性が低いため、種子系フリージアでは 2 倍体品種が中心的存在である (Goemans, 1979 ; Sparnaaij ら, 1968)。

1926 年に亡くなるまでの長期間育種を行った J. Jacob の育成系統や記述は、イギリスの育種家の興味をひいた。彼の育成系統はサウサンプトンの G. H. Dalrymple に引き継がれ、Dalrymple は数年後にはイギリスの育種家を牽引するまでになった。Morgan (1930) は、ヨーロッパでフリージア育種に真剣にとり組んだ育種家は Van Tubergen と Dalrymple だけだったと記している。

一方その頃アメリカでは、ニュージャージー州ハートフォードの Richard Bagg が、1885 年に *F. refracta alba* (現 *F. leichtlinii* subsp. *alba*) と *F. leichtlinii* (現 *F. leichtlinii* subsp. *leichtlinii*) とを交配して以来育種を続けてきた。このことは、‘ジョアン・マンダ’ が発表されるまでほとんど注目されなかったが、歴史的には大変興味深いことであり、彼はアメリカにおけるフリージア育種の先駆者といえる。またアメリカでは、1900 年代初期までは原種に近い *F. refracta alba* が生産されていただけで、Rudolph Fischer が 1909 年に育成した ‘ピュアリティー’ などの育成品種はフリージアの大衆化に大きく貢献した (Morgan, 1930)。

アメリカにおける 1920 年代の中心的な育種家は Alois Frey で、以前はインディアナ州に住んでいたが、その後カリフォルニア州に移り住んだ。Frey は 1920 年代の 10 年間に多くの花色の営利品種を発表したが、それらの品種のいくつかはオランダの Van Tubergen に由来したものである。1920 年代後半、インディアナ

州インディアナボリスの Elder Brothers の営利生産施設で、大輪の白いフリージアが生まれた。この品種は種子系フリージアの営利生産における実生個体から生まれた。人工交配にあまり注意を払わず、また確実に出現するものではなかったため、これを選抜して‘エルダーズ・ジャイアント・ホワイト’として登録し、栄養系として固定し球茎を大量に増やした。それまでの品種との大きな違いから、‘エルダーズ・ジャイアント・ホワイト’はフリージア新時代の先駆けとなった。また、1920年代後半以降のアメリカでは、W. P. Morgan が中心となって花色などの遺伝的研究 (Morgan, 1942) とともに育種を進めた (Morgan, 1930)。

1920～1930年代のヨーロッパでは、オランダの Carlee が早生 (冬咲き) の2倍体品種群“カロカーリー系”を、同じく Van den Berg が‘ブルーウィンペル’、‘プリンセスマライケ’、‘サファイア’などの重要な品種を育成した。同国の Van Bougendien が Dalrymple の遺伝資源から育成した‘スノークイーン’は、25年間も栽培されつづけた重要な品種であった。またこの時期には、種子系フリージアの育種も盛んに行われた。シュッツガルトの E. Luz がチューベルゲニー系から育成した2倍体の種子系品種は、“スーパージャイアント系”と呼ばれ広く普及した。また、イギリスの Stonor も種子系フリージアを育成した。彼の育成系統は営利栽培に用いられることはなかったが、現在の品種にはない鮮やかさを持っていた。彼の育成系統はその後 Everett に渡り、趣味的に栽培された。Stonor を始めとする多くの育種家は、2倍体で高い稔性を持つ Dalrymple の育成系統を親に用いている。Dalrymple の最高の育成品種は2倍体で紫色の‘マリオン’である。

1946年にオランダの F. Rijnveld が育成した‘ラインベルトゴールドイエロー’の登場は、フリージア史上最大の出来事といえる。この品種は強健で病害抵

抗性と強い芳香、周年開花性を有し、1960年代にはオランダで5割以上のシェアを占めた。日本でも1960年代から30年以上主力品種であり続け、「フリージアは香りが良い黄色の花」という固定観念を植え付けた。オランダでは今でもこの品種が栽培されている。また、1940後半にオランダの Konynenburg&Mark 社が“チューベルゲニー系”から育成した2倍体種子系フリージア“コニネンバーグ&マーク系”からは、その後4倍体品種が育成された。またこの頃、20世紀後半を代表するイギリスの育種家 J. A. M. Goemans (Parigo Horticultural Co. Ltd.) が、ウイルス抵抗性を持つ早生黄色の‘スーベニア’や白色の3倍体品種‘ホワイトスワン’を育成している。

1950年代も育種が盛んに行われ、Sceffers が紫色の‘モーツァルト’を、Van den Berg が赤色の‘ピンパネル’を、Van Meeuwen が露地栽培用の“パラダイスフリージア”を育成した (Goemans, 1979)。育成者は不明だが、‘コートダジュール’がこの頃、Wülfinghoff 社から販売されている。

1960年代早期に J. A. M. Goemans が世界で最初に育成した八重咲きの‘ファンタジー’は、RHS などが主催する多くの展覧会で受賞した。‘ファンタジー’はクリーム色であったが、彼はその後、白の‘ダイアナ’、黄色の‘コロナ’、藤色の‘ローマニー’など花色に富む八重咲き品種群を発表した。これらは絶賛を浴びたが、残念なことに彼は発表以前に八重咲きより一重咲き品種の方が市場性が高いと判断し、八重咲き品種の育種を既に終了してしまっていた。八重咲き品種は1960年代末期には商業生産に導入され、1970年代中期にはこれら4品種が広く生産されるようになった。また、同時期に J. A. M. Goemans によって育成された4倍体種子系フリージアはすぐに消費者に受け入れられた。イギリスのチャンネル諸島では2倍体の種子系フリージア生産が盛んであったが、徐々に彼育成の4倍体フリージアに代わっていった。

1950年代後半にオランダ園芸作物育種研究所 (IVT) で開始された4倍体の不稔性に関する研究には、一重咲き品種だけではなく八重咲き品種も供試された。八重咲き品種は雄ずいが花弁化するため稔性を持たないが、環境条件によっては一重咲きになり、雄ずいと雌ずいが形成されて稔性を持つ。この性質を利用して種子を得て八重咲き品種の育種を可能にした。この八重咲き品種育成法は1960年代後半に完成した。この研究により作出した育成系統は数年後に育種家に公開され、6~7年後には20以上の八重咲き品種が公表された。

1957年にJ. A. M. Goemansが育成した白色の‘バレリーナ’ (Van Staaveren 登録) は‘ラインベルトゴールデンイエロー’に代わる品種となった。また、‘スーベニア’実生から生まれた黄色の‘オーロラ’ (1962, Van Staaveren 登録) は‘バレリーナ’に次ぐ主力品種となった。‘バレリーナ’と‘オーロラ’は営利生産で求められる周年開花性を備えており、‘バレリーナ’は冬季生産で70%のシェアを誇った。また、両品種でヨーロッパ全体のほぼ半分のシェアを持っていた。この頃J. A. M. Goemansによって育成された品種は他に、‘アポロ’、‘ロイヤルゴールド’、‘ソナタ’、‘ゴールデングロー’、‘ローズマリー’、‘コメット’などで、‘ローズマリー’のように日本でも主力品種として長く栽培された品種もあった。また、‘アポロ’と‘ロイヤルゴールド’は花径と草丈とが大きく改良されており、その後のフリージア育種の基準となった。同じ頃Van Staaverenが育成した‘ゴールデンメロディ’は、大輪と剛直な花茎で‘オーロラ’に優り、J. A. M. Goemansが育成した‘ロイヤルブルー’は‘モーツァルト’や‘ブルーウインペル’に代わり、4位の生産量を持つ品種になった。

1960年代後期にIVTのL. D. Sparnaaijが、ウイルスに冒されず均一で高品質切り花が得られるF1育種に取り組んだが成功しなかった (Goemans, 1979)。この研究による育成系統は育種家に配布され、その後

F1品種が育成されたとの報告 (Wang, 2007) もあるが確証がないため、F1品種は未だに育成されていないとみてよいだろう。

1970年代前半には、Van Staaverenが藤色八重の2倍体品種‘ウチダ’およびクリーム色でフザリウム抵抗性を持つ‘モヤ’を、J. A. M. Goemansが白色の‘ミランダ’ (1970)、赤色の‘カルメン’、薄紫色の‘ブルーヘブン’ (1972) および黄色の‘イエローリバー’ (1974) など多くの重要品種を育成した。また、同時期にJ. M. Richonが育成した種子系品種は栄養系品種並の巨大輪で市場性が高く、イギリスのチャンネル諸島で生産されるようになった (Goemans, 1979)。また、1975年以降はIVTが遺伝資源を公開したため、5年間で50を超える品種が発表されるほど育種が盛んに行われた。中には27もの品種を発表した育種家もいたが、選抜が安易で品質が劣る品種が多かったため、生産者は品種選定に注意を払うようになった。

1980年代は生産の急増とともに育種が会社組織で行われるようになり、Wülfinghoff社、Penning社、Van den Bos社、Van Os社、Van der Arend社そしてVan Staaveren社などから150を超える品種が発表された (図1)。

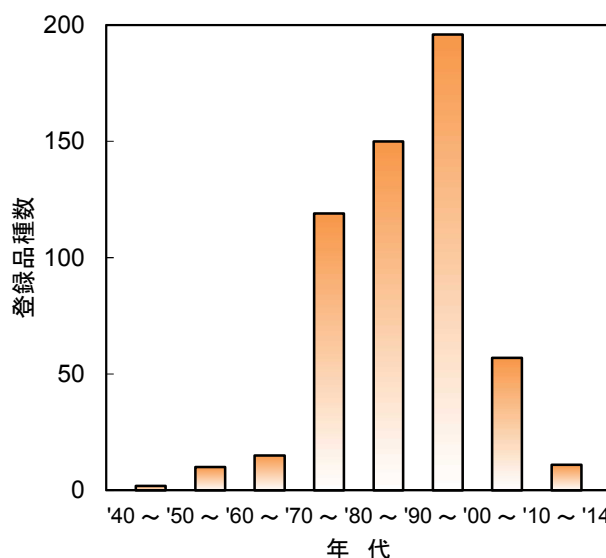


図1 オランダ国内における登録品種数の推移 (1940~2014) (<http://www.kavb.nl/kennisbanken/geregistreerde-cultivars>)

1990年代に Van Staaveren 社が育成した‘ラピッドレッド’ (1989), ‘ラピッドホワイト’ (1993), ‘ラピッドイエロー’ (1997), ‘ラピッドブルー’ (1998) などの“ラピッドシリーズ”は低温要求性が小さく、発芽から 90 日程度で開花する極早生品種群で、促成栽培のための低温処理もこれまでの品種より 2 週間ほど少なくてよい。この品種群はそれまでに使われていなかった原種を交配親に用い、30 年をかけて育成された。さらに 1995 年に同社から発表された鉢物用の“イージーポットシリーズ” (‘ポパイ’, ‘ピノキオ’, ‘スマティ’, ‘スージー’) は、発芽から 50~60 日間で開花するほど低温要求性が小さくなった画期的な品種群である (Van Staaveren BV, 1995)。切り花に用いるには草丈が若干短い、促成栽培のための低温処理は必要ない。前述の“ラピッドシリーズ”は“イージーポットシリーズ”を育成する過程で生まれた品種と考えられている。また、Penning 社から発表された“ストライプシリーズ”は、花卉の葉脈部分が濃く浮き出

る、バイカラーに近い個性的な品種群である (Penning, 1992)。また、Wülfinghoff 社では Van Staaveren 社と同様に、個人育種家による育成品種の販売業務の傍ら、自らも育種を行っている。隔離されたフザリウム汚染土壌温室をもち、フザリウム抵抗性品種の育成を可能にしている。

20 世紀末期を代表する育種家はフランスの J. M. Richon で、Wülfinghoff 社が登録した‘アラジン’ (1986) や‘エレガンス’ (1980) も彼の育成品種である。彼の育成品種はすべてそれまでの品種にはない巨大輪で、剛直な花茎を有していた。特に Van Staaveren から“ニュージェネレーション”として販売されるようになった 1988 年以降は、花茎がさらに太く、花卉が肉厚になっている。また、彼の育成品種の多くは 4 倍体で、特にそれまでなかった 4 倍体の明赤色と濃紫色の品種を育成した功績は大きい。しかし、残念ながら彼の育成品種は病害抵抗性、ウイルス抵抗性に欠けるといふ大きな欠点を持っていた。

フリージアの登録品種は、育種が活発になった 1970 年代に登録品種が急増し、1990 年代には 196 品種が登録され、その後生産の減少とともに 2000 年代以降急減した (図 1)。オランダ球根生産者協会 (KAVB) には 1940 年以降 41 人の育種家が 662 品種を登録しているが、現在も営利育種を継続しているのは、Penning Freesia 社、Hofland 社および Van den Bos 社と Van Zanten 社との共同体の 3 社にすぎない (表 2) (Evert van Zanten, 私信)。Penning Freesia 社も 1990 年代に一度倒産しており (Doorduyn, 私信)、育種を経営の基軸にする

表 2 オランダ国内における品種育成の状況

育成 (登録) 者	活動期間 (登録年)	登録品種数	日本普及品種数	育種の現状
A. van den Berg Gzn.	1945~1977	14	2	終了→ Van den Bos へ
F. Rijnveld	1946~1963	11	1	終了
W. Scheffers	1954~1954	4	0	終了
M.C. van Staaveren	1956~1999	80	*	終了→ Van Zanten へ
Tubergen	1959~1960	5	0	終了
J.A.M. Goemans	1960~1981	21	6	終了
J. van den Bos & Zn. B.V.	1962~2013	67	3	活動中 (Van Zanten と共同)
Wülfinghoff Freesia B.V.	1963~2001	125	20	終了→ Hofland へ
Noburu Saeki	1964~1964	1	1	終了
I.V.T.	1972~1975	8	1	終了
M. Penning & Zonen B.V.	1972~2014	138	49	活動中
A. Valstar	1976~1985	8	0	終了
Gebr. van Zanten	1976~2003	13	3	活動中 (Van den Bos と共同)
Van Os Freesia's	1977~2007	22	*	終了→ Van den Bos へ
Bruinsma Selectiebedrijven B.V.	1979~1987	7	0	終了
Vreugdenhil & Zn. B.V.	1979~1991	4	0	終了
Horti Partners B.V.	1982~1998	35	0	終了
J.M. Richon	1983~2003	19	*	終了
A. Koreman	1986~1990	6	0	終了
Gebr. van der Arend Freesia B.V.	1988~1996	16	4	終了→ Van den Bos へ
Freprom B.V.	1991~2010	19	13	終了→ Van den Bos へ
J.S.J. v.d. Meer	1997~1999	3	0	終了
P. Hofland B.V.	1997~2012	12	6	活動中
その他 (18 人)	—	24	0	終了

出典: <http://www.kavb.nl/kennisbanken/geregistreerde-cultivars>

日本普及品種数: 山下 私信, 育種の現状: 東條・Evert van Zanten 私信。

*: オランダと日本で品種名が異なるため判定不能

のはかなり難しく、切り花生産も並行して行っている会社が多い。なお、KAVBには販売者が登録する場合があります、必ずしも登録者＝育成者とはいえない。

営利品種では、交配から販売まで必要とする期間と品種寿命はともに7年程度といわれている。育種目標は(1)周年開花性、(2)多収性、(3)ボリューム(花径、切り花長、切り花重)、(4)早生性、(5)フザリウム抵抗性、(6)花持ち性および(7)芳香性であったが、近年はウイルス抵抗性とネダニ抵抗性も加わっている(Penning, 1992)。長年にわたる育種の結果、‘アラジン’の花径は‘ラインベルトゴールドイエロー’の2倍、‘スーベニア’の約3倍にまで改良された(図2)。しかしこれらの育種目標は、“株切り栽培”(後述)では草姿の乱れ、作業能率の低下、栽植密度の減少などを生じる欠点となる場合もある。また、ボリューム優先の選抜のため香りを失いつつある(本図, 1997)。さらに、オランダでは日本流の冷蔵促成栽培が行われないため高温障害(“花下がり”)に関する選抜がほとんどされていない。その結果‘ブルーヘブン’のように、高い市場性を有しているものの“花下がり”が極めて発生しやすい品種が育成されてしまう場合がある(本図, 1996a)。



図2 育種に伴う花径の変化

2. 日本

フリージアは日本には1887年頃導入され(榎田, 1989), 当初から育種が行われていたものの、戦前まで優秀な品種は生まれなかった。1948年に八丈島の小宮山春助(はるのすけ)が*F. leichtlinii subsp. alba*の高性系統を選抜した‘春助アルバ(M1号アルバ)’が

最初の普及品種となった。その後佐伯農園の佐伯登が1961年に‘メモリア’を育成し、1964年に日本人として初めてオランダKAVBに登録した(表2)。また、八丈島の浅沼次作は球茎生産のかたわら育種を行い、‘紅輝’、‘富士の嶺’、‘紫雲’(以上登録品種)‘瑞香’、‘黄金の波’など多くの品種を育成し、青紫色の‘紫雲’と橙色の‘瑞香’が普及した。なお、‘富士の嶺’は国内初の3倍体品種であった(斎藤, 1957)。その後は、海外から大輪系のすぐれた品種が数多く導入されたため国内育種は衰退したが、佐伯はその後も長く育種を継続し、1997年までに18品種を品種登録した。‘紫小町’、‘駒沢3号’などの1980年代前半の品種は営利栽培にも普及したが、後年は輸入品種との品質差が開いたため普及しなかった。(林 角郎, 私信)。

また、愛知県の鈴木雅己は*F. laxa*の‘紫姫’など3品種(2003~2004)を育成したが、当時の日本では*F. laxa*がまだラペイロージア属になっていたため、フリージアの育種を行っていなかった認識はなかったと考えられる。

一方、東京農試八丈島試験地、千葉暖地園試、奈良農試、石川農総研などの公的機関でも育種が行われ、奈良農試は1998年に‘まぼろしライトパープル’など2品種を、石川農総研は‘石川f1号’(井須ら, 2007)など7品種(2009~2013)を育成するとともに、ウイルス抵抗性を目的とした形質転換体も作出している(Uwagakiら, 2015)。特に石川県では“エアリーフローラシリーズ”として商標を登録し(後述)、積極的に販売促進活動を展開している(村濱, 私信)。

IV 技術開発の歴史

1. 生育開花調節

1) 生育習性

夏季の高温を受けて休眠から覚醒した球茎では球茎

底部に根原基が出現する。初秋には速やかに発根・発芽し、後に芽の基部（新球底部）から牽引根が発生する（居城, 1984）。栄養成長が可能な温度は比較的広範囲であるが、10°C以下あるいは30°C以上では成長が鈍り、20~25°Cで成長が早く成長量が多い。その後晩秋から初冬にかけて5~24°Cの温度に遭遇すると茎頂は花芽を分化し（Mansour, 1968）、12月頃に雌ずいを形成して花芽が完成する。そして初春に発蕾し、外気温の上昇とともに発達が早まり開花に至る。なお、成球では休眠覚醒時には幼若期からほぼ脱しており、発芽後直ちに花芽分化の適温に移すと、多くても1~2枚の葉分化後に花芽を分化する。しかし、小球あるいは木子では発芽時には幼若性が残っており、数枚の葉分化を経ると低温に感応できるようになる（今村ら, 1996）。この低温感応性は茎頂の大きさと高い相関がある（土井ら, 1995）。花芽分化には11~13°Cが最も有効な温度域であり、これより上下いずれにずれても花芽分化に要する日数は長くなる。適温域から低温側ではバーナリゼーション様の効果がみられ、分化後の発達が促進され開花が早くなるとともに高温障害の発生も少なくなる。逆に高温側では分化後の発達や開花もれ気味となり、高温障害も発生しやすくなる（本図, 2000; 本図ら, 1997）。花芽分化は短日で促進され小花数が減少する（Gilbertson-Ferriss・Wilkins, 1978b）。また、緑色光で開花が早くなるなど生育開花は光質の影響も受ける（Lee・Hwang, 2014）。発達は長日で促進されるが、日長より温度の作用の方がはるかに大きい（Mansour, 1968）。

花芽の分化・発達過程は、小杉（1953）、小杉・大谷（1954）、Hartsema（1962）、Van Ravestijn・Doorduyn（1983）などが実体顕微鏡で、Fukai・Goi（1998）Motozu・Takatsu（1997）などが走査型電子顕微鏡（SEM）を用い詳細に観察している。10°Cで低温処理を行った‘エレガンス’での花芽の分化・発達過程は、低温処理開始後3週間は未分化であったが、4週目に外苞葉が、5週目に内苞

葉が形成されるのとほぼ同時に花芽の中央がくぼみ、6週目には三原基（雌ずいおよび外花被に分化する3つの原基）が形成される。7週目には三原基の内側が雌ずいに、外側が外花被に発達し、8週目には内花被が形成され、9週目には内部で雌ずいが形成されて花芽が完成する（図3）。なお、花芽の発達速度とその後の到花日数とには大きな品種間差がある（本図ら, 1999）。

球形形成は低温で促進され（細谷, 2000; 虎太ら, 2000）、開花前に新球が形成されはじめて開花後急激に肥大する。新球は形成時点で既に浅い休眠状態にあり、肥大とともに7~8枚の葉原基を分化した後、真休眠期に入る。以後、休眠覚醒時まで葉原基は増加しない。発芽後、これらの葉原基が成長して葉になるが、このうち2~3枚は鞘葉になり、本葉になるのは4~6枚と考えられている。球茎堀上後、高温を受けることによって休眠は浅くなり、晩夏から初秋にかけて休眠が覚醒する（金子・今西, 1985）。

2) 休眠打破

(1) 温度

球茎の休眠は高温によって打破され、20°C以上で効果があるが、30°C前後が有効に作用する（阿部ら, 1964）。休眠は生育期の遭遇温度にも影響を受け、球形形成期の温度が高いほど、また収穫が早いほど早く破れる（榊田・浅平, 1979）。また、木子は球茎よりも遅く形成されるために高温遭遇量が少なく休眠が深い（今村ら, 1996）。オランダ産球茎の休眠は、Hartsema（1962a; 1962b）らが、31°C9週間の高温処理で休眠が覚醒されることを示したが、その後31°C13週間で開花が早まることが示され（川田, 1964）、営利生産では現在31°C最低10週間（De Lint, 1969）、通常は13~15週間の高温処理が行われている（Van Dijkら, 1991）。

休眠は生育期の遭遇温度に影響を受け（榊田・浅平, 1979）、球形形成期の温度が高いほど（川田ら, 1971）、また収穫が早いほど早く破れる（榊田・浅平, 1979）。したがって、八丈島産よりも沖永良部島産の方が（川

田ら, 1971), オランダ産より日本産の方が早く破れる。また, 木子は球茎が肥大してから形成されるために, 高温遭遇量が球茎よりも少なく休眠が深い (今村ら, 1996)。国産球茎の休眠は, 後述のエチレン処理を併用することにより, 30°C 4 週間の高温処理 (図4) で打破できる (Berghoefら, 1986)。休眠覚醒は 30°C 処理後に出現する根原基により判断できるが (今西・植村, 1980), 生長点と発根部には休眠覚醒に 1 週間ほどの時差があると考えられており (Doorduyn, 私信), 根原基出現後 2~3 週間後に低温処理を開始すると低温処理効果がより安定する (本図, 1998b)。30°C 処理後は, 17°C 以下では二階球を形成してしまうこと, 20°C 以下では発根が促進されて取り扱いが煩雑になること, 25°C は 30°C とほぼ同等の休眠打破効果がある (今西ら, 1986b) ことから, 根原基が現れやすい 20~25°C に保つとよい。

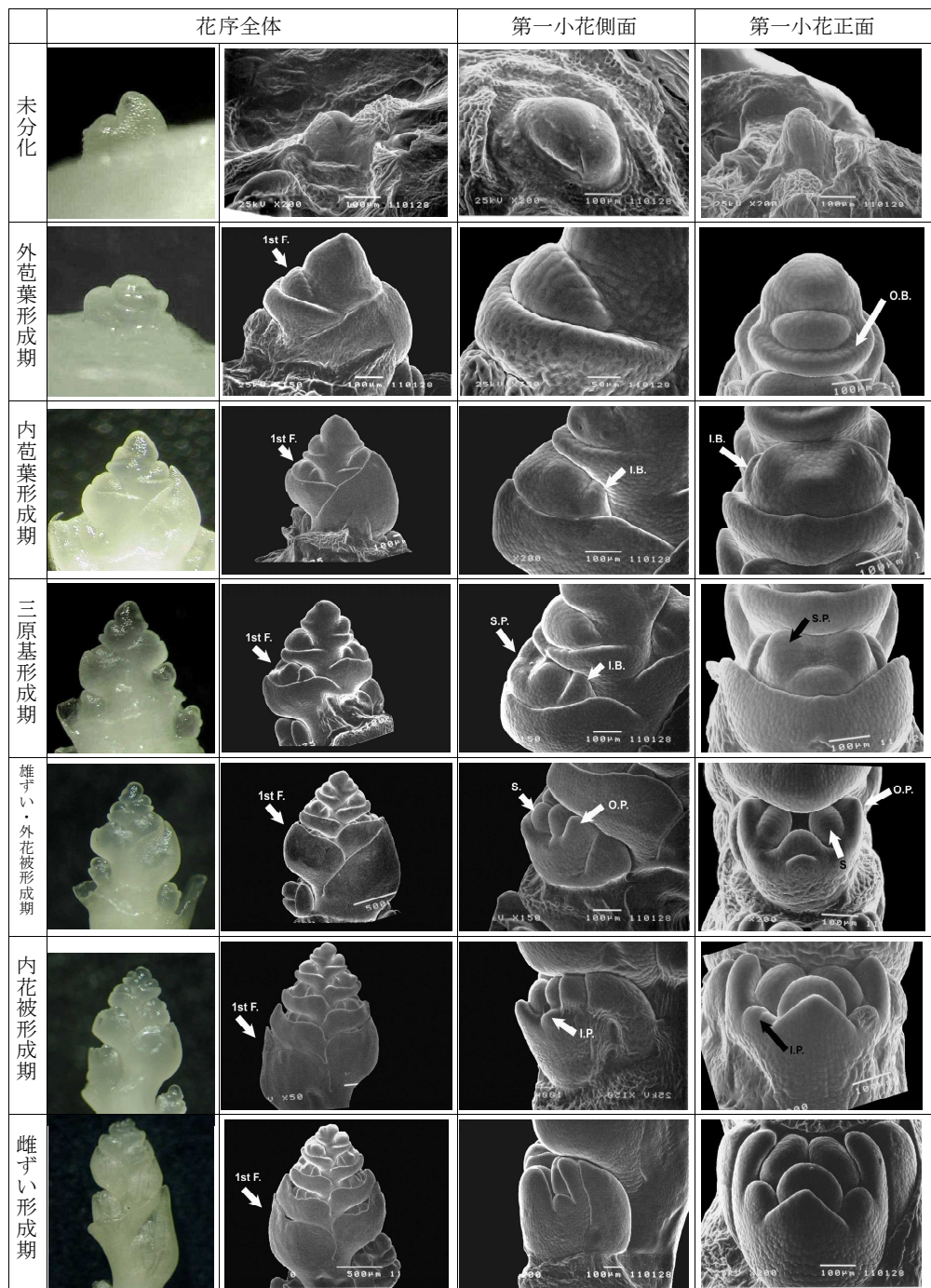
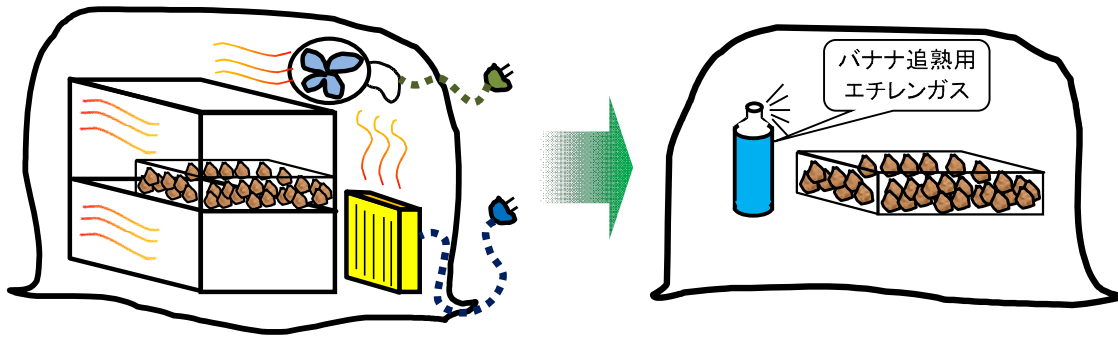


図 3 デジタルカメラおよび走査型電子顕微鏡によるフリージアの花芽発達過程観察 (10°C 低温処理, 'エレガンス')

1st F.: 第一小花, O.B.: 外苞葉, I.B.: 内苞葉, S.P.: 三原基, S: 雄ずい, O.P.: 外花被, I.P.: 内花被。

(2) くん煙, エチレン

高温遭遇時にエチレンに暴露されると休眠覚醒はさらに早まり, 休眠覚醒に必要な高温遭遇期間を 4 週間ほど短縮できる (林, 1974)。籾殻や枯れ草を燻したくん煙処理でも同じ効果があるが (Imanishi・Fortainer, 1983; 今西ら, 1986a), その場合も休眠打破効果の主



高温処理(30°C4週間以上)

- ・球茎をコンテナに入れ、風通しの良い棚に重ねる。
- ・ビニールシートなどで覆い、パネルヒーターなどの暖房機を入れ、球茎の温度が30°Cになるように調整する。温度調節機能がない場合、サーモスタットなどで制御し、温度を一定に保つようにする。
- ・扇風機を入れて空気を攪拌し、温度むらを防ぐ。
- ・低温処理を急がない場合は暖房不要。

エチレン処理(3日間)

- ・高温処理開始後1ヶ月～最後に行う。
- ・球茎をビニールシートで覆い、中にバナナ追熟用エチレングスボンベを入れ、外部から噴射できるようにする。
- ・エチレン濃度が50～100ppmになるように噴射量を調整する。高濃度では打破効果が逆に下がるので注意。
- ・エチレングスを噴射後密閉し、5～6時間後にビニールシートをはがして換気する。この処理を1日1回ずつ3日間(延3回)行う。
- ・低温処理を急がない場合はエチレン処理不要。

エチレン処理後

- ・休眠覚醒は根原基の出現で概ね判断できる。
- ・20～25°Cに保つと2～3週間で根原基が現れ、休眠覚醒が確認できる。
- ・30°C程度の高温におくと根原基が現れにくく休眠覚醒の判断が難しい。

- ・17°C以下にすると二階球を形成してしまうので注意。
- ・低温処理は、根原基出現後2～3週間ほどおいてから開始すると、処理効果がより安定的に得られる。
- ・温度調節設備がない場合は、木陰などの涼しく風通しのよいところに置く。

図4 休眠打破処理の概要

成分はエチレンである (Uyemura・Imanishi, 1983)。休眠打破のためのエチレン処理(図4)は、30°C4週間処理終了時に行うと効果が高く (Imanishi・Berghoef, 1986; Uyemura・Imanishi, 1984), エチレン処理時の気温は25°C以上がよい (Masuda・Asahira, 1981)。覚醒にはエチレン濃度が0.75ppm以上で効果が認められるが、安定的に効果を得るには50～100ppmがよい。ガス源は市販のバナナ追熟用エチレングスが一般的である。球茎を密閉可能な冷蔵庫や倉庫に入れ、所定の濃度になるように発生量を調整する。少量の場合はコンテナなどを積み、ビニールフィルムで覆ってもよい。発生後はエチレングスが漏れないように密閉状態とし、5～6時間後に開放し十分換気する。これら一連の処理を1日に1回行い、この作業を3日間繰り返す。くん煙処理は、籾殻や枯れ草を燃やした煙を、球茎を入れた倉庫や小室に導いて行う。1日5～6時間行い、その後十分換気する。いずれも強く密閉して長時間行っ

て高濃度にすると、逆に休眠打破効果が低下する (今西・植村, 1980)。なお、エチレン処理やくん煙処理には、1球当たりの萌芽数を増やす作用があり、球茎を圃場に直接植え付けるオランダでは、芽かき作業が繁雑になるため利用されていない。エチレン処理後の管理は前項に準じる。

(3) 化学物質

エチレン以外では、CO、KCN、CaCN₂で休眠打破効果が認められる。COは1ml・ℓ⁻¹以上で効果があるが、エチレンと併用しても相加効果はない (Masuda・Asahira, 1981)。簡便なエセホン処理も検討されたが効果が小さく (Masuda・Asahira, 1980)、ベンジルアデニン処理では効果が認められたが発芽数が異常に多く (Uyemura・Imanishi, 1987)、いずれも実用的ではなかった。また、石灰窒素でも休眠打破効果が認められている (中村・吉田, 1973)。

3) 冷蔵促成栽培

(1) 温度

1940～1950年代前半の切り花生産はアルバやバターカップなどの早生品種を用い、8月上中旬に井戸やむろで発根処理を行って促成栽培していた(岡田, 1983)が、当時の処理は花芽分化の促進というより開花をそろえるために行われていたようである。

フリージアの開花は7.5～15℃の低温処理で促進され、10～12.5℃で最も早い(阿部ら, 1964)が、12.5℃では低温処理中の芽が伸びすぎるため、10℃の処理法が確立された(川田ら, 1971)。その後関東地域では、都県連携試験によりこの技術が速やかに普及した。近年では、処理温度が10℃より低いほど、花芽の発達は遅いものの処理後の到花日数が短くなることや高温障害の発生が少なくなることがわかり、8℃程度で処理を行う例もみられる。また、花芽が形成されないとされていた2℃でも開花のための後作用があることがわかり、高温期出荷の可能性が示されている(本図・今西, 2003)。

低温処理期間は定植時期によって異なり、定植時期が早いほど定植時の花芽発達段階が進んでいることが必要となる。9月中下旬定植(11月出荷)では内花被形成期～雌ずい形成期、10月上旬定植(12月出荷)では内苞葉形成期～三原基形成期に達していることが目安になる。10℃での処理期間は概ね、9月中下旬定植で7～8週間(高津・浅野, 1983)、10月上旬定植で5～6週間である(本図・浅野, 1993; 本図ら, 1992)。

多くの品種で低温処理は乾燥状態(乾冷)より湿潤状態(湿冷)で高い効果が得られる(阿部ら, 1964)ため、実際栽培では湿冷が行われている。なお、湿冷に先だって2週間程度の乾冷を行うことで、処理中に芽を伸ばさずにより高い促成効果を得ることができる(本図, 1991)。1980年代までは、湿らせたオガクズに球茎を並べた状態で行う“オガクズパッキング”が一般的であったが、定植時に断根してしまう欠点があるため、現在はポリエチレンポットやペーパーポットに培

養土を詰めて植え付ける“ポット冷蔵”が主流である。

(2) 乾燥冷蔵・二階球

低温処理効果の面で湿冷に大きく劣る乾冷だが、乾冷は処理中に芽が伸びない利点があるため、湿冷の前に5週間以内の乾冷を行うと実用性が高い(本図, 1998a)。5週間以上では、母球の上に新球茎が直接形成される“二階球”が発生する。“二階球”はフリージアなどの南アフリカ原産のアヤメ科球根植物に特異的にみられる現象で、乾燥状態で2～17℃の涼低温に長期間遭遇した後に、生育適温に移すと発生する(青葉, 1972)。一旦形成された“二階球”は休眠状態にあるため、再び高温に遭遇して休眠を打破しない限り生育しない(Hartsema, 1962a)。

(3) 高温障害

花芽分化初期に高温に遭遇すると、花芽が障害を受け、開花時に奇形花になる(阿部ら, 1964)。この奇形花は形態の違いによって“花下がり”や“グラジオラス咲き花序”と呼ばれ(図5)、甚だしい場合は“異常花序”となる。高温遭遇時の障害発生の限界温度は品種や花芽発達段階によって異なり、多くの品種では第1小花が雌ずい形成期に達していれば、25℃に遭遇しても奇形花にはならない(林・相川, 1973)。しかし、内花被形成期以前に19℃に遭遇すると奇形花が発生する‘ブルーヘブン’や、いずれの発達段階でも奇形花が発生しない‘エレガンス’など、品種間差が極めて大きい(本図ら, 1998; 2000)。また、低温処理後に15～20℃で慣ら



図5 ‘ブルーヘブン’における高温障害の形態

し栽培を行うと高温障害が回避できる（海基，1979；岡田ら，1979）が，貧弱な草姿になる場合がある．むしろ，低温処理温度を一時的に5℃程度に下げ，外気温が下がるまでおいてから定植すると，切り花品質を低下させずに高温障害を回避できる（本図，2000）．また，シベレリン散布によっても回避できるが，花茎が細くなるために普及していない（榎田・浅平，1980）．

（4）地中冷却，局所冷房

地中冷却は冷凍機で水あるいはブラインなどの冷媒を所定の温度に冷却し，それらを地中に埋設した金属製あるいはプラスチック製などのパイプに通して地温を設定温度に維持する仕組みであり，アルストロメリアで開発された技術である（本図，1996c；Healy・Wilkins，1986；Vonk Noordegraaf，1981）．この技術をフリージアに応用すると高品質の切り花を早期に出荷でき（本図，1996b），オランダでは90%のフリージア栽培農家が導入している．しかし，日本では採算性がなく，このシステムを導入している農家は皆無である．オランダではかつて，改植時に冷却パイプを掘り起こす必要のない地下40cm以下に埋設していたが（Dijkhuizen・Holsteyn，1975），現在は温暖化で冷却効率が悪くなったため，定植機で一作ごとに地下10cmに埋設して効率を上げている．また，スポットエアコンを利用した局所冷房技術も検討されているが，効率が劣り実用化はされていない（平井・森，1995；Hirai・Mori，1996）．

4）抑制栽培

抑制栽培は球茎や木子の定植時期を遅らせることで可能となり，手法は大きく2つある．1つは2℃程度の低温で貯蔵した後に高温で休眠を打破したオランダ産球茎を輸入し植え付ける方法で，特別な処理は不要である（本図，1999；本図，2005）．もう1つは木子の25～30℃の高温貯蔵法で（土井ら，2001；豊原ら，2000），長期間の高温により過乾燥になるため湿度保持の工夫が必要である．抑制栽培の場合，幼若性を持っている木子で栄養成長期間が長くなるため切り花品質が優れ

る（今村ら，1996）．

2. 一般栽培技術

1) 土壌肥料

自生地の土壌は砂質を多く含んだ水はけの良い弱酸性土であるが，フリージアは湿潤条件，乾燥条件のいずれにも比較的適応能力が高い．どのような土壌でもよく生育するが，作業性や自生地の土壌条件から，栽培用土としては比較的軽めの火山灰土が適している．pHは6～6.5が好適範囲であるが（川田，1993），有機物が豊富であれば5.5でも良く生育し，pH5以下にならなければ目立った害は現われない．ただし，*F. andersoniae* など，アルカリ性を好む種類もある（Duncan，2010）．

また，フリージアは球根花きの中でも肥料に敏感に反応する種類で（Hussainら，2011；Karniewski，1974；Khanら，2012；Żurawik・Placek，2011），窒素，リン酸，カリとも生育に好適な温度条件で活発に吸収される．開花期までに最も多く吸収されるのはカリで，次いで窒素，カルシウム，リン酸，マグネシウムの順である．窒素とリン酸を同時に施用すると切り花品質が向上する．開花期までの1a当たりの養分吸収量は，窒素1.2～1.5kg，リン酸0.3～0.37kg，カリ1.9～2.4kgと，球根切花の中でも特に多くの土壌養分を必要とする．開花前2か月間に吸収された窒素とリン酸の大部分は花，花茎および新球へ，カリの多くは葉に移行する（林，1971a；林，1971b）．

定植時の窒素濃度が高いほどボリュームが大きくなる反面，‘ブルーヘブン’などの高温障害が発生しやすい品種を用いた冷蔵促成栽培では高温障害が多発して商品性が低下する．定植時の窒素濃度は，Kosugiら（1964）は100～200ppmが好適範囲としているが，冷蔵促成栽培では100ppm以下が良いと考えられる（本図，1995d）．

2) 生理障害

フリージアでは品種や土壌条件によって，商品性を

大きく損ねる赤茶色の葉先枯れが生じる場合がある (Smith・Danks, 1985). この葉先枯れは、ケイフッ酸処理や過リン酸石灰あるいは三重過リン酸石灰 (フッ素濃度 1.0~1.6%) の土壤施用により増加することから、フッ素害とみられている (Gilbertson-Ferriss・Wilkins, 1978a). フッ素はガス状態で存在し、土壤中のフッ素は水に溶脱せずに蓄積するために対策が困難である。現状としては、骨粉などのフッ素含量の少ない磷酸肥料を使用するようにする (川田, 1993).

3) 病害虫

フリージアを加害するウイルスは、インゲンマメ黄斑モザイクウイルス (*Bean yellow mosaic virus*: BYMV) (Kumar ら, 2009b), キュウリモザイクウイルス (*Cucumber mosaic virus*: CMV), フリージアモザイクウイルス (*Freesia mosaic virus*: FreMV) (Kumar ら, 2009a), フリージアストリークウイルス (*Freesia streak virus*: FSV) (井上・光畑, 1983), フリージアスネークウイルス (*Freesia sneak virus*: FreSV) の5種が知られており、FSVはBYMVあるいはFreMVと同種ともいわれている。前4種はいずれもアブラムシなどの虫媒感染で拡大するため農薬散布により防除が可能であるが、FreSVは土壤中の *Oplidium* 属菌によって伝染されるため、一見土壤伝染されているように見える。近年 FreSV の被害が拡大しており、国内 (前野, 2014; 水田ら, 2014) のみならず、海外 (Bobev・Taphradjiiski, 2013; Denkova ら, 2014; Vaira, 2009; Yoon ら, 2013) でも研究が盛んに行われている。薬剤防除は難しいが、還元型太陽熱土壤消毒で効果が高いといわれている。

4) 繁殖

繁殖法には、種子繁殖、球茎や木子による栄養繁殖および組織培養繁殖の3つの方法がある (Duncan, 2010; Wang, 2007).

種子繁殖は種子系品種で用いられ、栄養系品種では用いられない。種子を暗黒下で地温 15~18°C で播種すると3週間で発芽させることが可能である。あるいは、

地温 21°C で播種し、発芽後 14°C に移す方法も行われている (Wang, 2007).

球茎あるいは木子による繁殖は増殖率が悪いが、営利的にクローンを得る唯一の方法といえる。日本では球茎生産と切り花生産が分離しているため、八丈島や種子島で専作的に球茎が生産されている。露地栽培で生産されるため病害、特にウイルス汚染には注意を要し、発症株の抜き取りは慎重に行っている (清水園芸, 私信)。しかしオランダでは、専作的な球茎生産は行われておらず、施設切り花生産の切り下球を次作に用いる。また、オランダでは涼しい夏季を利用して露地栽培を行って球茎を増殖している (Doorduyn, 私信)。

フリージアでは低温を受けることによって球形成が誘導される (細谷, 2000; 虎太ら, 2000) ため、球茎の低温処理によって肥大効率を上げることが可能である。また、多糖類を被覆することによって、総重量は増やせないものの木子数を増やすことが可能である (Startek ら, 2005) が、いずれも営利的には行われていない。

オランダの Van Staaveren は 1963 年に、ウイルスフリーを目的として組織培養に最初に取り組んだ。その結果、コストが高いために営利的に球茎生産に利用することはできなかったが、“エリート”と呼ばれる健全母球を作出することが可能になった (Van Staaveren BV, 1995)。これらはその後、Nederlandse Algemene Keuringsdienst voor Siergewassen (NAKS: 現 Naktuinbouw) から生産者に供給されるようになった。1970~1980年代には多くの研究が行われ (Bach, 1987; Bajaj・Pierik, 1974; 森・狩野, 1972; 森ら, 1975; Pierik・Steegmans, 1976; Stimart・Ascher, 1982), その後平田ら (1995) が苗条原基 1g から1年間に160球程度の球茎を得る手法を開発し、Pourkhaloe・Khosh-Khui (2015) が2階球を用いることで消毒と増殖効率を上げることが可能にしたが、増殖技術としては実用段階には達していない。Wang ら (1990; 1994; 1996; 1998) は不定

胚を用いた急速増殖法を検討しているが、半数体、4倍体などの異数体が発生し、実用技術としては完成していない。

5) ポストハーベスト

フリージア切り花は低温ほど観賞期間が長く（横井ら、1975）、10℃で2週間であるが、20℃を超えると1週間以下と極めて短くなる。25℃以上では花卉が展開せず、13～20℃でのみ開葯後に満開に至る。13℃以下では開葯後に満開に至るため自然な開花とはいえないが、切り花観賞としては実用上問題がない（本図、1997b）。

フリージア切り花は収穫時に、1花房に5～10数輪の花蕾がついているが、輸送過程で乾燥状態を経過することで内生エチレンが発生するため、40%の花蕾は開花しない（Spikman, 1986）。フリージアはエチレンに敏感であるが（Spikman, 1987）、チオ硫酸銀錯塩（STS）処理により回避できる（Spikman, 1989）。さらに、STSにサイトカイニンなどを添加することにより観賞期間を延長できるが、開花数を増やす効果はない（Systema, 1987）。開花促進剤としては、（シュークロース 60g＋ハイドロキシキノリン硫酸塩（HQS）250mg＋CCC70mg＋硝酸銀 50mg） $\cdot \ell^{-1}$ の水溶液が効果的である（Wang, 2007）。STS以外ではWoodson（1987）が、シュークロース 20%＋ハイドロキシキノリンクエン酸塩（HQC）200mg $\cdot \ell^{-1}$ 水溶液に収穫後 24 時間浸漬処理することにより、観賞期間を長くできることを示している。

なお近年、海外では観賞時における灰色かび病の防除が盛んに検討されているが（Darras, 2003；Darrasら、2004；2005；2006a；2006b；2007；2010；2011）、日本で問題になることはほとんどない。

3. 芳香

森中ら（2002）は、フリージア 13 品種を供試して香り特性の官能評価法について検討し、12 段階の両極尺度と 5 段階の単極尺度を用いることにより、評価時期

および評価者が異なっても、同一品種サンプルはほぼ同様の評価を受けることが認められ、統計解析により香り特性を客観的に把握できることを明らかにしている。

香り成分については、小川香料の Harada・Mihara（1984）が‘ラインベルトゴールデンイエロー’を供試し、ガスクロマトグラフ質量分析計（GC-MS）で詳細に分析している。菰田（1995）はヘッドスペース法で黄色系品種の香り成分を分析している。間ら（1993）は同品種を Tenoax 法で香り成分を分析し、高温条件ほど発散量が多いことを示した。また、Wongchaochantら（2005）が、フリージア原種 9 種類および 16 品種の揮発性物質をヘッドスペース吸着／ガスクロマトグラフィー（HA/GC）法で分析し、リナロールが主成分のグループ 1、リナロール、2-フェニルエチルアセテート、ベンジルアルコール、の 3 種が主成分のグループ 2、テルピノーレンが主成分のグループ 3 に大別し、グループ 1 を 3 つのサブグループに分類した。また、これらのグループに属さない特徴的な香りを持つ原種も見いだした。さらに、Fuら（2007）も倍数性や遺伝性に関連づけながら香り成分を分析しているが、信頼性に欠ける結果となっている（Kaiser, 2010）。

その後、新種の発見などに伴って再編成された分類に従って成分を分析した結果、イオノンの有無で2群に大別できた。現在の園芸品種は主に *F. leichtlinii* subsp. *alba*, *F. leichtlinii* subsp. *leichtlinii* および *F. corymbosa* の3種を元にして育成されている。香り成分は両親から受け継がれる（高津・霞, 2003）ため、*F. refracta*, *F. virides* および *F. caryophyllacea* などを交配親に用いることで、ゲラニオール、ネロール、シトロネロールなどのこれまでにない香り成分を導入できる。このことは、フリージア育種において画期的な可能性があることを示している。たとえば、*F. caryophyllacea* あるいは *F. refracta* のゲラニオールによって、バラのような香りを持たせることも可能となるからである（Kaiser, 2010）。

V 営利生産の歴史

1. オランダ

オランダのフリージア切り花生産は、葉をつけずに収穫する、いわゆる“枝切り”栽培で、日本の“株切り”とは栽培形態が大きく異なる。株切りでは1球茎から1本しか収穫できないが、枝切りでは1球茎から数本の切り花が収穫できる (Motozu, 1994)。そのため栽培期間も長く、1圃場で年に1.9作しか栽培できないが、夏季収穫の作型 (春季定植) では露地栽培が行われることがある (川田, 1966)。休眠が破れた球茎を周年に渡って概ね定期的に植え付けるが、ボリュームを大きくする必要があり、日本式の低温処理は行われていない。逆に、定植後3週間は最低15℃に保ち、花芽分化を抑制して栄養生長を促している (De Hertough, 1996; Van Dijk ら, 1991)。一方、過繁茂になった場合には葉先刈りが行われている (Doorduyn, 私信)。また近年では90%の生産者が、あらかじめ地中にプラスチックパイプを埋設し、夏季は冷水を (今西, 1984)、冬季は温水を循環して (川田, 1993)、好適な生育環境を維持するようにしている。さらに、オランダの冬季は晴天がほとんどないため、補光 (Doorduyn・van Winden, 1986; Doorduyn, 1992) やCO₂施用 (Doorduyn, 1990) が励行されている。

オランダの営利生産は第2次世界大戦後に復活し、1980年代後半まで増加し続けたが、その後作付面積、農家数ともに急減に転じた (図6)。現在は、経営効率を上げるために国内で大規模化を図る (図7) か、アフリカなどの海外へ移転してオランダへ切り花を輸出している農家が多い (東條, 私信)。

戦後の生産急増はラインベルトゴールドンイエローの影響が大きい。強健さと周年開花性は生産者に、大輪で明確な花色と強い芳香は消費者に受け入れられた。また、‘ファンタジー’などの八重咲き品種の登場も

消費を後押しした。その後品種は変遷しているが (表3)、八重咲き品種と白色品種の割合が多いのと (図8)、日本ほど黄色品種の占める割合が高くなく、白色品種が40%と最も多いことが (図9)、日本と大きく異なっている。

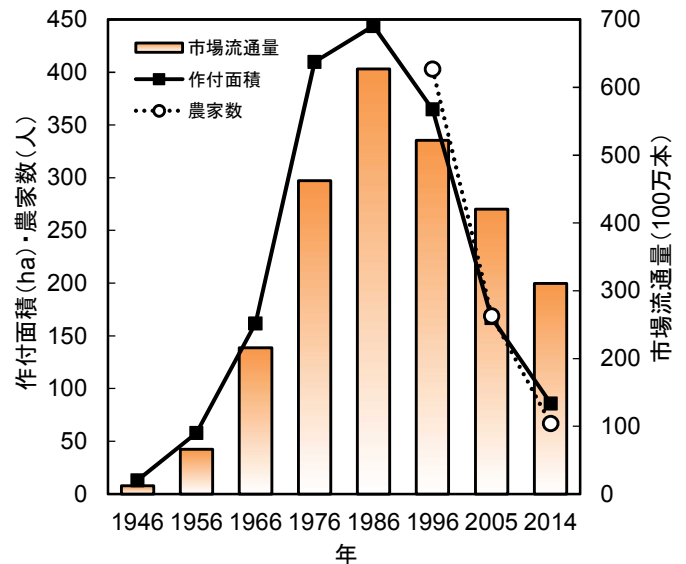


図6 オランダにおけるフリージアの作付面積、栽培農家数および市場流通量の推移 (1946～1986 流通量・面積: Van Staaveren BV, 1996～2014 農家数・流通量・面積: Land- en tuinbouwcijfers. CBS.)

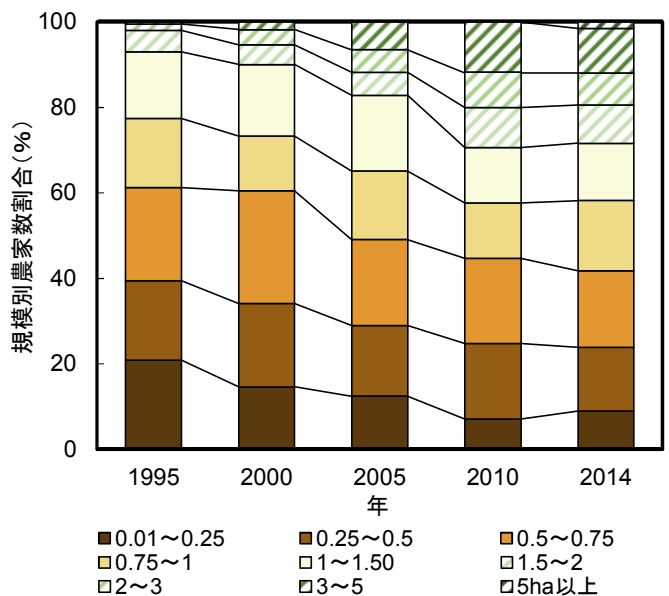


図7 オランダにおける規模別農家数割合の推移 (Land-en tuinbouwcijfers. CBS.)

表3 オランダにおける主力品種の推移

順位	1966年	特性 ^Y	1976年	特性	1986年	特性	1996年	特性	2006年	特性	2014年	特性
1	R. G. イエロー ^Z	SY	バレリーナ	SW	バレリーナ	SW	エレガンス	SW	アルジェンタ	SW	ボランテ	DW
2	ホワイトスワン	SW	オーロラ	SY	ブルーヘブン	SB	ボラリス	SW	デュカート	SY	アンバサダ	SW
3	スノーホワイト	SW	ファンタジー	DY	ミランダ	SW	アラジン	SY	アンバサダ	SW	パープルレイン	DB
4	ピンパネル	SR	ロイヤルブルー	SB	アテネ	SW	コートダジュール	SB	イボンヌ	DY	ソレイル	DY
5	ブルーウィンペル	SB	G. メロディー	SY	ボラリス	SW	グレース	DY	ボランテ	DW	アンビエンス	SW
6	グロリアソリス	SP	ブルーヘブン	SB	クラジナ	SY	イボンヌ	DY	ブルームーン	SB	デルタリバー	SY
7	ストックホルム	SR	R. G. イエロー	SY	コートダジュール	SB	G. ウェーブ	DY	ゴールドリバー	SY	ホワイトリバー	SW
8	オーロラ	SY	ミランダ	SW	G. ウェーブ	SY	ブルーヘブン	SB	アルデルニー	SY	ハネムーン	DP
9	モーツァルト	SW	ソナタ	SW	オーロラ	SY	ブルームーン	SB	パープルレイン	DB	ブルームーン	SB
10	ロイヤルゴールド	SY	ローズマリー	SP	ファンタジー	DY	カヤック	SY	ベルサイユ	DW	イボンヌ	DY

出典：1966～1996; Van Staaveren BV. 1995. , 2006; Vak. v. d. Bloemisterij. 21a. , 2014; Flora Holland Productlist.

^ZR:Rijnveld's, G:Golden

^YS:一重, D:八重, Y:黄, W:白, R:赤, P:桃, B:紫

2. 日本

フリージアが日本に導入されたのは1887年頃で(梶田, 1989), 1897年頃には種苗商の學稼園(東京都港区青山南町)から一般向けに球茎が販売されていた。

種苗定価一覧(図10)の記載内容から、販売されていたのは*F. leichtlinii* subsp. *alba*あるいは*F. leichtlinii* subsp. *leichtlinii*と推察される。その後は横浜植木株式会社が積極的に導入した。当初は会社近くの畑で露地栽培されたが、フリージアにとっては寒すぎる気候のため、1910年頃から静岡県磐田郡見附村(現磐田市)で栽培された。その後東京都足立区でフレームによる切り花栽培が、また神奈川県三浦郡下や千葉県安房郡千歳村(現南房総市)などの暖地では露地の切り花栽培が行われ、同時に球茎増殖も行われて球茎が販売された。

品種としては、1905年頃に‘アルバ’(現*F. leichtlinii* subsp. *alba*)が、1908年に*F. armstrongii*(現*F. corymbosa*)、‘アメシスト’および‘チャプマニー系’が、1916年に‘フィッシュエリー’(‘ピュアリティー’改良種)が、1918年頃には‘ピュアリティー’(*F. leichtlinii* subsp. *alba* 選抜種。ほぼ純白)が横浜植木株式会社によって導入されている。また、1929年には東京農産商会により‘バターカップ’が輸入された。これらの品種の中で、切り花用として白の‘アルバ’と黄色の‘バターカップ’が主に利用された。

フリージアの球茎は1919年頃から小笠原諸島の母島で生産されるようになった。その後、小笠原産の球茎

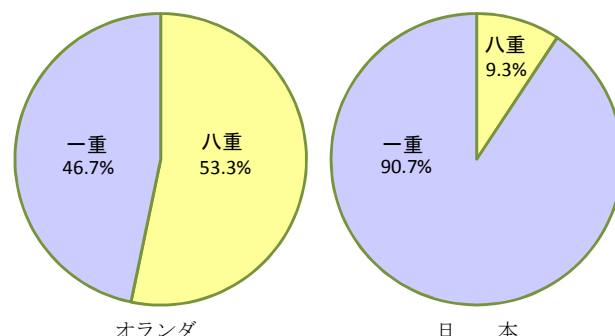


図8 オランダと日本におけるフリージアの八重咲き品種と一重咲き品種の構成比 (2014年)
(オランダ: Flora Holland, 日本: タキイ種苗)

は促成栽培した場合に開花が本土産より10日ほど早い

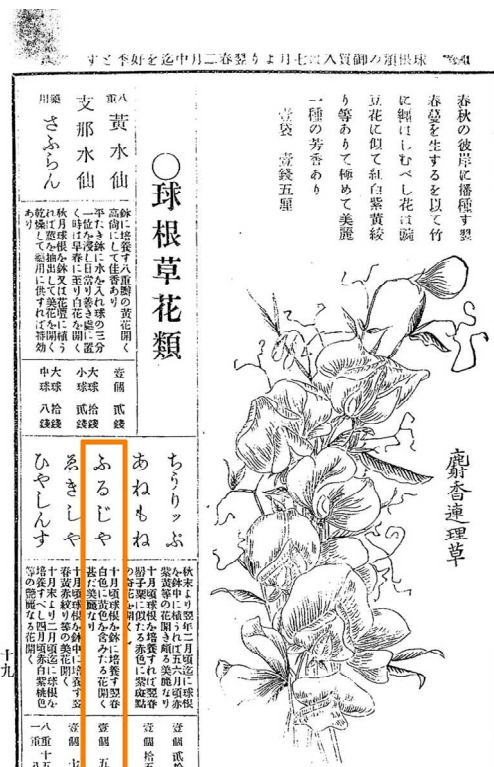


図10 明治時代におけるフリージア販売状況(學稼園 1897 種苗定価一覧, 木村敬介氏提供)

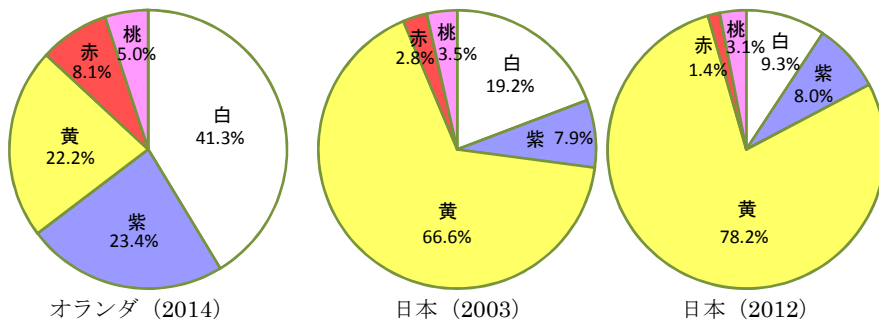


図9 オランダと日本におけるフリージアの花色構成比
(オランダ：Flora Holland, 日本：茨城県フリージア研究会調べ)

ことがわかり、主要品種の‘アルバ’の球茎主産地になったが、終戦間際には生産がなくなっていた。返還後、数人の生産者が島に戻って生産を開始したものの長くは続かなかった(谷口, 私信)。また1921年には静岡県見付村の‘レフラクタ’ (現 *F. leichtlinii* subsp. *leichtlinii* とされる) の球茎生産が八丈島に移った。その後八丈島は‘バターカップ’の球茎主産地になった。

第2次世界大戦で壊滅的に減少した切り花生産は、戦後まもなく再開された。生産の再開とともに球茎の輸入が盛んに行われ、1950年に八丈島の浅沼次作と大和農園により‘ホワイトマリー’と‘プリンセスマライケ’が輸入された。1950年代までは‘アルバ’や‘バターカップ’が主に栽培されていたが(白系品種が7~8割)、『ラインベルトゴールデンイエロー』の登場で状況は一変した。

‘ラインベルトゴールデンイエロー’は、池田成功(日本園芸社)が1957年に輸入した3,000球が最初である。

池田は英国の園芸雑誌に掲載された新品種の受賞についての記事に目をとめ、第一園芸の元常務で国際園芸社長の合田弘一に依頼して導入した。導入された球茎のほとんどは日本園芸社で試作されたが、100球が八丈ナーセリーの山下忠宏に渡って露地栽培

の試験が行われた。日本園芸社で生産された球茎はすべて1958年6月28日に山下に譲渡され、これらが八丈島での球茎生産の元となった。山下はこれらを増殖し、1959年に第一園芸に成球約10,000球を、東京大学の岡田正順博士に試験用球茎500球を、また千葉県石川清吉に切り花生産用木子5,000球を譲渡し、その後しばらくは主に第一園芸および石川と取引した。国内で初めて‘ラインベルトゴールデンイエロー’の球茎を販売したのは第一園芸で、1960年秋のカタログで試験用球茎を販売している(山下, 私信)。

沖永良部島に‘ラインベルトゴールデンイエロー’が最初に導入されたのは1960年と思われる。山下は同島山田商会の山田三千茂から、当時第一園芸の代理人であった千葉県の押元静夫から‘ラインベルトゴールデンイエロー’の木子入手したと再三聞いている。押元は石川と懇意であったことから、沖永良部への最初の‘ラインベルトゴールデンイエロー’は石川から渡った

ものと山下は推察している。さらに沖永良部島では石川経由以外の経路でも球茎を導入して生産が急増し、1976年には生産過剰になっ

表4 日本における主力品種および球茎流通量の推移

順位	2006年	特性構成比	2009年	特性構成比	2012年	特性構成比	2015年	特性構成比
1	アラジン	SY 41.2	アラジン	SY 45.3	アラジン	SY 54.0	アラジン	SY 55.0
2	エレガンス	SW 16.5	エレガンス	SW 6.4	エレガンス	SW 7.7	アヌーク	SW 6.7
3	テキサス	SY 7.3	テキサス	SY 6.2	アヌーク	SW 7.1	G. フィンガー ^Y	SY 5.3
4	テクセル	SY 6.2	アンバサダー	SW 5.4	ポートサルー	SY 4.5	バージニア	DW 3.9
5	シンデレラ	SY 3.9	ブルームーン	SB 5.3	サンドラ	SP 3.9	マヤ	SY 3.6
6	アンバサダー	SW 3.7	ハネムーン	DP 5.0	G. フィンガー	SY 3.8	ピンクサン	SP 3.2
7	サンドラ	SP 3.2	ポートサルー	SY 4.4	ブルームーン	SB 3.4	ブルームーン	SB 2.4
8	オペロン	SR 3.0	テクセル	SY 4.1	ハネムーン	DP 1.9	オパラ	SP 2.4
9	ピンクサン	SP 2.4	シンデレラ	SY 3.3	テキサス	SY 1.9	ブルバード	DY 2.3
10	サルニア	SY 2.3	サンドラ	SP 3.2	ゴールデンゲート	DY 1.8	アンコナ	DB 2.0
	その他	10.3	その他	11.4	その他	10.0	その他	13.2
	販売総量比	100		51.7		29.4		22.1

出典:タキイ種苗株式会社

² S:一重, D:八重, Y:黄, W:白, R:赤, P:桃, B:紫

^Y G:Gold

た(山下, 私信). また, この頃奄美大島でも球茎生産が開始されている. この‘ラインベルトゴールデンイエロー’は強健性と周年開花性に加えて, 高い冷蔵促成適応性を持っていたこと, さらにこの品種を対象に休眠打破法や冷蔵促成栽培技術が開発された(阿部ら, 1964) こともあって急速に栽培を伸ばした.

黄色系では1960年頃から30年以上, ‘ラインベルトゴールデンイエロー’が主力であったが, その後さらに大輪の‘ゴールデンリーダ’や‘アマゾン’に主力品種が代わった. しかし, これらの品種は短命で, 1990年頃から導入された‘アラジン’にその座を明け渡した. ‘アラジン’は大輪で剛直な花茎で栽培しやすく, その後現在まで主力品種として君臨している. 白色系では‘アルバ’から‘ホワイトマリー’へ, そして‘エベレスト’, ‘エレガンス’へと変遷した. ‘エレガンス’の寿命は20年以上と長かったが, 近年生産がなくなり, ‘アヌーク’や‘アンバサダー’などに代わった. 紫色系, 桃色系, 赤色系では品種は一定していない(表4). 八重品種の割合はオランダと異なり非常に低いが(図8), タキイ種苗株式会社では近年消費を刺激するために八重品種の導入を増やしている(表4). また, 日本では従前から黄色品種の割合が60%以上と高かったが, 近年さらに黄色品種へ(図9), 特に‘アラジン’に集中する傾向がみられる(表4). 国内で過半数の球茎を生産・供給している清水園芸株式会社では, 2015年では黄色系品種が70%(‘アラジン’:59%, ‘ラピットイエロー’:8%, ‘シンデレラ’:2%)で, 白色品種が10%(‘アヌーク’:6%, ‘アンバサダー’:4%)で, 紫色, 桃色, 赤色品種で残り20%である. 最近オランダで育成される品種は‘株切り’に適さない品種が多く, 取扱い品種の80%は古くからある品種である(清水, 私信).

日本では消費形態が‘株切り’であったため, 切り花生産と球茎生産とが分業化していた(本図, 2014a; 2014b). さらに, ‘株切り栽培’に適した休眠打破法と促成栽培法が開発され, 全国的に普及して日本独自の

生産体系が確立された(Kawata, 1973; 本図, 1995a; 1995b; 1995c). 後年抑制栽培法が開発されたが, 営利栽培はほとんど行われていない.

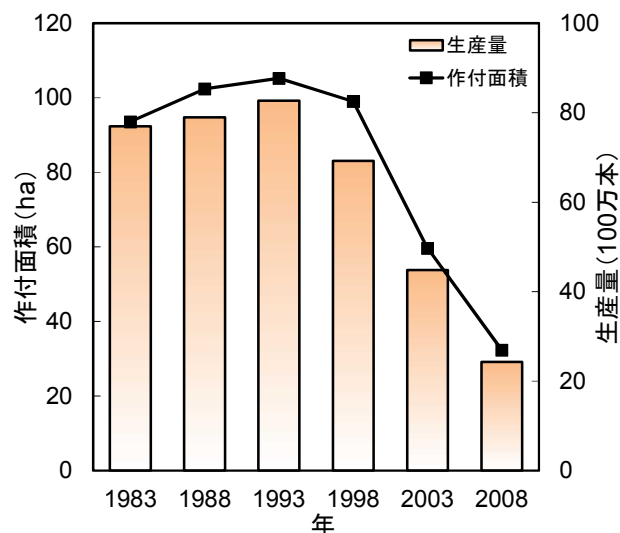


図11 国内におけるフリージア生産量・作付面積の推移 (1983~1993: 花きの生産状況調査, 1998: 花き生産出荷統計, 2003: 花き流通統計調査報告より推定, 2008: 全国専門技術指導員調査結果)

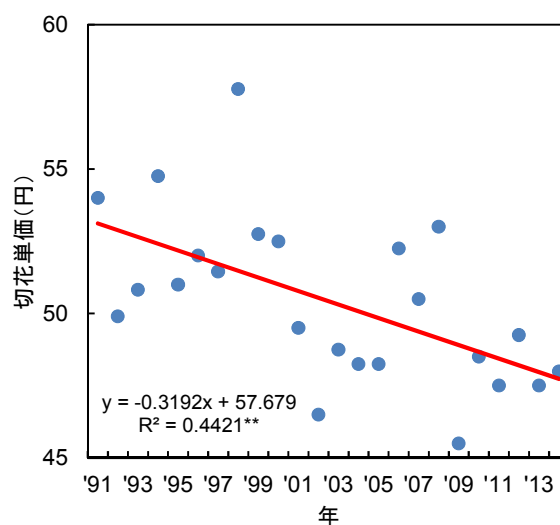


図12 フリージア切り花単価(12~2月平均)の推移 (東京都中央卸売市場統計情報年報: 1991~2014)

第二次世界大戦で壊滅状態になったフリージア生産は, 1980年代初頭までは経済成長に比例するように伸びていき, 1983年には94haの作付面積になり, その後も拡大した. 1992年からの隔離検疫栽培免除によって多品種のオランダ産球茎が輸入されるようになり, 花色などが多様化して消費を刺激し(本図, 2000), 最盛

期には8,000万本を越す生産量があった。しかし、1993年ごろを境に減少に転じ、1998年以降は急減している(図11)。生産量減少の要因は高齢化による生産者の減少や、長期的な切り花単価の下落(図12)による経営悪化に対応した作付け品目の転換と推察される。さらに、切り花単価が下がる中、燃料費の高騰などにより生産費が下がることはなく、相対的に所得減になっている影響は極めて大きい(図13)。特に、種苗費は長年単価が上がっていない(清水, 私信)ものの、生産費に占める割合が相対的に増加したために現在では50%以上の要素になっている。この生産量の減少を受け、東京都中央卸売市場の取扱額も切り花全体では横這い傾向の中、フリージア取扱額は減少傾向にある(図14)。これらを裏付けるように、タキイ種苗株式会社における球茎販売量は2006年に対し2015年では22%に激減している(表4)。清水園芸株式会社ではタキイ種苗株式会社ほどではないが、この10年間で販売量は半減している(清水, 私信)。生産額は静岡県が長年首位であったが、2008年では茨城県が最も多くなっている(表5)。近年は茨城県(23%)、東京都(19%)、千葉県(15%)の上位3県で過半数のシェアを占めている(図15)。

なお、オランダ産球茎は周年供給が可能のため(本図, 1999)、1992年からの隔離検疫栽培免除により周年生産を目指した作期拡大が期待されたが、高温期には観賞期間が短くなること、窓を開放する季節には芳香が屋外に流れてしまって魅力が発揮できないことなどの理由から、従来の出荷期(11月~3月)が大きく拡大することはなかった。“枝切り栽培”も1980年代後半から試験的に導入されたが、“株切り栽培”とは作業体系が大きく異なるため同一経営体での共存が難しく、現在は“ユーロシリーズ”など、ご

くわずかしが行われていない(高館, 私信)。また、種子系フリージアも発芽条件などが検討されたが(佐藤・川村, 1993)、営利生産は定着しなかった。

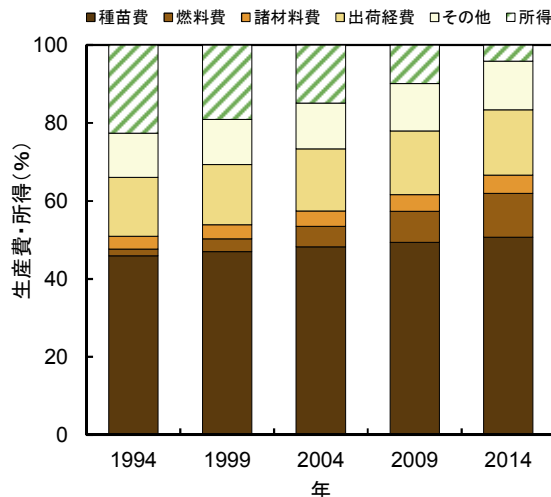


図13 切り花販売額に占める生産費および所得の割合(茨城県主要作目・作型別経営指標および切花単価の推移(図12)を基に算出)

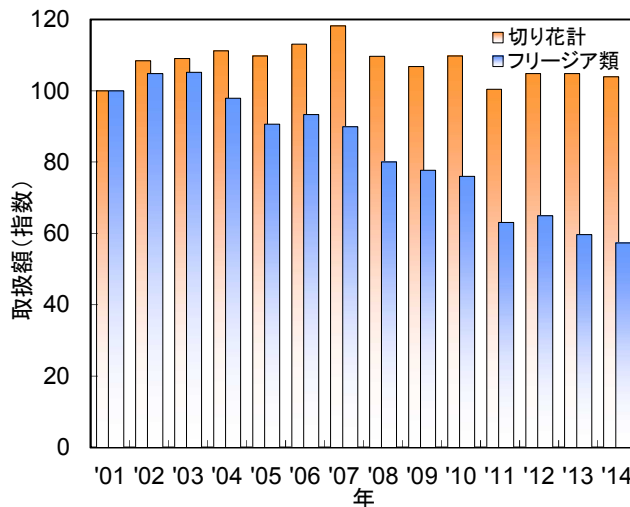


図14 東京都中央卸売市場における取扱額の推移(指数)(東京都中央卸売市場統計情報年報: 2001~2014)

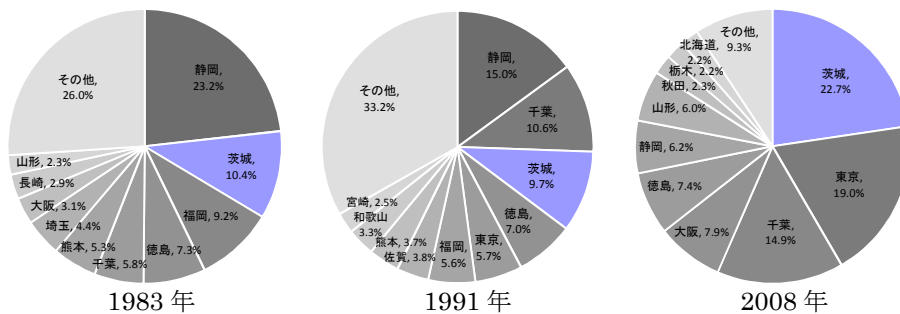


図15 フリージア出荷額における県別割合の推移(1983,1991: 花きの生産状況調査, 2008: 全国専技会調べ)

3. 茨城県

現在茨城県にはフリージアに関して2組織（茨城県フリージア研究会、竜ヶ崎花卉組合）が存在し、県内生産者はいずれかの組織に属している。

茨城県のフリージア生産は、1948年頃に伊奈村（現つくばみらい市）の鈴木 茂が導入したことに始まる。当初は油障子フレームで保温する促成栽培を行っていたが、数年後のビニールフィルムの出現と同時に木骨ハウスを建設、アルバ系品種を練炭で加温して2~3月に出荷するようになった。栽培面積は、1950年には132㎡であったが、1960年には330㎡、1970年には660㎡、1980年には1,634㎡に拡大している。当初は保温・加温による促成栽培のみであったが、その後‘ラインベルトゴールドンイエロー’で確立された低温処理法が普及し始めた。1955年頃は埼玉県深谷市にある冷蔵庫で低温処理を行った。次は、払い下げてもらった小学校の昼食保温器に氷を入れて処理を行うようになった。そして、玉川温室村（東京都世田谷区）の冷蔵庫を借りて湿潤低温処理を行うようになり、その後、土浦市荒川沖にある朝日冷蔵の冷蔵庫を借りて処理を行うようになったが、1972年以降は土浦市矢作の雨谷十郎が補助事業で建てた冷蔵庫で行うようになった。その後自家に冷蔵庫を建てるに至り低温処理に関する不安がなくなった。鈴木は極めて鋭い栽培感覚を持っているとともに開放的な性格でもあったため、1960年設立間もない茨城県園芸試験場（阿見町）の小西国義技師（現岡山大学名誉教授、農学博士）は自転車、同稲葉久仁雄技師（現 島根大学名誉教授、農学博士）は自動車、25kmほどの悪路を足繁く通り情報交換を行っていたそうである。伊奈村では鈴木の影響でフリージア生産を始める生産者が増え、最盛期には20名以上に達した。生産者の熱意は高く、花卉組合を設立するとともに、各人の出資で自動車を購入し、東京の大森、下谷、上野、芝、駒込などの市場に直接搬入していた。現在生産者は、谷口三郎、稲葉 茂、文蔵雄嗣そして

鈴木 茂の後継者の鈴木崇弘の4名である（稲葉、鈴木、私信）。

鈴木がフリージア生産を始めてまもなくの1950年、下館市（現筑西市）の鉄砲塚清四朗がフリージア生産を始めている。鉄砲塚は東京都世田谷区から福島県に疎開していた花き生産農家で研修した後に、下館市でスイートピーやフリージアの生産を始めたが、10年足らずで花き経営から離れた。しかし、鉄砲塚の教えは隣接する協和村（現筑西市）の小野塚盈夫に引き継がれ現在も生産が続いている。なお、当時鉄砲塚は伊奈村の鈴木や他の生産者とは関わりがなく、‘アルバ’や‘バターカップ’などを個人で小山市場などに出荷していた。また、鉄砲塚はその後飼料販売業や農産加工業などに転じ、現在ジャム業界では全国的に高名である（小野塚・鉄砲塚、私信）。

桜村（現つくば市）では1954年頃、5、6名の生産者でフリージア生産が始まった。当初は伊奈村と同じく玉川温室村の冷蔵庫や、民間の製氷設備の通路などで低温処理を行っていたが、1972年に雨貝の冷蔵庫が建設されると、低温処理を安定して行えるようになった。最盛期には伊奈村、出島村に次ぐ産地であったが、現在の生産者は平島光治のみである（平島、私信）。

出島村では1968年に、雨貝十郎の義弟の山中恒夫が中心となってフリージア生産が始まった。山中は雨貝の紹介を受け、他の生産者とともに鈴木 茂に教えを受け技術を磨いていった。低温処理は雨貝の冷蔵庫を利用した。それまでキュウリ生産を行っていた玉沢巽、浅野 寛、山口 栄らもフリージア生産に転じ、1970年には隣接する土浦東部地区と併せて150万本の出荷量を誇ったが、現在の生産者は円城寺泰喜、山口栄の2名のみとなった。またこの頃、土浦市東部地区や西部の今泉地区でもフリージアが盛んに生産されたが、現在生産者はいない（円城寺、私信）。

牛久市の生産者は大山勝久のみであったが、現在も後継者とともに生産を続けFAJに出荷している。大山

は1968年に埼玉県北本市の花き農家で研修し、その後5年間ほどは研修の1年先輩である利根町の宮本らと一緒にフリージアを生産していた。1973年に宮本らが竜ヶ崎花卉組合（後述）を組織することになったが、大山は従前から牛久花卉組合に加入していたため、その後宮本らとは別に個人で生産することにし、後にフリージア研究会（後述）に属して現在に至る（大山、私信）。

境町の倉持和弘は、他の生産者とはひととき離れた地で生産している。倉持は1967年に高校を卒業後、越谷の農家で友人とともにチューリップとフリージア生産の研修を受けた。研修後、友人はチューリップ生産を、倉持はフリージア生産を始めることになった。県内近隣に同業者がいなかったため、隣接の埼玉県杉戸市の高館らとともに技術を研鑽した。またやや離れてはいるが、同じ個人生産者の小野塚（協和町）と情報交換を行って技術向上に励んだ。その後茨城県フリージア研究会の発足と同時に入会し、現在は後継者とともにフリージア経営を営んでいる（倉持、私信）。

その他の地域では、八郷町（現石岡市）の川井康司・長谷川光宏、友部町（現笠間市）の鶴田忠雄、水海道市（現常総市）の淀名和清などの生産者がいたが、現在ではいずれも他品目に転向している。

茨城県の生産量は、最盛期には800～900万本に達したと推定されるが、高齢化や切り花単価の下落による生産者の減少により、2003年以降大きく減少している（図16）。しかし、全国的に生産量が減少する中（図11）、茨城県は他県より生産減少の程度が小さかったと推察され、現在では全国一の産地となっている（表5、図15）。

1) 茨城県フリージア研究会

生産技術については、1945年頃から伊奈村の鈴木茂が中心となり、個人間で研修を重ねてきたが、1980年代中頃に組織的に情報交換を行う動きが高まった。当時、茨城県花き園芸協会が専門部会への補助を決定

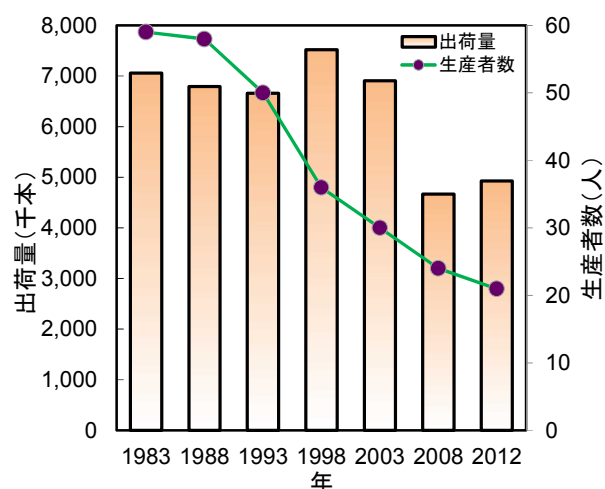


図16 茨城県におけるフリージア出荷量および生産者数の推移
 (出荷量：1983～1993；花きの生産状況調査，1998；花き生産出荷統計，2003～；生産者団体からの聞き取り
 生産者数：茨城県フリージア研究会員数＋竜ヶ崎花卉組合員数)

表5 フリージア生産額における主産県の推移

順位	1983	1988	1993	1998	2003	2008
1	静岡	静岡	静岡	静岡	千葉	茨城
2	茨城	茨城	千葉	千葉	茨城	東京
3	福岡	東京	茨城	茨城	東京	千葉
4	徳島	福岡	徳島	東京	静岡	大阪
5	千葉	徳島	東京	徳島	大阪	徳島
6	熊本	千葉	大阪	大阪	徳島	静岡
7	埼玉	栃木	福岡	福岡	山形	山形
8	大阪	佐賀	北海道	山形	福岡	秋田
9	長崎	埼玉	山形	栃木	北海道	栃木
10	山形	大阪	熊本	北海道	栃木	北海道

出典：1983～1993；花きの生産状況調査，1998～2003；生産農業所得統計，2008；全国花き専門技術指導員調査結果

したことも組織化を後押しした。発足会議が伊奈村の稲葉を議長にして土浦合同庁舎で開催され、1986年3月5日に茨城県フリージア研究会（以下研究会）が発足した。初代会長は鈴木木の推薦で桜村の坂 昭に決定し、以後会長は稲葉 茂（伊奈村）、玉沢 翼（出島村）、平島光治（桜村）と続き、2016年現在は大山勝久（牛久市）である。発足時の会員は43名で翌年には2名増えたものの、その後生産者が減り現在は12名となっている。研究会は情報交換や技術研鑽を主な目的とする組織で、総会と低温処理効果の確認のための花芽顕鏡会や現地研修会などの研究会を年に数回開催している。また、都内地方市場の中央卸売市場化に向けて出荷規

格や出荷箱の統一を検討したこともあったが、最終的には統一することができず、個選個販の状態が続いている。生産量などの情報共有は発足時より行われており、最盛期の生産量は研究会のみで 500 万本ほどと推定されるが、2003 年には約 400 万本に、2008 年には約 200 万本に減り、それ以降はほぼ横ばいで推移している。花色構成は、2003 年は黄色が約 65%、白色が約 20%、紫色、赤色、桃色で約 15%であったが、2008 年度では黄色が約 80%と集中度が高まり、白色が特に減っている(図 9)。特に‘アラジン’に依存する傾向が高く、年々占有率が高まっている(表 4)。

2) 竜ヶ崎花卉組合

竜ヶ崎花卉組合(以下組合)は研究会とは異なり、情報交換や技術研鑽だけではなく経営をひとつにする組織である。組合は、埼玉県北本市の農家で研修した利根町の五十嵐猛と宮本忠夫が中心となって 1973 年に組織された。まず 1966 年に五十嵐が北本市の農家で研修し、1967 年に宮本、1968 年に大山(牛久市)、そして出身高校の後輩が続いた。研修後にはそれぞれ個人で花き経営を営んでいたが、15 人ほどの生産者が揃った段階で、竜ヶ崎花卉組合を発足した。初期には出荷経費節減のためにカーネーションなどの生産者も加わっており、最大時には 30 名弱の組合員がいた。フリージアについては共選共販で栽培品種なども組合内で調整しているが、後作品目については個人の自由を尊重し経営にも介入していない。

五十嵐と宮本の栽培感覚と経営感覚は極めて優れ、当初から 2 人が先導してきたが、数年前に五十嵐が他界した後は宮本が中心となっている。彼らは 1987 年頃国内で最初に“枝切り栽培”を試験的に導入し、‘ボラリス’、‘パナマ’、‘ローレイ’などオランダで栽培されている最新の品種を栽培した。試作結果はよかったが、“株切り栽培”との両立が難しいこと、ウイルスに弱い品種であったことなどから本格導入は断念した。

現在組合員は宮本、五十嵐(猛の息子)、山中、杉野、

蛭原など 8 名で、基幹品目のフリージアの出荷量は 300 万本余りである。「日本で一番早いフリージアから一番遅いフリージアまで」を目標に生産に励んでおり、量だけではなく質においても全国有数の産地である。出荷市場は全国に及んでおり、最大の出荷市場である(株)大田花きには定期的に足を運び、情報収集や意見交換を欠かさない。品種構成は他産地と同様で、‘アラジン’中心の黄色が約 6 割、白色が 2 割、紫色、赤色、桃色が約 2 割で近年黄色品種へ集中する傾向にある。現在会員の高齢化などの問題はあがるが、主な生産者では後継者が確実に育っている(宮本、私信)。

4. 石川県

国内のいずれの産地も生産減少が続く中、自県で育成した新品種を利用して唯一生産を伸ばしている産地が石川県である。品種育成の中心的役割を担った村濱(私信)によれば、その経過は以下のとおりである。

石川県では積雪や寡日照のために冬季の花き生産が少なかったが、最低気温が -5°C を下回ることがないため、大阪府立大学名誉教授今西英雄博士の指導を仰ぎ、無加温ハウスで栽培可能なフリージア生産を進めてきた。ところが、オランダで育成された営利品種は石川県の気象条件に合わず、季咲き栽培では需要期を過ぎた 4 月に開花するため生産が減少していた。そこで、石川県の気象条件に合い、「黄色で香りの良い花」という概念を打ち砕く品種の育成を行った。

1997 年に行った 15 組み合わせの交配から 485 粒を播種し、15 個体を選抜した。この中から 2002 年に、草姿の優れ、浅紫色の 1 系統を選抜した。区別性、均一性が確認できたことから、2007 年 3 月に「石川 f1 号」として品種登録出願し、2009 年 3 月に品種登録された。‘ブルーヘブン’より長い切り花が得やすく、花下がりがないことから商品化率が高く、花色の評価も高い。

「石川 f1 号」の市場性評価時に他の花色の品種を強く要望されたため、新たな花色の品種を育成すること

とした。また、国内で普及している品種のほとんどが一重咲きであったため、新たな需要を喚起するために八重咲きも育種目標に加えた。2004～2006年に行った345組み合わせの交配から18,882個体を選抜した。一次選抜から生産および流通関係者の意見を得ながら選抜を行い、2008年の選抜評価会で40系統を選抜し、2011年に6系統に絞り込んだ。選抜した6系統には区別性、均一性が確認できたことから、2011年6月に「石川 f2号」、「石川 f3号」、「石川 f4号」、「石川 f5号」、「石川 f6号」、「石川 f7号」として品種登録出願し、2013年12月に品種登録された。「石川 f6号」、「石川 f7号」は八重咲きである。また、いずれの品種も石川県の無加温普通栽培で3月に開花する。なお現在、白色品種について育成中である。

「石川 f1号」育成時に、その後の育成品種も含めてシリーズ（商標）で販売することを決定し、番号を用いた品種名にすることにした。「石川 f2号」～「石川 f7号」育成後、2012年2～4月に、シリーズ名称を全国に公募した。季咲き栽培で3月に開花することから「旅立ちを祝う花」をコンセプトとして、花言葉とキャッチフレーズも同時に公募したところ、全国から約2500通の応募があった。名称は、軽快な、優雅な、を意味する「エアリー」に、ローマ神話の花と豊穡と春の女神である「フローラ」を組合せて「エアリーフローラ」に決定し、商標はJA全農いしかわが登録した。また、最盛期が卒業式・入学式シーズンのため、キャッチフレーズは「旅立ちを祝う花」に、花言葉は「希望」となった。なおこの結果、「石川 f1号」は「エアリーフローラパープル」、「石川 f2号」は「エアリーフローライエロー」、「石川 f3号」は「エアリーフローラローズ」、「石川 f4号」は「エアリーフローラピンク」、「石川 f5号」は「エアリーフローラオレンジ」、「石川 f6号」は「エアリーフローラピーチ」、そして「石川 f7号」は「エアリーフローラレッド」として生産・販売されている。

なお、(一財)日本花普及センターが主催するジャパ

ンフラワーセレクション2013において、「エアリーフローラピーチ」、「エアリーフローラレッド」、「エアリーフローラピンク」が入賞し、特に「エアリーフローラピーチ」は「日本フラワー・オブ・ザ・イヤー2013」の「フレグランス特別賞」と「モニター特別賞」を受賞している。また、F&Gジャパンセレクション2013では、「エアリーフローラピーチ」が第2位を、「エアリーフローラパープル」が第3位を受賞している。

「エアリーフローラシリーズ」の栽培許諾は石川県内限定となっている。出荷は2012年に2万本だったが毎年倍増し、5年目の平成27年シーズンは30万本の出荷となっている。石川県内のフリージア生産はほぼ「エアリーフローラシリーズ」のみで、他産地とは品種構成が大きく異なる。また、石川県とJA全農いしかわ、生産者組織のエアリーフローラ振興会、県内花き2市場および小売店からなる「エアリーフローラデビュープロモーション実行委員会」を組織し、マスコミや北陸新幹線開通式などの様々な機会を利用しながら積極的なプロモーション活動を行っている。

VI おわりに

近年発見された、あるいはフリージア属に組み入れられた新種は、これまでの原種にはない特性を持っており、その利用価値は大きい。たとえば、*F. refracta*, *F. viridis* および *F. caryophyllacea*などを交配親に用いることで新たな芳香の獲得が期待できる。あるいは、これまでになく花形の *F. laxa*, 大輪の *F. speciosa*, 出荷期を広げる可能性のある早生の *F. caryophyllacea* および *F. fucata*, 耐凍性と耐干性をもつ *F. andersoniae*がある (Manning・Goldblatt, 2010)。今後これらの原種を活用することで、これまでになく魅力ある品種が育成され、生産・消費が再び活況を呈することを期待したい。

謝 辞

とりまとめに当たり、大阪府立大学名誉教授今西英雄博士にはご指導を頂いた。八丈ナーセリー山下忠宏氏、元千葉県暖地園芸試験場長林 角郎博士、株式会社サカタのタネ東條一哉氏、タキイ種苗株式会社木村幹男氏、清水園芸清水克己氏、高成園高館雅美氏、石川農総研村濱 稔博士、元オランダ花き・施設野菜試験場Joop Doorduyn氏、オーニングス社Evert van Zanten氏、ジャム職人鉄砲塚清四朗氏、チューリップ研究家木村敬助氏、茨城県フリージア研究会稲葉 茂氏、谷口三郎氏、鈴木崇弘氏、小野塚盈夫氏、平島光治氏、円城寺泰喜氏、大山勝久氏、倉持和弘氏、竜ヶ崎花卉組合宮本忠夫氏には貴重な情報を提供していただいた。ここに記して謝意を表する。

引用文献

- 阿部定夫・川田穰一・歌田明子 (1964) フリージアの開花促進に関する研究. I 球根冷蔵, 植え付け当座の温度ならびに休眠の影響について. 園試報. A3: 51-317.
- 間 浩美・山口優一・須藤憲一 (1993) Tenax 法を用いたヒヤシンスとフリージアの香気成分の測定. 園学雑. 62 別2 : 460-461.
- 青葉 高 (1972) 球根植物の球形成に及ぼす温度の影響 (第1報). 温度条件がフリージアの2階球形成に及ぼす影響. 園学雑. 41: 290-296.
- Bach, A. (1987) The capability of in vitro regeneration of various cultivars of *freesia hybrida*. Acta Hort. 212:715-718.
- Bajaj, Y.P.S. and R.L.M. Pierik (1974) Vegetative propagation of *Freesia* through callus cultures. Neth. J. agri. Sci. 22:153-159.
- Berghoef, J., A.P. Zenvenbergen and H. Imanishi (1986) The effect of temperature and ethylene on dormancy of freesia corms. Acta Hort. 177: 631-635.
- Bobev, S. G. and O. I. Taphradjiiski (2013) First report of freesia sneak virus associated with foliar necrosis of *Freesia refracta* in Bulgaria. Plant Disease J. 97: 1514. (Abstract) .
- Darlington, C. D. and A. P. Wylie (1955) p. 389. Chromosome Atlas of Flowering Plants. Allen & Unwin. London.
- Darras, A. I. (2003) Biology and management of freesia flower speckling caused by *Botrytis cinerea*. PhD thesis. pp. 382. Cranfield Univ. Silsoe.
- Darras, A. I., D. C. Joyce and L. A. Terry (2004) A survey of possible associations between preharvest environment conditions and postharvest rejections of cut freesia flowers. Animal Production Sci. 44: 103-108.
- Darras, A. I., D. C. Joyce and L. A. Terry (2006a) Acibenzolar-S-methyl and methyl jasmonate treatments of glasshouse-grown freesias suppress post-harvest petal speckling caused by *Botrytis cinerea*. J. Hort. Sci. & Biotech. 81: 1043-1051.
- Darras, A. I., D. C. Joyce and L. A. Terry (2010) Postharvest UV-C irradiation on cut *Freesia hybrida* L. inflorescences suppresses petal speckling caused by *Botrytis cinerea*. Postharvest Bio. and Tech. 55: 186-188.
- Darras, A. I., D. C. Joyce and L. A. Terry (2011) Methyl jasmonate and acibenzolar-S-methyl protect cut *Freesia hybrida* inflorescences against *Botrytis cinerea*, but do not act synergistically. J. Hort. Sci. & Biotech. 86: 74-78.
- Darras, A. I., D. C. Joyce. L. A. Terry. N. E. Pompodakis and C. I. Dimitriadis (2007) Efficacy of postharvest treatments with acibenzolar-S-methyl and methyl jasmonate against *Botrytis cinerea* infecting cut *Freesia hybrida* L. flowers. Australasian Plant Pathology. 36: 332-340.
- Darras, A. I., D. C. Joyce. L. A. Terry and I. Vloutoglou

- (2006b) Postharvest infection of *Freesia hybrida* flowers by *Botrytis cinerea*. Australasian Plant Pathology. 35: 55-63.
- Darras, A. I., L. A. Terry and D. C. Joyce (2005) Methyl jasmonate vapour treatment suppresses specking caused by *Botrytis cinerea* on cut *Freesia hybrida* L. flowers. Postharvest Bio. and Tech. 38: 175-182.
- De Hertough, A. A. (1996) Holland Bulb Forcer's Guide. C-59-63. Alkemedede Printing BV. Lisse.
- De Lint, P.J.A. (1969) Flowering in freesia: Temperatures and corms. Acta Hort. 14: 125-131.
- Denkova, S., N. Bakardjieva and V. Ivanova (2014) Virus diseases of *Freesia* in Bulgaria. Biotech. & Biotechnological Equipment. 8: 57-61.
- Dijkhuizen, T., and G.P.A. van Holsteyn. (1975) Soil cooling for freesia's. Acta Hort. 51: 123-130.
- 土井元章・今村有里・今西英雄 (1995) フリージアの花芽形成のための低温感応可能時期と茎頂の大きさとの関係. 園学雑. 64 別2 : 552 - 553.
- 土井元章・虎太 (今村) 有里・馬庭弘和・今西英雄 (2001) 抑制栽培のためのフリージア木子の高湿貯蔵法. 園学雑. 70: 740-746.
- Doorduyn, J.C. (1990) Effects of CO₂ and plant density on growth and yield of glasshouse grown freesias. Acta Hort. 268: 171-177.
- Doorduyn, J.C. (1992) Effects of photosynthetic lighting on freesia grown for winter-flowering. Acta Hort. 325: 85-90.
- Doorduyn, J.C. and C.M.M. van Winden (1986) Effects of light on the time of flowering, yield and quality of corm freesias grown in glasshouses. Acta Hort. 177:331-340.
- Duncan, G D. (2010) Cultivation and propagation of *Freesia* species. p. 96-103. In: J. C. Manning and P. Goldblatt (eds). *Freesia*. SANBI. Pretoria.79.
- Forest, F., I. Tatrenko, J. C. Manning and P. Goldblatt. (2010) Phylogenetic relationships. p. 22-25. In: J. C. Manning and P. Goldblatt (eds). *Freesia*. SANBI. Pretoria.
- Fu, Y., X. Gao, Y. Xue, Y. Hui, F. Chen, Q. Su and L. Wang (2007) Volatile compounds in the flowers of *Freesia* parental species and hybrids. J. Integrative Plant Biology. 49: 1714-1718.
- Fukai, S. and M. Goi. 1998. Floral initiation and development in freesia. 香川大学農学部学報. 50 : 69-72.
- Gilbertson-Ferriss, T.L. and H.F. Wilkins (1978a) Effects of hydrofluosilicic acid, superphosphate, and treblesuperphosphate soil applications on leaf injury in *Freesia refracta*. HortScience. 13:298-299.
- Gilbertson-Ferriss, T.L. and H.F. Wilkins (1978b) Flower production of *Freesia hybrida* seedlings under night interruption lighting and short day influence. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103:587-591.
- Goemans, R.A. (1979) The history of modern freesia. p. 161-170. In: C. Brickell, D.F. Cutter, and M. Gregord (eds.) *Petaloid monocotyledons, horticultural and botanical research*. Academic Press. London.
- Goldblatt, P. (1982) Systematics of *Freesia* Klatt (IRIDACEAE) .J. of S. Afr. Bot. 48: 39-91.
- Harada, K. and S. Mihara (1984) The volatile constituents of freesia flower (*Freesia hybrida* Hort.) . Agric. Biol. Chem. 48: 2843-2845.
- Hartsema, A. M. (1962a) Temperature treatments of *Freesia* tubers. Proceedings of the 16th International Horticultural Congress. 5: 298-304.
- Hartsema, A. M. (1962b) Bloemaanlag en bloei van *Freesia hybrida* 'Butter Cup' na verschillende temperatuurbehandelingen. Meded. v. d. Landbouwhoogeschool, Wagen. 62: 1-26.
- 林 勇 (1971) a. 促成フリージアの施肥に関する研究 (第1報). 神奈川園研報. 19 : 101-110.
- 林 勇 (1971) b. 促成フリージアの施肥に関する研究 (第2報). 神奈川園研報. 19 : 111-117.

- 林 角郎 (1974) 促成球根類に対するくん煙・気浴処理の利用に関する研究 (第3報) くん煙・ガス気浴処理によるフリージアの休眠打破. 千葉暖地園試研報. 5: 20-38.
- 林 角郎・相川広 (1973) フリージアの花芽分化程度および冷蔵期間の差による植え付け後の高温障害発生の差異. 千葉暖地園試研報. 4:26-35.
- Healy, W. E. and H. F. Wilkins. 1986. Relationship between rhizome temperature and shoot temperatures for floral initiation and cut flower production of *Alstroemeria* 'Regina'. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107: 1046-1049.
- 平井宏昭・森源治郎 (1995) スポットエアコンを利用した局所冷房栽培に関する研究 フリージアの促成栽培への利用. 生物環境調節. 33 : 191 - 196.
- Hirai, H. and G. Mori (1996) Forcing culture of freesia and Dutch iris using spot cooling system . Acta Hort. 440. 262-267.
- 平田 毅・今西英雄・土井元章 (1995) フリージア培養小植物体からの球茎形成. 植物組織培養. 12: 41-45.
- 細谷宗令 (2000) フリージア球茎の増殖に関する研究 (第1報) 冷蔵処理時の諸条件が新球の増殖に及ぼす影響. 千葉暖地園試研報. 18: 1-14.
- Hussain, A., M. Khattak. N. U. Amin, H. U. Rahman and F. Munsif. (2011) Response of corms of different freesia cultivar to various phosphorus levels. Sarhad. J. Agric. 27: 39-42.
- 今村由里・土井元章・今西英雄 (1996) フリージアの球茎と木子における休眠解除および花芽形成に対する低温感応性の差異. 園学雑. 65: 121-127.
- 今西英雄 (1984) オランダにおける球根切花の生産. 新花卉. 123: 40-46.
- Imanishi, H. and J. Berghoef (1986) Some factors affecting dormancy-breaking by ethylene in freesia corms. Acta Hort. 177: 637-640.
- Imanishi, H. and E.J. Fortainer. (1983) Effects of exposing freesia corms to ethylene or smoke on dormancy-breaking and flowering. Sci. Hort. 18: 381-389.
- 今西英雄・奥 安則・植村修二 (1986a) フリージア, ダッチ・アイリス及び黄房スイセンに対する種々のくん煙処理効果の比較. 園学雑. 55:75-81.
- 今西英雄・植村修二 (1980) フリージア球茎の休眠打破に対するくん煙およびエチレン処理効果の比較. 園学要旨. 55 春 : 332-333.
- 今西英雄・植村修二・園田茂行 (1986b) フリージアにおける球茎の休眠程度と開花促進のための低温処理効果との関係. 園学雑. 54: 483-489.
- 井上成信・光畑興二 (1983) フリージアから分離された freesia streak virus について. 日本植物病理學會報. 49(1) : 113-114.
- 居城幸夫 (1984) 球根植物における球形成に対するけん引根の役割に関する研究. 宇大農学報特輯. 41:1-90.
- 井須博史・村濱 稔・吉秋 斎・吉住隆司・村濱美千代 (2007) フリージア新品種'石川 fl 号'の育成. 園学研6別2 : 591.
- 海基やす子 (1979) フリージアの促成栽培におけるディバーナリゼーションの回避に関する研究. 筑波大学卒業論文. p. 1-61.
- 金子英一・今西英雄 (1985) フリージア球茎における休眠の様相. 園学雑. 54: 388-392.
- Kaiser, R. (2010) Floral scent chemistry of *Freesia* species. p. 80-85. In: J. C. Manning and P. Goldblatt (eds). *Freesia*. SANBI. Pretoria.
- Karniewski, M. (1974) Optimal dosages of mineral fertilizer for *Freesia* and studies of N, P₂O₅, K₂O and MgO accumulation. Proceeding of the 19th International Hort. Congress: 860.
- 川田穰一 (1964) フリージア球根の休眠について. p.72-76. 秋季園芸学会シンポ要旨.
- 川田穰一 (1966) オランダにおけるフリージアの周年栽培. 農及園. 2:337-340.

- 川田穰一 (1993) オランダにおける花き球根の促成栽培.
3. フリージア (1). 肥料農薬技術情報. 127: 41-49.
- Kawata, J. 1973. Year-Round production of freesia in Japan.
JARQ. 7: 257-262.
- 川田穰一・歌田明子・阿部定夫 (1971) フリージアの開
花促進に関する研究. II 球根生産時の環境, 冷蔵温
度と期間ならびに促成温度が生育・開花に及ぼす影
響について. 園試報. A10: 229-257.
- Khan, M. K., M. Sajid, A. Rab, I. Jan, H. Zada, M. Zamin, I.
Haq, A. Zaman, S.T. Shah and A.U. Rehman (2012)
Influence of nitrogen and phosphorus on flower and corm
production of freesia. Afr. J. Biotech. 11:11936-11942.
- 菰田真理 (1995) フリージアの香り. 香料. 188 : 45-48.
- 小杉 清 (1953) フリージアの花芽分化に関する研究 (第
1 報) 花芽の分化期並びに花芽の発育経過について.
園学雑. 22: 61-63.
- 小杉 清・大谷正広 (1954) フリージアの花芽分化に関
する研究 (第 2 報) 低温がフリージアの花芽分化並
びに開花に及ぼす影響. 園学雑. 23:29-35.
- Kosugi, K., M. Yokoi, Y. Sano and M. Goi (1964) Nutrition
study on freesia. 千葉大園学報. 12 : 15-20.
- Kumar, Y., V. Hallan and A. A. Zaidi (2009) First finding of
Freesia mosaic virus infecting freesia in India. Plant Pa-
thology. 58: 404.
- Kumar, Y., V. Hallan and A. A. Zaidi (2009) Identification and
Characterization of *Bean yellow mosaic virus* infecting
Freesia. J. Plan (Biochem. and Biotech. 18: 253-255.
- Lee, L. and J. Hwang (2014) Effect of day-length extension
treatment using LED on growth and flowering of *Freesia*
hybrid 'Yvonne'. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 32:
794-802.(Abstract)
- 前野絵里子 (2014) 日本産フリージアに発生する条播壊
疽症状について一病原ウイルスの探索一. 法政大学
大学院理工学・工学研究科紀要. 55. ISSN 2187-9923.
- Manning, J. C. (2005) A new species of *Freesia* (Iridaceae:
Crocoideae) from the Succulent Karoo, South Africa, and
notes on nomenclature and infrageneric classification.
Novon. 15: 168-172.
- Manning, J. C. and P. Goldblatt (2010) *Freesia*. p. 1-114. In: J.
C. Manning and P. Goldblatt (eds) . *Freesia*. SANBI.
Pretoria.
- Mansour, B.M.M (1968) Effects of temperature and light in
growth, flowering and corm formation in freesia. Meded.
v. d. Landbouwhogeschool. Wagen. 68: 1-76.
- 梶田正治 (1989) フリージア. p. 264-267. 塚本洋太郎編
著. 園芸植物大事典. 小学館. 東京.
- 梶田正治・浅平 端 (1979) フリージア球茎の生育肥大
中における休眠の様相について. 園芸学研究集録.
9: 119-127.
- 梶田正治・浅平 端 (1980) ジベレリンによる促成フリ
ージアの高温障害回避. 園学要旨. 55 春 : 450-451.
- Masuda, M. and T. Asahira (1980) Effects of ethylene on
breaking dormancy of freesia corms. Sci. Hort. 13:85-92.
- Masuda, M. and T. Asahira (1981) Effects of various gaseous
compounds on breaking dormancy of freesia corms. Sci.
Hort. 15: 373-381.
- 水田里穂・前野絵里子・長尾郁弥・延原 愛・遠藤三千
雄・川合 昭・竹内 純・西尾 (2014) フリージ
アに感染する 3 種のウイルスを同時検出するマル
チプレックス RT-PCR の開発. 関東東山病害虫研究
会報. 61 : 127-129.
- 森 泰・狩野邦雄 (1972) 組織培養によるフリージア
の増殖に関する研究. 園学要旨. 47 春 : 338-339.
- 森 泰・長谷川喜・狩野邦雄 (1975) 組織培養による
フリージアの繁殖に関する研究. 園学雑.
44:294-302.
- Morgan, W. P. (1930) A note of hybridizing of freesias. Ind.
Acad. Sci. Proc. 39: 53-55.
- Morgan, W. P. (1942) Color inheritance in hybrid freesias. Ind.
Acad. Sci. Proc. 52: 45-51.

- 森中洋一・高津康正・林 幹夫 (2002) フリージアの花の香気の官能評価. 園学雑. 71: 702-709.
- 本図竹司. 1991. 11 月, 12 月出しフリージア冷蔵促成栽培における乾燥低温処理並びに冷蔵前予措の影響. 茨城園試研報. 16:65-72.
- Motozu, T. (1994) Classification of freesia cultivars on December harvesting. The 24th International Horticultural Congress.
- 本図竹司 (1995a) フリージア栽培特性と経営上の課題. p.423. 農業技術大系 10. 農文協. 東京.
- 本図竹司 (1995b) フリージア品種・系統と栽培特性. p.423-424. 農業技術大系 10. 農文協. 東京.
- 本図竹司 (1995c) フリージア切り花生産. p.429-434. 農業技術大系 10. 農文協. 東京.
- 本図竹司 (1995d) フリージア. p.250-255. 細谷 毅・三浦泰昌 編著. 新版 花卉の栄養生理と施肥. 農文協. 東京.
- 本図竹司 (1996a) わが国の花き生産の現状と動向—フリージア. 農及園. 71: 217.
- 本図竹司 (1996b) 地中冷却を利用した花きの開花調節. 冷凍. 71: 1213-1218.
- 本図竹司 (1996c) 球根花きの育種をめぐる諸問題—アルストロメリアおよびフリージアの開花調節の現状. p73-82. 平成 8 年度日種協育種シンポ資料. 日種協. 東京.
- 本図竹司 (1997a) フリージア栽培品種の変遷に伴う形態的特性の変化から導かれた育種の方向. 茨城農総セ園研報. 5: 39-43.
- 本図竹司 (1997b) 収穫後の温度条件がフリージアの開花ならびに切花観賞期間に及ぼす影響. 茨城農総セ園研報. 5: 44-49.
- 本図竹司 (1998a) フリージア促成栽培における乾燥低温処理の限界期間. 茨城農総セ園研報. 6: 53-56.
- 本図竹司 (1998b) フリージア球茎の休眠覚醒時における温度環境の違いが低温処理の開始可能時期に及ぼす影響. 茨城農総セ園研報. 6: 57-61.
- 本図竹司 (1999) フリージア—輸入球根の特性と栽培. p.434 の 2-7. 農業技術大系 10. 農文協. 東京.
- 本図竹司 (2000) フリージアの促成栽培における低温処理法の改善による切り花の安定生産に関する研究. 大阪府立大学学位論文. p. 1-85.
- 本図竹司 (2005) フリージア. p.166-173. 今西英雄編著. 球根類の開花調節. 農文協. 東京.
- 本図竹司 (2014a) フリージア (切り花生産). p.268-269. 今西英雄・腰岡政二・柴田道夫・土井正章 編著. 花の園芸事典. 朝倉書店. 東京.
- 本図竹司 (2014b) フリージア (球根生産). p.392-393. 今西英雄・腰岡政二・柴田道夫・土井正章 編著. 花の園芸事典. 朝倉書店. 東京.
- 本図竹司・浅野 昭 (1993) 株切りフリージア 12 月出し栽培における品種間差異. 茨城農総セ園研報. 1: 79-87.
- 本図竹司・今西英雄 (2003) フリージア‘エレガンス’の花芽分化に対する低温の後作用. 園学雑. 72 : 342-346.
- Motozu, T. and Y. Takatsu (1997) Observation of floral development in freesia at different temperatures by scanning electron microscopy. Acta Hort. 430:161-165.
- 本図竹司・田場明男・浅野 昭 (1997) フリージア冷蔵促成栽培における低温処理開始から三原基形成期までの期間とそれ以降開花までの期間との関係. 茨城農総セ園研報. 5: 33-38.
- 本図竹司・田場明男・浅野 昭 (1998) 冷蔵促成栽培フリージアにおける高温障害, 特にグラジオラス咲き発生割合の品種間差異. 茨城農総セ園研報. 6:48-52.
- 本図竹司・駒形智幸・市村 勉・浅野 昭 (1999) 低温処理温度の違いがフリージアの開花に及ぼす影響. 園学雑. 68 : 1033 - 1037 .
- 本図竹司・駒形智幸・市村 勉・浅野 昭 (2000) フリージアの促成栽培における低温処理後の高温遭遇が

- 花芽の形態的变化と開花時の障害発生に及ぼす影響. 園学雑. 69 : 109-114 .
- 本図竹司・浦野永久・浅野 昭・岩田一俊 (1992) 枝切り用品種を用いたフリージアの促成栽培に関する研究 (第1報). 球茎低温処理が12月出し株切り栽培における生育・開花に及ぼす影響. 茨城園試研報. 17:75-91
- 中村俊一郎・吉田俊一 (1973) 球根類の休眠に関する研究 I フリージア, アイリスおよびグラジオラス. 山口大学農学部学術報告. 24 : 591-621.
- 岡田正順 (1983) フリージア属. p.265-268. 最新園芸大辞典編集委員会編. 誠文堂新光社. 東京.
- 岡田正順・渡部 弘・阿部恒充 (1979) フリージアの花下がるの回避について. 園学要旨. 54 春:320-321.
- Penning, M. (1992) A report on freesia breeding in Holland. *Herbertia*. 48: 39-42.
- Pierik, R.L.M. and H.H.M. Steegmans (1976) Vegetative propagation of *Freesia* through the isolation of shoots in vitro. *Neth. J. agri. Sci.* 24:274-277.
- Pourkhaloee, A. and M. Khosh-Khui (2015) Pupae are excellent explants with low microbial contamination and high regeneration frequency for micropropagation of *Freesia ×hybrida* Bailey 'Argenta'. *Int. J. Hort. Sci. Technol.* 2: 97-109.
- 斎藤 清 (1957) フリージアの最近品種における倍数性. 農及園. 32 : 513-514.
- 佐藤 純・川村啓造 (1993) 実生系フリージアの生育, 切花品質に及ぼす催芽処理の影響. 東北農業研究. 46: 303-304.
- Smith, D. and P. N. Danks (1985) *Freesias*(Revised). 90pp. Grower Books. London.
- Spamaaj, L. D., Y. O. Kho and J. Baer (1968) Investigations on seed production in tetraploid freesias. *Euphytica*. 17:289-297.
- Spikman, G. (1986) The effect of water stress on ethylene production and ethylene sensitivity of freesia inflorescences. *Acta Hort.* 181:135-140.
- Spikman, G. (1987) Ethylene production, ACC and MACC content of freesia bud and florets. *Sci. Hort.* 33:291-297.
- Spikman, G. (1989) Development and ethylene production of buds and florets of cut freesia inflorescences as influenced by silver thiosulphate, aminoethoxyvinylglycine and sucrose. *Sci. Hort.* 39: 73-81.
- Startek, L., A. Bartkowiak, P. Salachna, M. Kaminska and K. Mazurkiewicz-Zapalowicz (2005) The influence of new methods of corm coating on freesia growth, development and health. *Acta Hort.* 673:611-616.
- Stimart, D. and P. D. Ascher (1982) Plantlet regeneration and stability from callus cultures of *Freesia ×hybrida* Bailey cultivar 'Royal'. *Sci. Hort.* 17:153-157.
- Systema, W. 1986. Post-harvest treatment of freesia with silverthiosulphate and cytokinins. *Acta Hort.* 181: 439-441.
- 高津 勇・浅野 昭 (1983) フリージアの11月出し促成栽培の冷蔵方法. 茨城園試研報. 11:43-47.
- 高津康正・霞 正一 (2003) フリージア品種のF1雑種における香りの変異. 茨城生工研報. 6: 9-17.
- 虎太 (今村) 有里・土井元章・今西英雄 (2000) フリージア球茎に対する低温の, 花芽分化, 花芽発達と花茎伸長, 球茎形成への多面的作用について. 園学雑. 69 : 115 - 117.
- 豊原憲子・竹内麻里子・森本和樹・奥野裕貴 (2000) 高温貯蔵木子を利用したフリージアの抑制栽培. 大阪農技セ研報. 36: 27-32.
- Uwagaki, Y., E. Matsuda, M. Komaki, M. Murahama, M. Otani, N. Nishizawa and T. Hamada (2015) Agrobacterium-mediated transformation and regeneration of *Freesia ×hybrida*. *Plant Biotech.* 32: 165-168.
- Uyemura, S. and H. Imanishi (1983) Effects of gaseous compounds in break on dormancy release in freesia corms. *Sci. Hort.* 20: 91-99.

- Uyemura, S. and H. Imanishi. (1984) Effects of duration of exposure to ethylene on dormancy release in freesia corms. *Sci. Hort.* 22: 383-390.
- Uyemura, S. and H. Imanishi (1987) Changes in abscisic acid levels during dormancy release in freesia corms. *Plant Growth Regulation.* 5: 97-103.
- Vaira, A. M. (2009) First report of freesia sneak virus in *Freesia* sp. in Virginia. *Plant Disease J.* 93:965.(Abstract)
- van Dijk, N., F. Maas and J. Doorduyn (1991) De teelt van freesia. p. 1-70. Informatie en Kennis Centrum Akker- en Tuinbouw Afdeling Bloemisterij. Aalsmeer.
- van Ravestijn and J. C. Doorduyn (1983) Morphologische verandering in het groeipunt van freesia gedurende blad- en bloemaanleg. PTG Naaldwijk. Bloemeteeltinformatie. No. 23.
- Van Staaveren BV (1995) 50 jaar Freesia. p. 1-32. Aalsmeer.
- Vonk Noordegraaf, C. (1981) Bloemproductie bij *Alstroemeria* 'Walter Fleming'. p. 1-152. Ph.D. thesis, Agricultural School, Wageningen, Netherlands.
- Wang, L. (2007) Freesia. p. 665-693. In: N. O. Anderson (ed.). Flower breeding and genetics. Springer. Dordrecht.
- Wang, L., X.M. Bao, B.Q. Huang and S. Hao (1998) Somatic embryogenic potential determined by the morphological polarity of the explant in tissue cultures of *Freesia refracta*. *Acta Botanica Sinica.* 40: 138-143.
- Wang, L., X. M. Bao, Y. Liu and S. Hao (1994) Origin of direct somatic embryos from cultured inflorescence axis segments of *Freesia refracta*. *Int'l J. Plant Sci.* 155: 672-676.
- Wang L., B. Huang, M. He, and S. Hao (1990) Somatic embryogenesis and its hormonal regulation in tissue cultures of *Freesia refracta*. *Ann. Bot.* 65: 271-276.
- Wang L., M. Q. Zou and X. G. Wang (1996) Tissue culture of embryo and regeneration of *Freesia refracta* Klatt. *Acta Hort Sinica.* 23: 281-284.
- Woodson, W.R (1987) Postharvest handling of bud-cut freesia flowers. *HortScience.* 22: 456-458.
- Wongchaochant, S., M. Doi and H. Imanish (2002) Phylogenetic classification of *Freesia* spp. by morphological and physiological characteristics and RAPD markers. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 71: 758-764.
- Wongchaochant, S., K. Inamoto and M. Doi (2005) Analysis of flower scent of *Freesia* species and cultivars. *Acta Hort.* 673:595-601.
- 横井政人・小杉 清・田部真一. 1975. 栽培・貯蔵温度が切り花の花持ちに及ぼす影響 第1報 フリージア. 千葉大園学報. 23:1-3.
- Yoon, Y., Y. Choi, G. Choi and S. Choi (2013) First report of *Freesia sneak virus* in *Freesia* spp. in Korea. *Res. Plant Dis.* 19: 313-318.
- Żurawik, P. and M. Placek (2011) The influence of fertilization on quality of inflorescences of easy pot freesia (*Freesia* Eckl. ex Klatt) grown from adventitious corms. *Acta Agrobotanica.* 64: 59-66.

Historical Changes of Breeding, Cultivation Technologies and Commercial Production in Freesia

Takeshi Motozu

*Plant Biotechnology institute, Ibaraki Agricultural Center,
Ago Ago 3165-1, Kasama, Ibaraki, 319-0292, Japan*

水稻新品種「ふくまる」の育成

岡本和之・西宮智美¹⁾・平山正賢¹⁾・眞部徹²⁾・飯田幸彦²⁾・桐原俊明³⁾・横田国夫⁴⁾・
小菅一真⁵⁾・田畑美奈子⁶⁾・平澤秀雄⁷⁾

- ¹⁾ 茨城県農業総合センター農業研究所 〒311-4203 茨城県水戸市上国井町 3402
²⁾ 茨城県農業総合センター 〒319-0292 茨城県笠間市安居 3165-1
³⁾ 茨城県農林水産部産地振興課 〒310-0852 茨城県水戸市笠原町 978-6
⁴⁾ 茨城県県央農林事務所経営・普及部門 〒310-0802 茨城県水戸市柵町 1-3-1
⁵⁾ 茨城県鹿行農林事務所行方地域農業改良普及センター 〒311-3832 茨城県行方市麻生 1700-6
⁶⁾ 茨城県病害虫防除所 〒310-0802 茨城県水戸市柵町 1-3-1
⁷⁾ 退職：元茨城県農業総合センター生物学研究所

要 約

「ふくまる」は、玄米品質に優れ、良食味で、栽培性に優れる早生品種の育成を目的として、2001年に「ふさおとめ」を母、「ひたち20号」を父として人工交配を行い、選抜と固定を進めて育成した品種である。「ふくまる」は、「ひとめぼれ」よりも耐倒伏性および耐冷性に優れ、また、大粒で玄米品質に優れ、良食味で、品質の安定した品種である。農業研究所の奨励品種決定調査でも上記特性が認められ、加えて「コシヒカリ」よりも早い収穫が可能で、作業分散が図れることから、2012年から茨城県の準奨励品種に採用された。

キーワード：水稻，耐冷性，大粒，ふくまる，良食味，早生

I. 緒 言

本県の水稲品種は、「コシヒカリ」を主とする中生品種の作付けが約80%を占めており、収穫作業等が一時に集中することが問題となっている（茨城県産地振興課集計の品種別種子出荷数量割合）。このため、作業分散や災害等の危険分散を図る上で、「コシヒカリ」と熟

期の異なる早生または晩生品種の導入が欠かせない。

一方、近年の食の外食化や中食化にともない、実需者からは安定した収量と良好な品質・食味を持ち、業務需要にも対応できる米が要望されている（小山田2000）。そこで、「コシヒカリ」と熟期が異なり、品質が安定しており、良食味で、栽培性に優れる早生の「ふくまる」を育成した。

II. 育種目標および育成経過

早生で、耐冷性および高温耐性に優れ、「ひとめぼれ」と同等の収量、食味を持ち、大粒の品種の育成を育種目標とした。

「ふくまる」は、大粒で品質の優れた早生品種「ふさおとめ」を母、大粒で早生の「ひたち20号」を父として交配し、その後代から育成した(図1)。

2001年夏に交配して得た種子を、冬季に播種してハウス内で世代促進栽培した。2002年に圃場でF₂集団を養成した。2003年に圃場でF₃集団1,600個体を栽培し、熟期、栽培性および玄米品質について調査し40個体を選抜した。2005年にF₄世代で40系統の単系統を栽培し、その中から16系統46個体を選抜した。2006年

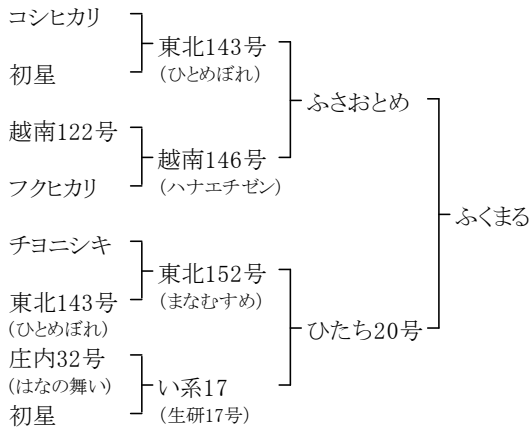


図1 「ふくまる」の系譜

表1 「ふくまる」の育成経過

項目	年次 世代	2001 — F ₁	2002 F ₂	2003 F ₃	2004	2005 F ₄	2006 F ₅	2007 F ₆	2008 F ₇	2009 F ₈	2010 F ₉	2011 F ₁₀	2012
主な育成業務		交配	集団 養成	個体 選抜	休止	系統 選抜	系統 選抜	生産力検定 ・特性検定	→	→	→	登録 申請	ふくまる
付与した番号・名称等		水交01-648						生研107号	ひたち34号				
栽植系統群数							16	2	1	1	2	2	
栽植系統数 (個体数)				1600		40	46	10	5	5	10	20	
系統内個体数						60	60	60	60	60	80	90	
選抜系統数				40		16	2	1	1	2	2	1	
調査・検定の名称・栽培か所数													
系統適応性検定試験(水戸, 龍ヶ崎)									2				
奨励品種決定調査(水戸, 龍ヶ崎)										2	2	2	
同調査 現地調査										2	2	2	

注) 本県研究機関の名称を右記に記す。農業研究所作物研究室:水戸, 農業研究所水田利用研究室:龍ヶ崎

にF₅世代で46系統の系統群系統を栽培し、2系統10個体を選抜した。2007年にF₆世代で収量性試験、特性検定を行うとともに、ガラスハウス内で栽培を行い、高温耐性検定を行い、1系統を選抜した。2008年からは「生研107号」(い系107)の系統名で茨城県農業総合センター農業研究所(以下、農業研究所とする)において系統適応性検定試験に供試した。2009年からは「ひたち34号」の系統名で農業研究所の奨励品種決定調査に供試し、2009年以降は現地試験を実施、現地適応性を調査した(表1)。

2011年の現地試験における特性確認をもって育成を完了した(表1)。2012年に種苗法に基づく品種登録出願、同年に茨城県の準奨励品種に採用され、2014年5月2日に「ふくまる」として品種登録された(登録番号23396)。

III. 品種特性

1. 早晩性

生産力検定試験を3反復で実施し、形態的特性、収量性、玄米特性、食味特性等を評価した。

水戸市で5月中旬に移植した場合、「ふくまる」の出穂期は「ひとめぼれ」より1日早く、成熟期は3日早い。また、「コシヒカリ」より出穂期は7日早く、成熟期は9日早い(図2, 表2)。

2. 形態的特性

稲種の登録出願品種審査要領に基づき、圃場で調査により分類した。「ふくまる」は「ひとめぼれ」に比べて稈長は6cm程度短く、稈の細太は“中”で、倒伏に強い。穂長は「ひとめぼれ」よりやや短く、穂数はやや少なく“中”である(表2)。



「ふくまる」 「コンシカリ」

図2 圃場における「ふくまる」の草姿。

止め葉は良く立ち成熟期の草姿が優れる。穂軸は良く抽出し、穂型は“紡錘状”である。葉色の程度は“中～濃緑”である。稈の太さは“中”である。“稀”に“極短”の芒を有し、ふ先色及びふ色は“黄白”である(表3)。

圃場での「ふくまる」の穂いもちおよび紋枯病被害程度は「ひとめぼれ」より少なく、葉いもちの被害程度は同等の傾向である(表2)。

3. 耐冷性・高温耐性

「ふくまる」の高温耐性は“中”で、「ひとめぼれ」より優れる。白未熟粒の発生率は、出穂期から20日間の日平均気温の影響を受け、23から24℃を超えると上昇し始めるとされる(森田2005)。猛暑の2010年、2011年に栽培したところ、5月下旬移植の「ふくまる」「ひとめぼれ」の出穂期から20日間の日平均気温は、それぞれ、27.8、26.5℃と高かったが、「ふくまる」の整粒歩合は「ひとめぼれ」よりも4%高く、千粒重は1.3g重い(表4)。

表2 育成地(水戸市)における「ふくまる」の生育特性、収量性および玄米品質(2008年～2011年)

品種	出穂期 (月. 日)	成熟期 (月. 日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	被害の多少				穂発 芽率 (%)	初重 (kg/a)	精玄 米重 (kg/a)	同左 標準 比率 (%)	玄米 千粒重 (g)	玄米 整粒 歩合 (%)	玄米 タンパク 質含量 (%)	
						倒伏 程度	葉い もち	穂い もち	紋枯病								
ふくまる	7.25	9.3	85	19.3	377	1.4	0.2	2.1	1.0	7.7	78.1	62.8	106	4.6	24.7	80.9	7.2
ひとめぼれ	7.26	9.6	91	19.6	434	2.1	0.1	2.6	1.4	6.1	76.6	59.3	100	5.5	22.6	68.6	7.1
有意性	n.s.	*	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	***	*	n.s.
(参考)コンシカリ	8.1	9.12	99	19.5	395	3.0	0.3	2.9	0.4	3.7	80.8	64.8	109	5.0	22.0	66	7.1

注1) 苗質は稚苗、栽植密度は16.8株(33×18cm)/m²、植え付け本数5本

注2) 耕種概要 移植日は2008年から順に、5/15, 5/14, 5/13, 5/19

注3) 施肥量

注4) 被害の多少は達観により0(無)～5(甚)で判定した

注5) 玄米品質は1(上上)から9(下下)まで観察により調査

注6) 整粒歩合は穀粒判別器(サタケRGQ10A)により測定

注7) 玄米タンパク質含量:水分15%換算値

注8) n.s., *, **,***:t検定による有意性検定, それぞれ, 有意性なし, 5, 1, 0.1%水準で有意

表3 「ふくまる」の形態的特性

品種	止葉		稈の 細太	穂の 抽出	穂の 穂型	芒		ふ先色	ふ色
	葉色	直立性				多少	長短		
ふくまる	中～濃緑	半立	中	良	紡錘	稀	極短	黄白	黄白
ひとめぼれ	中～濃緑	半立	中	良	紡錘	稀	極短	黄白	黄白

注) 農林水産省の稲種登録願品種審査要領に基づき、圃場で調査により分類

穂発芽性検定は山本ら (1996) の方法に従い、28℃で4日間保温後、穂発芽率を観察により評価した。「ふくまる」の穂発芽率は「ひとめぼれ」と同等で極めて低く、穂発芽性は「極難」と判定される (表2)。

耐冷性検定は山本ら (1996) の方法に準じ、所内の検定圃場で実施した。基準品種との比較による評価から障害型耐冷性は「極強」で「ひとめぼれ」と同等と判定される (表5)。

4. 病害抵抗性

イネいもち病検定試験は、山本ら (1996) の方法に従い、葉いもち病検定および穂いもち病検定を畑圃場で実施した。基準品種との比較から、イネいもち病圃場抵抗性は葉いもちおよび穂いもちともに“中”で、いず

表4 「ふくまる」の整粒歩合(圃場:2010~2011年)

品種	年次	出穂期 (月・日)	出穂期から 20日間の 日平均気温 (℃)	整粒 歩合 (%)	玄米 千粒重 (g)
ふくまる	2010	7.31	27.8	81	25.0
	2011	8.4	26.5	70	23.9
	平均	8.2	27.2	75	24.5
ひとめぼれ	2010	8.4	27.5	73	23.3
	2011	8.7	26.1	68	23.2
	平均	8.5	26.8	71	23.2
コシヒカリ	2010	8.7	27.8	56	21.9
	2011	8.11	26.2	57	22.4
	平均	8.9	27.0	56	22.2

注1) 栽培条件:5月下旬移植, 14.8株/m², N:0.6+0.2(kg/a)

注2) 整粒歩合:穀粒判別器(RGQH10A)によるデータ

※ 各項目は3品種間で有意差なし

表5 「ふくまる」の障害型耐冷性の結果(2007年~2011年)

品種	不稔歩合(%)	評価
ふくまる	9.6	極強
ひとめぼれ	9.1	極強
一番星	12.4	強
チヨニシキ	21.3	やや強
コシヒカリ	—	極強

注1) 不稔歩合は最長稈2穂の全粒数における不稔粒数の割合で、少ないほど冷害に強い

注2) 評価は基準品種を基に評価

注3) 「コシヒカリ」評価は平成27年度奨励品種特性表による

れも「ひとめぼれ」と同等である (表6)。また、圃場での被害程度は葉いもちが「ひとめぼれ」と同等で、穂いもちがやや少ない (表2)。なお、いもち病真性抵抗性の推定遺伝子型は、母「ふさおとめ」が *Pii* であること (渡部 2004) および 2010 年に実施したイネいもち病菌の噴霧接種試験結果から *Pii* と推定される (図1, 表7)。

表6 「ふくまる」の葉いもち・穂いもち特性検定の結果

品種	推定 遺伝子型	葉いもち		穂いもち	
		平均	評価	平均	評価
		2007~2011年		2007~2009年	
ふくまる	<i>Pii</i>	6.0	中	7.0	中
ひとめぼれ	<i>Pii</i>	6.6	中	6.6	中
コシヒカリ	+				
あきたこまち	<i>Pii</i>	6.9	中	8.5	中
チヨニシキ	<i>Pia</i>	6.4	やや強	4.3	強
黄金錦	+	6.0	やや強		
日本晴	+	6.2	やや強		
トドロキワセ	<i>Pii</i>	6.7	中	8.3	中
藤坂5号	<i>Pii</i>	6.6	中	9.0	やや弱
マンガツモチ	<i>Pik</i>	6.8	中		
ヤシロモチ	<i>Pia</i>	2.9	極強		
レイメイ	+, <i>Pia</i>			6.0	中
トヨニシキ	+, <i>Pia</i>			5.1	強

注1) 発病程度:無0~甚10の11段階評価

注2) 基準品種を基に極強1~極弱7の7段階で評価

※ 極強, 強, やや強, 中, やや弱, 弱, 極弱

表7 「ふくまる」のいもち菌接種検定のおよび遺伝子型の推定

品種	接種菌株(レース)				推定 遺伝子型
	Mu-95 001.2	Kyu89-246 003.0	新83-34 005.0	稲86-137 007.0	
ふくまる	R	R	S	S	<i>Pii</i>
コシヒカリ	S	S	S	S	+
新2号	S	S	S	S	+
愛知旭	R	S	R	S	<i>Pia</i>
BL1	S	R	R	R	<i>Pib</i>
石狩白毛	R	R	S	S	<i>Pii</i>
関東51号	R	R	R	R	<i>Pik</i>
ツユアケ	R	R	R	R	<i>Pik-m</i>
関東60号	R	R	R	R	<i>Pik-p</i>
関東59号	R	R	R	R	<i>Pit</i>
ヤシロモチ	R	R	R	R	<i>Pia</i>
Pi No.4	R	R	R	R	<i>Pita-2</i>
フクニシキ	R	R	R	R	<i>Piz</i>
とりで1号	R	R	R	R	<i>Piz-t</i>

注1) R: 抵抗性, S: 感受性

注2) *Pia*, *Pii*...*Piz-t*: いもち病真性抵抗性遺伝子の種類

※ 2010年度に中央農業研究センターにおいて実施

5. 収量性

1a 当たりの精玄米収量は 62.8kg で「ひとめぼれ」よりも多収の傾向である (表 2)。

6. 玄米特性

「ふくまる」の外観品質平均値は 4.6 で、「ひとめぼれ」の 5.5 に優り、猛暑の 2010、2011 年ではそれぞれ 4.8、5.0 で、「ひとめぼれ」の 6.0、5.9 よりも約 1 ポイント優れている。玄米千粒重は 24.7g で「ひとめぼれ」よりも約 2.1g 重く、大粒である (図 3、表 2)。

また、粒厚は 1.8mm の篩を通した玄米 200g を縦目篩選別機に供し、厚み毎に重量を測定、各割合を算出した。「ふくまる」2.0mm 以上の玄米割合は 93% で、「ひとめぼれ」の 88% よりも高い傾向を示す (図 4)。

7. 食味特性および玄米タンパク質含量

生物工学研究所および農業研究所職員をパネラーとし、山本ら (1996) の方法に従い、食味官能試験を実

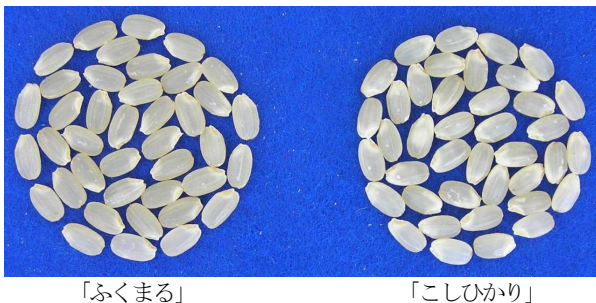


図 3 玄米の外観

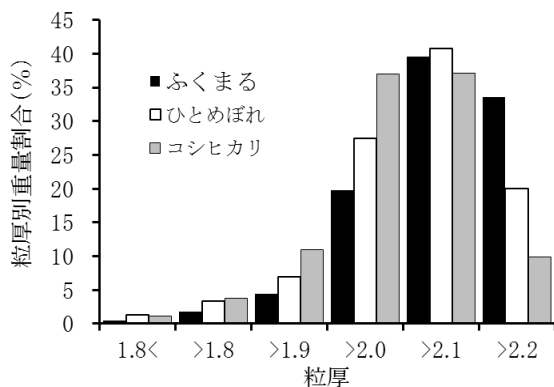


図 4 「ふくまる」の粒厚分布 (2008-2013)

施した。

炊飯米は外観が「ひとめぼれ」よりやや優れ、やや軟らかく、総合評価を含むその他の評価項目は同等である (表 8)。また、「コシヒカリ」との比較では、粘りがやや劣るものの、炊飯米の外観、香り、うま味は優れ、総合評価は同等である (表 9)。

玄米タンパク質含量は 7.2% で「ひとめぼれ」の 7.1% と同等である (表 2)。

IV. 奨励品種決定調査結果および採用の理由

農業研究所の奨励品種決定調査・現地試験の結果、「ふくまる」は「ひとめぼれ」に対して、筑西市現地圃場では、稈長が 8cm 程度短く、収量性は同等、玄米品質はやや優れ、食味が同等の傾向で、千粒重は 1.9g 重く、常陸太田市では、稈長が 3cm 程度短く、収量性は高く、玄米品質にやや優れ、食味はやや劣る傾向で、千粒重は 2.1g 重く、農業研究所 (水戸市、龍ヶ崎市) の結果 (データ省略) と合わせ、「ふくまる」は茨城県内での栽培に適した品種と判断された (表 10)。

本県の水稲品種の構成は中生が 8 割を占めるため、作期分散を図るためには、極早生から早生および晩生

表 8 「ふくまる」の食味官能評価
(「ひとめぼれ」との比較, 2008~2011 年)

総合評価	外観	香り	うま味	粘り	硬さ
-0.10	0.19	-0.08	0.04	-0.01	-0.18

注 1) 基準米の育成地産「ひとめぼれ」を 0 として、硬さは極めて軟らかい (-5)~極めて硬い (5)、それ以外の項目は、極不良 (-5)~極良 (5)、の 11 段階評価で実施
注 2) パネラーは生物工学研究所および農業研究所職員 8~23 名

表 9 「ふくまる」の食味官能評価
(「コシヒカリ」との比較, 2012 年)

総合評価	外観	香り	うま味	粘り	硬さ
0.09	0.22	0.30	0.23	-0.17	0.13

注 1) 基準米の育成地産「コシヒカリ」を 0 として、硬さはかなり軟らかい (-3)~かなり硬い (3)、それ以外の項目は、かなり不良 (-3)~かなり良 (3) の 7 段階評価で実施
注 2) パネラーは生物工学研究所および農業研究所職員 23 名

の品種導入が必要である。「ふくまる」は早生で、栽培特性・玄米品質ともに優れる良食味品種であることから、家庭用の需要だけでなく業務需要にも適している。

V. 適地および栽培上の留意点

「ふくまる」は県内全域を普及対象とする。

- 1) 早生熟期のため、カメムシ類の適期防除に留意する。
- 2) 中干し、適期落水など適切な管理に務める。
- 3) 同熟期の「チヨニシキ」よりも倒伏に弱いので、多肥にしすぎないように留意する。
- 4) 栽培は「ふくまる栽培マニュアル(2015)」(ふくまる推進協議会作成)や「ふくまる」高品質多収栽培マニュアル(ふくまる推進協議会・農業総合センター作成)を参考に行う。

VI. 「ふくまる」の普及状況と今後の展開

「ふくまる」は、2012年から一般栽培が開始され、2015年度は627ha作付された。品種の普及にあたって

は、県内各地域において現地実証試験が実施され、「ふくまる」を栽培した生産者から、「大粒で品質も良く収量が大きく、栽培しやすいなど、優れた特性をたくさん持っているので期待している」、「多収栽培技術の導入により収益の確保を期待する」等の意見が寄せられており、普及が期待されている。また、「ふくまる」の生産目標(収量600kg/10a以上、千粒重23.5g以上、検査等級一等)を安定的に達成できる全量基肥肥料「ふくまる専用どっさり24」も開発され、平成27年の生産から使用されている(宮本 2015)。

近年、県西部を中心にイネ縮葉枯病の発生が増加しているが、「ふくまる」はイネ縮葉枯病抵抗性遺伝子を持たない。さらに普及を進めるため、DNAマーカー技術を活用したイネ縮葉枯病抵抗性を持つ「ふくまる」の開発が待たれる。

VII. 命名の由来

「ふくまる」の品種名は、一粒一粒が大きく、しっかりしているとして命名された。

表10 奨励品種決定調査現地試験における試験成績(2009～2011年)

試験地	品種	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	倒伏 多少 程度	精玄 米重 (kg/a)	同左 標準比率 (%)	玄米 品質	玄米 千粒重 (g)	食味 総合 評価
筑西市	ふくまる	76	20.1	408	0.4	57.5	101	5.2	24.5	0.09
	ひとめぼれ	84	20.6	408	0.4	57.1	100	5.7	22.6	0.00
	有意性	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.
常陸太田市	ふくまる	80	19.3	416	0.3	59.1	107	4.8	24.8	-0.33
	ひとめぼれ	83	19.4	414	0.3	55.1	100	5.3	22.7	0.00
	有意性	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.

注1) 苗質は稚苗、栽植密度は22.2株(30×15cm)/m²、植え付け本数5本

注2) 耕種概要

移植日は2009年から順に、(筑西市)5/18, 5/17, 5/16, (常陸太田市)5/7, 5/6, 6/6

施肥量は、(筑西市)N:0.4+0.4, P₂O₅:0.8, K₂O:0.8(kg/a)

(常陸太田市)N:0.2+0.2, P₂O₅:0.3, K₂O:0.2(kg/a)

注3) 出穂期および成熟期は未調査

注4) 被害の多少は達観により0(無)～6(甚)で判定した

注5) 玄米品質は1(上上)から9(下下)まで達観で調査

注6) 食味総合評価は、極不良(-5)～極良(5)、の11段階評価で実施

パネラーは生物工学研究所および農業研究所職員

注7) n.s., *, **: t検定による有意性検定, それぞれ有意性なし, 5%, 1%水準で有意

謝 辞

本品種の育成にあたり、系統適応性検定試験、奨励品種決定調査、同現地試験等で農業研究所作物研究室・水田利用研究室・病虫研究室の関係者各位および現地試験担当農家のご協力を頂いた。奨励品種採用および品種登録にあたっては、茨城県農林水産部産地振興課および農業経営課技術普及室の関係各位にご尽力頂いた。茨城県農業総合センター専門技術指導員室をはじめとする農業総合センターおよび各農林事務所の皆様には多大なるご支援、ご助言をいただいた。圃場管理や調査等では農業総合センター農業研究所庶務課分室の宮本豊氏、須能健一氏、堀江宏文氏をはじめ農業研究所庶務部職員の労を多とした。ここに記してこれらの方々に感謝の意を表す。

引用文献

- ふくまる推進協議会 (2015) 茨城県オリジナル水稻品種「ふくまる」栽培マニュアル 1-24.
- 宮本寛 (2015) 水稻新品種「ふくまる」に適した全量基肥肥料の紹介. 農業いばらき 67 (12) : 38-39.
- 森田敏 (2005) 水稻の登熟期の高温によって発生する白未熟粒, 充実不足および粒重低下. 農業技術 60 : 442-446.
- 小山田一郎 茨城県農業研究所 (2000) 農業研究所試験成績概要書 36.
- 渡部富男 (2004) 水稻品種「ふさおとめ」の育成と普及. 農林水産技術研究ジャーナル 27(1) : 19-20.
- 山本隆一・堀末登・池田良一 (1996) イネ育種マニュアル. 養賢堂. 1-308.

A New Rice Variety “Fukumaru”

Kazuyuki Okamoto¹⁾, Tomomi Nishimiya²⁾, • Masakata Hirayama²⁾, Toru Manabe³⁾, Yukihiro Iida³⁾,
Toshiaki Kirihara⁴⁾, Kunio Yokota⁵⁾, Kazumasa Kosuge⁶⁾, Minako Tabata⁷⁾, Hideo Hirasawa⁸⁾

Plant Biotechnology institute, Ibaraki Agricultural Center, Ago, Kasama, Ibaraki, 319-0292, Japan

1) Plant Biotechnology institute, Ibaraki Agricultural Center, Ago 3165-1, Kasama, Ibaraki, 319-0292, Japan

2) Agricultural Institute, Ibaraki Agricultural Center: Kamikunii 3402, Mito, Ibaraki, 311-4203, Japan

3) Ibaraki Agricultural Center, Ago, Kasama, Ibaraki, 319-0292, Japan

4) Agricultural Management Division, Department of Agriculture, Forestry and Fisheries. Kasahara 978-6, Mito, Ibaraki, 310-0852, Japan

5) Kenoh Agricultural and Forestry Management Office. Sakumachi 1-3-1, Mito, Ibaraki, 310-0802, Japan

6) Namekata District Agricultural Management Guidance Center, Rokko Agricultural and Forestry Management Office. Aso 1700-6, Namekata, Ibaraki, 311-3832, Japan

7) Ibaraki Plant Protection Office, Sakumachi 1-3-1, Mito, Ibaraki, 310-0802, Japan

8) Retired

Summary

”Fukumaru” is an early-maturing rice variety, and newly developed by the Plant Biotechnology Institute in 2011, in cooperated with Agricultural Research Institute, Ibaraki Agricultural Center. ”Fukumaru” was selected from the progeny of a cross between “Fusaotome” and “Hitachi 20” in 2001, aiming at breeding new variety having elite characteristics, stable grain quality, easily cultivation for good performance in Ibaraki prefecture. The breeding was conducted by a mass pedigree method. A promising line was selected, and named as “Seiken 107” (Ikei 107) in the F₇ generation and “Hitachi 34” in the F₈ generation which was subjected to yield and adaptability trials at the field of Agricultural Research Institute. “Hitachi 34” was finally named as ”Fukumaru” in 2012 and has been released as a recommended variety for in Ibaraki prefecture. It is characterized by cool weather resistance, big grains and good taste. ”Fukumaru” is expected to replace “Hitomebore” and “Koshihikari” because it will be able to harvest faster than “Koshihikari”, used for diversify cropping season.

Key Words: big grain, cool weather resistance, early-maturing, Fukumaru, good taste, rice

茨城県における年内掘りに適したレンコン優良系統の選抜

堀井 学・八城和敏・島本桂介¹⁾・貝塚隆史²⁾・金子賢一¹⁾・石井亮二

¹⁾茨城県農業総合センター園芸研究所 〒319-0292 茨城県笠間市安居 3165-1

²⁾茨城県農業総合センター専門技術指導員室 〒319-0292 茨城県笠間市安居 3165-1

要 約

茨城県内のレンコン産地から、品質が優れ、年内掘りに適しているレンコンを選抜するため、12系統(品種)のレンコンを収集し、聞き取り調査により10系統を選抜した。選抜した10系統について、2013年から2014年にかけて土浦市田村町の圃場において優良系統選抜試験を行い、試験結果及び生産者等による外観品質と食味の評価から、収量性に優れ、外観品質、食味に優れる‘ひたちたから’および、早期肥大性があり、老化が少なく長期間にわたって収穫が可能な‘パワー’の2系統を選抜した。

キーワード：レンコン，系統選抜，年内掘り，パワー，ひたちたから

I. 緒 言

茨城県はレンコン生産において、栽培面積1,630ha、生産量26,500t、産出額102億円で、全国のレンコン生産量の46.8%を占める全国第1位の大産地である(農林水産省ホームページ 統計情報 2013)。主な産地は霞ヶ浦湖岸地帯で、当該地域特産物として最も重要な野菜となっている。

県内のレンコンの栽培品種の大部分は支那バスであり、赤花系日本バスはほとんど栽培されていない。食用支那バスの導入は、1875年に武田昌次氏が清国に派遣された際、現地で食用にされている蓮藕(ぐう)の肥大と食味の良さを有益として、帰国後に譲渡の申請を行い、翌1876年10月に日本に導入されたときされている(大賀 1937)。本県への支那バスの導入につい

ては明確な記述がないが、稲敷郡河内村(現在の稲敷市)で1927年ごろ在来種が腐敗病で全滅しかかった時に腐敗病に強い支那種が導入され、それ以来、収量性も高い支那バスが在来種にとって代わっていったとされている(庄野 1967)。県内の主要品種は、1985年頃までは晩生の‘中国’及び早生の‘天王’であった。‘中国’は1935年頃に霞ヶ浦湖岸地帯に導入され、その後普及し、栽培面積の約8割を占めた。残りの2割は、導入年代は不明であるが、‘天王’やその他の在来品種が栽培されていた(塚原 1975)。1985年頃から早生品種の‘金澄’、‘エノモト’、‘ザラッパ’、‘湖北の光’や中晩生系統の‘霞寿’などが生産農家やレンコン問屋といった民間育種家により育成されたほか、本県においても、1987年に食味の優れた中生品種‘霞ヶ浦’、1994年には腐敗病に強い早生品種‘早霞’をそれぞれ育成した(霞

ら 2002)。なお、本稿においてハスの地下茎のうち、肥大した可食部位を「レンコン」と呼ぶことにする。

これまで、茨城県内のレンコン農家は、新品種の導入に積極的に取り組んできた。その大きな理由の一つとして、レンコン生産者の間で、「同一の品種を作り続けていると、レンコンの形状が細長く変形したり、収量が減少したりする」といわれていることが挙げられる。そのため、生産者は次々に新しい品種や系統を試験的に栽培し、優れたものを導入して収量と品質を維持してきた。レンコンの育種は、従来茨城県内で最も多く栽培されている「金澄系」レンコンの育種家である金坂孝澄氏（金坂 2010）に代表される民間育種家を中心となって行ってきたが、近年、育種家の減少により、新たな品種や系統の導入が困難になったことから、優良系統の選抜や、育種が求められるようになった。特に、台風などの影響を受けにくく、レンコンの需要期である 9 月の彼岸や年末年始に安定的な収量が得られる、早期肥大性を有した、年内の掘り取りに適した系統の選抜が求められた。

そこで、筆者らは県内各地のレンコン産地から優良とされる系統を収集して系統選抜を行い、併せて生産者等の評価も加えることにより、年内掘りに適した優良系統を 2 系統選抜したので報告する。

II. 材料及び方法

1. 供試系統の選定

県内の主要レンコン産地である土浦市、小美玉市、行方市、稲敷市、阿見町の生産者及び農業協同組合関係者からの聞き取り調査の結果に基づき、各産地で優良な特性を有すると判断された系統を 12 系統収集した。収集系統の特性について生産者等への聞き取り調査を行い、その結果（表 1）を基に、生産者、全農茨城県本部、流通関係者及び県関係機関からなる「いばらきレンコン優良系統選抜普及プロジェクトチーム会議」（以下 PT 会議）で収集系統の、優良系統選抜試験供試の可否を協議した。その結果、本試験では年内掘りに適した優良系統の選抜を行うことを目的とすることから、良形質ではあるものの、レンコンの肥大がやや遅い‘金澄 36 号（土浦収集系統）’および‘金澄 36 号選抜系統’を除き、その他の 10 系統を優良系統選抜試験に供することとした。

なお、‘金澄 34 号’については、収集地域の違う系統が 3 系統収集されたが、「地域によって特性が異なる可能性がある」との生産者の指摘から、3 系統共に優良系統選抜試験に供することとした。

表 1 年内掘り選抜素材系統の聞き取り調査結果(2013)

系統（品種）名	収集地域	収量 (t/10a)	皮色・肉質・食味等	その他
金澄 24 号	土浦	2.0	良食味	やや浅く作業性が良い
金澄 34 号	土浦	2.0	良食味	やや浅いが、ややすねあがり早い
金澄 36 号	土浦	2.0	良食味	やや深く、すねあがり遅い
まつかぜ	土浦	2.0	良食味	すねあがりやや遅い
金澄 34 号	行方	1.5~1.7	良食味・肉厚	良品質で浅く作業性が良い
金澄 36 号	行方	1.5~1.7	肉厚・柔らか	形状が良く連続して収穫できる
幸祝	稲敷	1.8~2.0	良食味・肉厚	良品質、ややすねあがり早く、深い
金澄 34 号	稲敷	1.8	良食味・肉厚	良品質、ややすねあがり早く、深い
パワー	小美玉	—	やや淡色・肉厚	食味と収量のバランスが良い
ひたちたから	小美玉	—	やや淡色・肉厚	早くから収穫できる
金澄 20 号選抜系統	阿見	2.0	肉厚	深さが浅く作業性が良い
金澄 36 号選抜系統	阿見	1.7	良品種	他の金澄系に比べ軟らかい

2. 優良系統選抜試験

試験は、土浦市田村町の圃場において、畦畔板により1系統あたり約0.4a(5m×8m)になるように圃場を縦10区画、横2区画に区切り、8月および11月掘り取り調査を行う区を各2反復設置して行った。

(1) 1次選抜(2013年度)

PT会議において決定した10系統、すなわち‘金澄20号’、‘金澄24号’、‘金澄34号(土浦収集系統)’、‘金澄34号(稲敷収集系統)’、‘金澄34号(行方収集系統)’、‘金澄36号’、‘まつかぜ’、‘幸祝’、‘パワー’、‘ひたちたから’を供試した。

産地から収集した各系統の種レンコンを、先端から4節目で切断し、芽数を5~7になるように調製して種レンコンとした。

2013年4月9日に各試験区あたり種レンコン1本を定植した。定植後、8月に地上部の生育量調査を行った。

生育量は、レンコンの茎葉による試験区画の占有率(試験区のうち葉が覆った面積の割合)に茎葉の密度(5段階で評価)を乗じた値を「生育指数」と定義して算出した。

収穫物調査は2013年8月24日から27日および同11月22日から26日に実施した。8月は、収量、レンコンの本数、規格(L:1400g以上、M:400g以上1400g未満、S:200g以上400g未満、SS:200g未満)別割合、レンコンの地表面からの着生位置について調査し、11月は収量、本数、規格別割合に加え、皮点の数、レンコン下位節の老化の程度について調査した。皮点の数については、観察により5段階評価とし、老化の程度については、1本のレンコンの重さから、商品性の劣る部分を取り除いた歩留りを100%から減じて老化率として表した。

数値的な評価が困難なレンコンの外観品質および食味については、生産者及び流通関係者から構成される評価会を催して評価を行った。食味については5mm厚

に輪切りにしたレンコンを6分間ゆで、冷水でよく冷やした後に官能評価に供した。評価は各項目とも5段階で行い、評価結果を合計して、最大値が100となるように換算した。

収穫物調査の結果および、品質評価会での評価結果を基に、PT会議において検討し、2次選抜に供する優良系統候補5系統(‘金澄20号’、‘金澄34号(土浦収集系統)’、‘幸祝’、‘パワー’、‘ひたちたから’)を選抜した。

(2) 2次選抜(2014年度)

2013年度に選抜した優良系統候補5系統を供試した。

試験圃内で増殖した各系統のレンコンを先端から4節目で切断し、芽数を5~7になるよう調製して種レンコンとした。調製した種レンコンは1次選抜と同様に区割りをを行った試験圃場に、2014年4月4日に各試験区当たり1本を定植した。4月から8月下旬にかけて地上部の生育量を調査し、2014年8月23日、26日及び同11月18日、22日に収穫物調査を行った。収穫物調査では、皮点の数を、1cm²あたりの皮点の数を計測する方法に変更した他は、一次選抜と同様に行った。

外観品質、食味については、一次選抜と同様、評価会において評価を行った。評価の際には‘金澄34号’を基準として、各項目を3段階(基準の‘金澄34号’を2とする)、外観品質および食味の総合評価については5段階(基準の‘金澄34号’を3とする)で評価した。この結果と収穫調査の結果を基にPT会議において検討し、優良2系統を選抜した。

III. 結果

1. 一次選抜

(1) 地上部の生育量

生育指数において8月下旬をピークに減少している系統とその後も継続して増加している系統に二分された。8月中旬から下旬にかけて、‘パワー’、‘ひたちた

から'では、区画占有率の変化は無かったが、茎葉の密度が減少し、生育指数は大きく低下した。一方、'金澄34号'ではほぼ横ばいか、やや増加した(図1)。

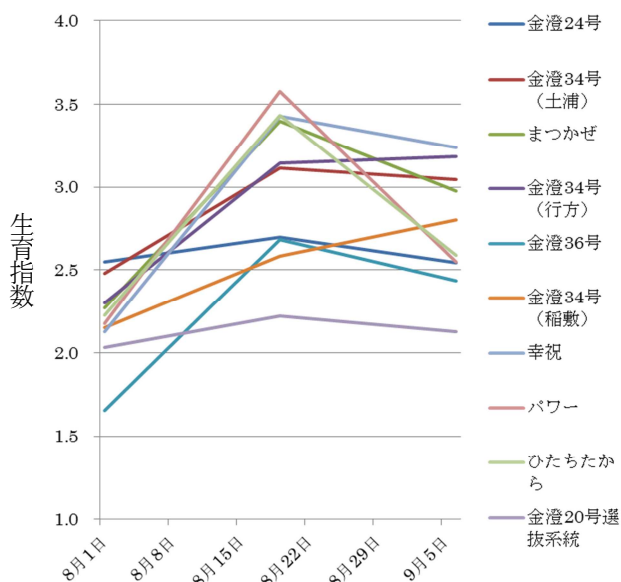


図1 2013年の生育指数の推移

生育指数は、レンコンの茎葉による試験区画の占有率(試験区のうち葉が覆った面積の割合)に茎葉の密度(5段階で評価)を乗じた値

(2) 収穫物調査

8月および11月の掘り取り調査の結果を表2に示す。収量について、8月時点では、'ひたちたから'が最も高く、次いで'パワー'が高かった。11月においては'金澄24号'、'金澄34号(行方)'の収量が多かった。'金澄36号'、'幸祝'は他の系統に比べ低収であった。

規格別のレンコンの本数について、商品性の最も高いMのレンコンは'金澄20号選抜系統'で最も多く、また'金澄24号'ではLが多く、Mは少なかった。その他の系統に大きな差はなかった。

レンコン下位節の老化の程度について調査した結果を表2に示す。老化の程度は'金澄36号'、'パワー'で少なかった。一方、'金澄20号選抜系統'、'金澄34号(行方、稲敷)'では、11月の時点で収穫物の50%近くが老化していた。

レンコンの収穫位置の地表面からの深さは、'金澄24号'は約28cmと浅かったのに対し、'まつかぜ'は約40cmと深かった(図2)。一方、区間で深さに差のある系統もあり、レンコンの着生位置の深さは、系統の特性に加え、圃場の状態によっても変動することが考えられた。

表2 一次選抜における掘り取り調査の結果¹⁾(2013)

系統名	収集地域	8月 収穫		11月 収穫				
		収量(t) ²⁾	収量(t) ³⁾	本数(本) ³⁾	節数(節) ³⁾	M品率(% ⁴⁾	L品率(% ⁴⁾	老化率(% ⁵⁾
金澄20号選抜系統	阿見	1.8	2.6	2,613	8,475	79.8	4.9	51.5
金澄24号	土浦	1.5	3.2	2,850	10,213	65.4	13.5	38.8
金澄34号	土浦	1.7	3.0	2,650	9,763	70.6	7.4	36.0
金澄34号	行方	1.9	3.2	2,875	10,625	72.6	7.3	46.3
金澄34号	稲敷	1.4	3.0	2,825	9,725	75.8	8.2	46.1
金澄36号	行方	1.2	2.2	1,925	7,900	71.0	0.9	32.4
まつかぜ	土浦	1.4	2.8	2,513	9,050	72.5	9.8	34.7
幸祝	稲敷	1.4	2.5	2,163	7,688	69.7	9.6	35.0
パワー	小美玉	1.9	2.6	2,363	7,875	72.4	11.6	33.5
ひたちたから	小美玉	2.1	3.0	2,788	9,625	72.9	10.9	36.2

- 1) 数値は各掘り取り区の反復の合計を10aに換算した値 2) すべての肥大茎の重量(未調製)
 3) すべての肥大茎の重量(調製後)、本数、節数の合計 4) 収量に対するMまたはLの重量の百分率
 5) 1本のレンコンの重さから、商品性の劣る部分を取り除いた歩留りを100%から減じた値

(3) 評価会の結果

外觀品質および食味評価について、評価会の評価結果を表3に示す。外觀品質について、レンコンの形状に対する評価は系統間に大きな差はなかったが、レン

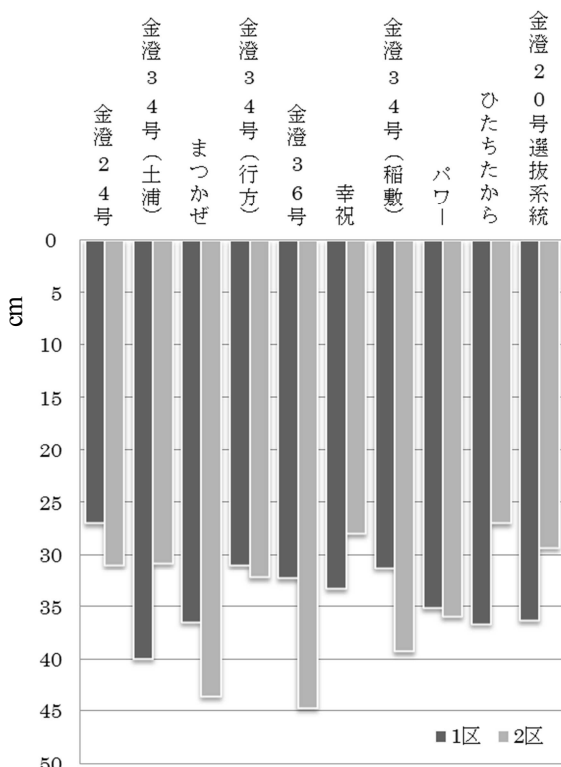


図2 2013年8月収穫時のレンコン着生位置の深さ(1区2区は反復)

コンの表面の色および皮点の様子について、‘金澄20号選抜系統’、‘金澄34号’（行方）、‘金澄36号’が高く評価された。食味に関する評価では、‘金澄34号’（土浦）、‘幸祝’、‘ひたちたから’がシャキシャキとした食感であるとされ、‘パワー’や‘まつかぜ’は比較的ホクホク（もちもち）とした食感で、‘金澄34号’（土浦、行方）、‘幸祝’は軟らかく、‘金澄36号’、‘金澄34号’（稲敷）、‘まつかぜ’は硬いと評価された。総合的な食味について、‘金澄20号選抜系統’、‘まつかぜ’、‘ひたちたから’が高く評価された。

(4) 優良系統の選抜

以上の結果を基に、PT会議で検討した結果、収穫物のうち最も商品性の良いMの割合が高く、皮点が少ないことや皮色の白さなどで、外觀品質の良かった‘金澄20号選抜系統’、8月時点での肥大が良く、M率が高く、食味評価が高い‘ひたちたから’、形状や外觀品質に係る評価が高く、老化が遅い‘幸祝’、8月時点の肥大が良く、老化が遅く、長期にわたって収穫できる可能性がある‘パワー’を選抜した。また、収量性や外觀品質に優れる‘金澄34号’については、産地間で大きな差はなかったが、土浦から収集した系統がシャキシャキとした食感や甘味、えぐみの無さで優れ、良い評価を得た

表3 一次選抜に係る評価会における外觀および食味の評価¹⁾(2013)

系統名	収集地域	レンコンの形状	表面の色	皮点の様子	ゆであがりの色	断面の形状	外觀総合評価	食感 ²⁾	硬さ ³⁾	甘味	えぐみ ⁴⁾	食味総合評価
金澄20号選抜系統	阿見	81.5	94.4	88.9	72.2	70.4	65.6	79.6	63.0	61.1	68.5	62.2
金澄24号	土浦	74.1	70.4	74.1	66.7	64.8	58.9	74.1	59.3	61.1	63.0	56.7
金澄34号	土浦	77.8	77.8	85.2	70.4	74.1	67.8	83.3	50.0	66.7	72.2	60.0
金澄34号	行方	90.7	87.0	90.7	66.7	72.2	74.4	68.5	57.4	61.1	68.5	57.8
金澄34号	稲敷	79.6	68.5	74.1	73.1	74.1	63.3	63.0	70.4	63.0	70.4	61.1
金澄36号	行方	83.3	81.5	87.0	65.7	70.4	64.4	70.4	77.8	61.1	61.1	61.1
まつかぜ	土浦	77.8	68.5	63.0	75.9	70.4	58.9	64.8	66.7	66.7	68.5	64.4
幸祝	稲敷	88.9	70.4	59.3	77.8	74.1	68.9	83.3	51.9	51.9	68.5	60.0
パワー	小美玉	81.5	64.8	66.7	68.5	74.1	58.9	59.3	64.8	61.1	70.4	60.0
ひたちたから	小美玉	77.8	77.8	77.8	74.1	70.4	61.1	85.2	61.1	64.8	68.5	63.3

- 1) 評価は5段階で行い、100点が最も高くなるように数値を変換した。
- 2) 数値が高いほどシャキシャキ、低いほどホクホク（もちもち）
- 3) 数値が高いほど硬く、低いほど柔らかい
- 4) 数値が低いほどえぐみが強く、高いほどえぐみが少ない

ことから、‘金澄34号(土浦)’を選抜することとした。‘金澄20号選抜系統’、‘金澄34号’は、老化の程度が大きかったが、年内掘りに適した系統の選抜であることを鑑み、他の良好な形質を優先して、優良系統候補とした。一方、‘金澄36号’は、形状等に対する評価が高かったが、低収であったため、選抜しなかった。

2. 2次選抜

(1) 地上部の生育量調査

生育指数でみる地上部の生育量は、‘ひたちたから’が最も順調に生育した。2014年は、区画全体を茎葉が占めることはなく(図3)、また、8月下旬時点での生育指数を2013年度と比較すると、2014年の地上部の生育量は極めて少なかった(図4)。「パワー」においては、初期生育の遅れから、区画占有率は低く推移した。

(2) 収穫物調査

8月および11月の掘り取り調査の結果を2013年11月の結果と併せて図5および表4に示す。2014年度の11月収量が最も多かった系統は‘幸祝’で、次いで‘ひたちたから’、‘パワー’の順であった。収量は各系統とも2013年11月収量の45.9%から79.4%でありかなり少なかった。2013年と比較したレンコンの本数及び節数については、‘幸祝’では共に高かったのに対し、‘金澄34

号’では共に低い値となった。また、その他の系統ではレンコンの本数が多く、総節数は少ない結果となり、レンコン1本当たりの節数が少ないことが示された。老化の程度は、2013年に比べ、全ての系統で少なかったが、2013年と同様の傾向であり、‘金澄20号選抜系統’は老化が早く、‘パワー’は遅かった(表4)。

規格別の本数割合は、2013年、2014年ともに系統間で大差なく、2014年のMは31~36%を占めた。2013年と比較すると、全ての系統でMの割合が低下し、SやSSの割合が増加した(図6)。

レンコン着生位置の深さは、両年とも各系統で同様の傾向を示し(図7)、深さは圃場の土質や状態によって変動するが、同一圃場で栽培した場合には、系統の特性によってレンコンの深さが概ね決まり、年次変動は少ないことが示唆された。

(3) 評価会の結果

2次選抜に係る評価会においては、県内で最も広く作られている‘金澄34号’を基準として、各系統の外観品質及び食味の評価を行った。外観品質については全ての系統が‘金澄34号’を上回り、‘パワー’及び‘ひたちたから’が高い評価を得た。また、総合的な食味については、‘パワー’と‘幸祝’が優れ、‘金澄20号’は劣った(表5)。

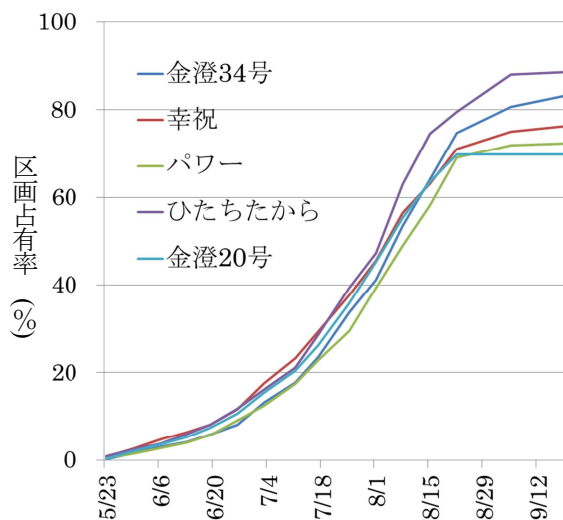


図3 2014年の各系統の区画占有率の推移

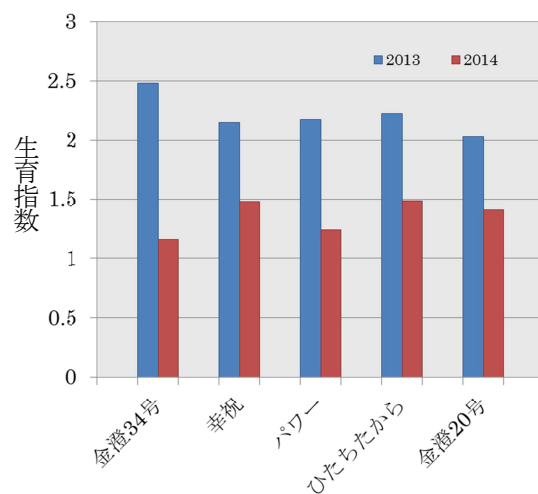


図4 2013年と2014年の8月1日時点の生育指数の比較

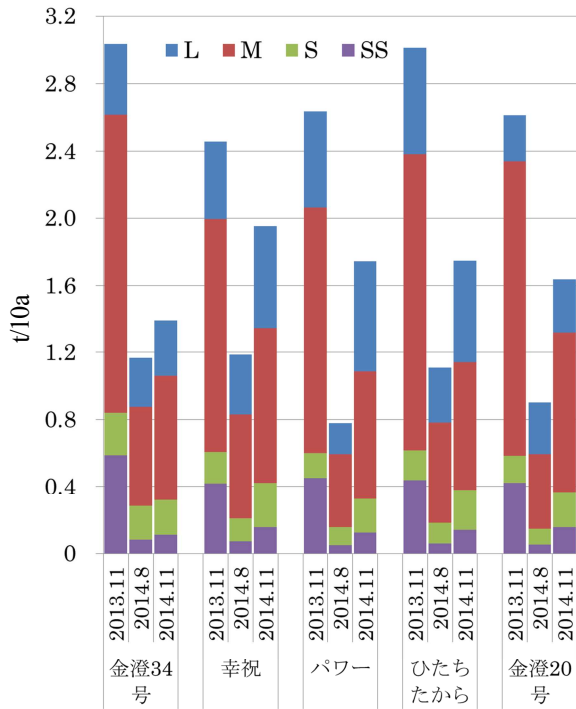


図5 2013年11月および2014年8月、11月の収穫物調査の結果 (10aあたり)

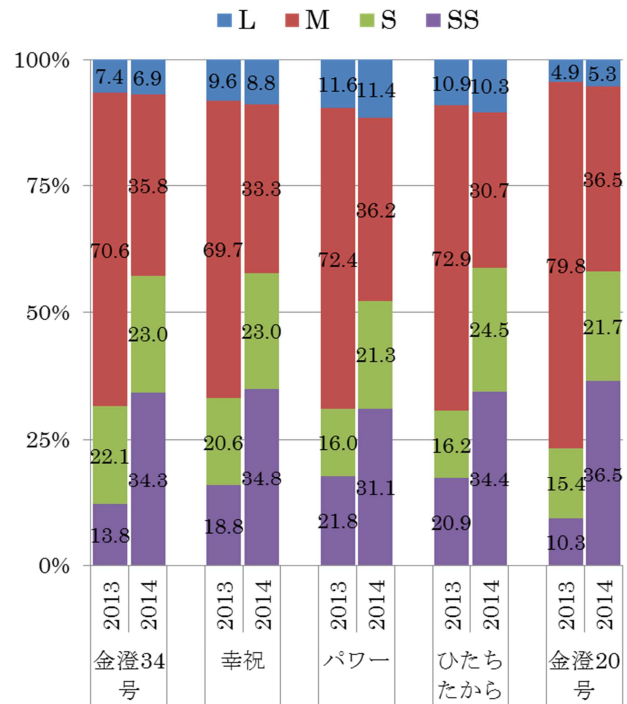


図6 2013年および2014年の収穫物の規格別割合

表4 2013年11月および2014年8月、11月掘り取り調査におけるレンコンの本数と節数¹⁾

系統名	2013.11			2014.8		2014.11		
	本数 (100本)	節数 (100節)	老化の程度 (%)	本数 (100本)	節数 (100節)	本数 (100本)	節数 (100節)	老化の程度 (%)
金澄34号	68.0	195.3	36.0	47.3	90.0	60.5	137.0	14.1
幸祝	54.5	153.8	35.0	41.3	85.3	74.8	175.3	10.8
パワー	56.3	157.5	33.5	28.8	52.3	62.0	149.0	6.8
ひたちたから	66.5	192.5	36.3	37.3	76.8	69.0	157.0	14.0
金澄20号	61.8	169.5	51.5	31.0	62.5	71.5	155.5	21.0

1) 本数及び節数は10aあたりの換算した値

表5 2次選抜の評価会における評価結果(2014)

品種・系統	外観品質							食味				
	レンコン の形状 ²⁾	表面 の色 ²⁾	皮点の 様子 ³⁾	節の つまり ²⁾	ゆであがりの 色 ²⁾	断面の 形状 ²⁾	総合 評価 ⁴⁾	食感 ⁵⁾	硬さ ⁶⁾	甘味 ⁷⁾	えぐみ ⁸⁾	総合 評価 ⁴⁾
金澄34号 ¹⁾	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00
幸祝	2.53	2.06	1.94	2.53	2.65	2.29	3.41	1.65	2.41	2.12	2.06	3.18
パワー	2.71	2.29	2.18	2.41	2.18	2.35	3.91	2.12	1.82	1.94	2.06	3.29
ひたちたから	2.94	2.06	2.00	2.41	2.41	2.29	3.65	2.71	1.41	2.00	1.94	3.06
金澄20号	2.29	2.47	2.53	1.76	2.41	2.12	3.41	3.00	1.12	1.88	2.06	2.59

1)標準 (肥大茎の形状, 表面の色, 皮点の様子, 節のつまり, ゆであがりの色, 断面の形状, 食感, 硬さ, 甘味, えぐみは2 総合評価, 総合的な味は3とした) 2)悪い: 1~3:良い 3)多い: 1~3:少ない
4)悪い: 1~5:良い 5)ホクホク (もちもち) 感: 1~3:シャキシャキ感 6)硬い: 1~3:軟らかい
7)甘くない: 1~3:甘い 8)強い: 1~3:弱い

(4) 優良系統の選抜

以上の結果を基にPT会議で検討したところ、11月収量が多く、外観品質の評価が高かった、‘幸祝’、‘ひたちたから’、‘パワー’のうち、老化が極めて遅く長い期間収穫が可能な‘パワー’（図8上）と、レンコンの形状や皮点の様子等の外観品質が優れる‘ひたちたから’（図8下）を優良系統として選抜した。‘幸祝’は収量性や老化の遅さなどで優れたが、皮点が多く、外観品質の評価が低かったため、選抜されなかった。

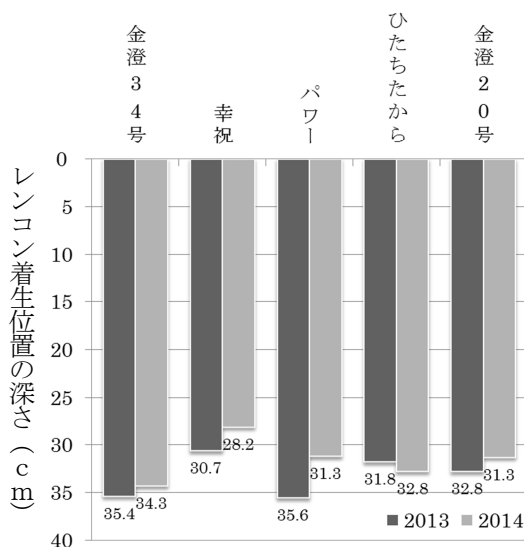


図7 2013年および2014年8月時レンコン着生位置の比較

IV. 考察

レンコンは茨城県を代表する地域特産野菜であり、レンコン産地の維持、発展は重要な課題である。しかしながら、レンコンに関する研究は少ない。レンコンの形態学等の基礎的な研究は、1930年代に大賀(1937)によって行われた。大賀(1937)はこの中で、「蓮堀仲間の使用せる幾多の慣用語の一つ」として、ハスの肥大した地下茎のことを蓮根と記述した。1960年代に南川(1969)によって形態学的なまとめや、レンコンの栽培方法、施肥、腐敗病対策等について報告が行われた。レンコンの育種に関する研究は2000年前後に行わ



図8 優良系統として選抜した系統。上：‘パワー’，下：‘ひたちたから’

れ、本県では‘霞ヶ浦’と‘早霞’を育成、品種登録した(霞ら2002, 2003)。一方で、現在流通するレンコンのほとんどは民間育種家によって育成されたものであり、その選抜手法は長年の経験や勘に依存するものが多く(金坂2010)、体系立てられた選抜手法は確立されていなかった。本研究では、レンコンの調査手法について、収量性や老化の程度、皮点の様子などから客観的に評価する手法を開発し、優良系統の選抜に活用した。しかしながら、皮点の様子に関する調査では、皮点の大小や色の濃さなど、数だけでは評価できない部分があることから、今後改善が必要である。また、形態や皮色の評価については、適切な評価手法を開発することができなかったため、評価会による評価を行った。今後、画像解析等による客観的な評価手法を開発することは重要な課題である。

2013年と2014年では全ての系統において収量に大きな差があった。この要因の一つは8月から9月の気象条件の違いと考えられる。2014年は8月20日以降、

気温が急激に低下し、地温も 22°C前後まで低下した。レンコンの生育には気温 25°C~30°C、レンコンの肥大には地温 24°C~25°Cが適しているとされており(尾崎 2013)、2014 年は 8 月下旬の天候不順がレンコンの生育に影響を与え、生育が停止し、レンコンの肥大も進まずに、収量が減少したと推測される。また、2013 年と 2014 年で、レンコンの本数に大きな違いがない一方で、総節数が減少したことは初期の生育が順調に進み、分枝や初期肥大は順調であったが、生育後半の天候不順により、肥大開始後の伸長が抑制されたものと推される。2014 年のような 8 月下旬の天候不順や、台風による茎葉被害によって起こる収量の低下を避けるためにもレンコンの早期肥大性は重要である。

レンコンの早期肥大性について、2013 年の 8 月収量の結果を見ると、‘パワー’、‘ひたちたから’は収量が多く、早期肥大性が認められた。一般的に早生系統であるといわれている‘金澄 20 号’や‘金澄 34 号’は、老化も早く、早期に掘り取りを行うことが求められるが、‘パワー’においては、早期肥大性を有する一方で、老化は極めて遅く、長期間にわたって栽培が可能な系統であることが示された。

‘パワー’と‘ひたちたから’では、2013 年の地上部の生育量が 8 月下旬にピークを迎え、その後減少を始めた。一方、初期生育の遅れから 8 月下旬までに地上部の生育量を確保できなかった 2014 年の‘パワー’の 8 月収量は低かった。地上部の生育量の減少は、レンコンの肥大開始に合わせて茎葉の生長が停止し、古い葉が枯れることで茎葉が疎になり、地上部の生育量の数字が減少したもので、8 月収量の結果と併せて考えると、地上部の生育量のピークの早晚から、レンコンの肥大の早晚を推察できると予想される。

レンコンの葉は生育が進むほど高くなる。この一つの要因として、より密植に栽培した圃場の方が葉が高くなることから、避陰反応の影響が考えられる。避陰反応ではジベレリンの働きにより葉柄が伸長することが

知られており (Franklin *et al.*,2005) レンコンにおいても同様の現象が起きていると想像される。他方、レンコンにおいては、ジベレリンの投与により肥大が抑制されることが報告されており (Masuda *et al.*,2012)、葉が高くなっていく段階ではレンコンは肥大せず、何らかのシグナルによって肥大が始まると、ジベレリンの生合成や活性が阻害され、茎葉の生長が停止すると考えられる。一般的に、レンコンが肥大を開始する時期には「止め葉」と呼ばれる葉柄の短い葉が現れることが知られており、これはレンコンの肥大開始に伴って、ジベレリンの働きが抑制されたためと予想される。

また、レンコンの肥大開始のシグナルについて、レンコンは日長が 13~14 時間を下回ると肥大することが報告されている (Masuda *et al.*,2006) が、ガラスハウスで栽培されるレンコンでは、日長が 13 時間を上回る 6~7 月においてもレンコンが肥大し、収穫が可能であることから、日長の他にもレンコンの肥大を促すシグナルが存在すると考えられる。産地において、7~8 月に出荷するためにレンコンの肥大を早期に進めるためには、密植で栽培することが有効であるとされていることから、レンコンの肥大に接触刺激による伸長抑制反応が関与していることが予想される。接触刺激においては、植物ホルモンであるエチレンやジャスモン酸が関与していることが知られている (Chehab *et al.*,2012)。ジャガイモの塊茎の肥大にはエチレンがジベレリンによる茎伸長を抑制すること (Vreugdenhil and Dijk 1989) や、ジベレリンの消失とジャスモン酸が関与している (Pelacho and Mingo-Castel 1991, 幸田 2002) ことが報告されており、タバコにおいては高いレベルのジャスモン酸の蓄積がジベレリンの生合成を阻害することなどが報告されている (Heinrich *et al.*,2013)。レンコンにおいてもジベレリンの生合成を阻害するとレンコンの肥大が開始することが知られている (Masuda *et al.*,2012)。レンコンの肥大開始時におけるトランスクリプトーム解析では、エチレンやジャ

スモン酸生合成関連遺伝子の発現が観察されている (Cheng *et al.*, 2013) が, エチレンはレンコンの肥大には関与しない (Masuda *et al.*, 2010) ことも報告されていることから, レンコンの肥大開始には短日によるシグナルに加え, 接触刺激等によるジャスモン酸とジベレリンの相互作用が影響していることが考えられる。今後, これらの植物ホルモンの遺伝子発現を詳細に調査することで, 早期肥大性を持つレンコンを遺伝子マーカーにより選抜することが可能になると考えられる。

レンコン下位節の老化は, 県内レンコン生産者の間では「すね上がり」と呼ばれている。「すね上がり」が早い系統では, 年末以降の収穫歩留まりが低下し, 収量が落ちるため, 早くから収穫できる系統である事と同時に, 「すね上がり」が遅く, 年明けにも掘り取ることが可能な系統が求められている。本研究で選抜した‘パワー’と‘ひたちたから’は早生性を有し, 年内掘りに適した系統として選抜したが, ‘パワー’は「すね上がり」が遅く, 年明けにも掘り取ることが可能であると考えられる。本研究において選抜した2系統は, 今後県内の各産地での栽培適応性を確認し, 産地の気候や土壌条件に適した系統を栽培していくことが必要である。

謝 辞

本研究の遂行に当たり, 現地試験圃場の栽培管理や掘り取り等に係る作業は, 吉田京史氏, 山口栄一氏, 飯村留吉氏, 武井良正氏をはじめ, JA 土浦田村蓮根部会の皆様が担当してくださった。また, 全農茨城県本部, JA 土浦, 茨城県南農林事務所経営・普及部門, 稲敷地域農業改良普及センター, 県央農林事務所経営・普及部門, 鹿行農林事務所行方地域農業改良普及センターの関係者には多大なるご協力を頂いた。さらに試験区の設置や調査については, 農業総合センター

管理課の皆様には多大なるご支援を頂いた。ここに記してこれらの方々に心より感謝の意を表する。

引用文献

- Chehab, E. W., C. Yao, Z. Henderson, S. Kim and J. Braam (2012) Arabidopsis touch-induced morphogenesis is jasmonate mediated and protects against pests. *Current Biology* 22:701-706
- Cheng, L., S. Li, J. Yin, L. Li and X. Chen (2013) Genome-wide analysis of differentially expressed genes relevant to rhizome formation in lotus root (*Nelumbo nucifera* Gaertn). *PLoS ONE* 8(6): e67116.
- Franklin, K. A. and G. C. Whitelam (2005) Phytochromes and shade-avoidance responses in plants. *Ann. Bot.* 96:169-175
- Heinrich, M., C. Hettenhausen, T. Lange, H. Wunsche, J. Fang, I. Baldwin and J. Wu (2013) High levels of jasmonic acid antagonize the biosynthesis of gibberellins and inhibit the growth of *Nicotiana attenuata* stems. *The Plant Journal*, 73:591-606
- 金坂孝澄 (2010) レンコン品種, 金澄 20 号・34 号・36 号の育成. *農林水産研究ジャーナル* 33(2):16-19
- 霞正一・小松鋭太郎・八城和敏・佐久間文雄・雨ヶ谷洋・江面浩・西宮聡・宮川雄一・飯田伸彦・石塚由之 (2002) 食用ハスの中生品種‘霞ヶ浦’および早生品種‘早霞’ (はやか) の育成とその特性. *茨城農総セ生工研研報* 5:61-69
- 霞正一 (2003) 食用ハスの交配育種法—遺伝資源の収集から品種登録まで—. *茨城農総セ生工研研報* 6:31-42
- 幸田泰則 (2002) 作物の形態形成におけるジャスモン酸類の役割—バレイショ塊茎形成を中心として—. *日作記* 71(1):1-10

- Masuda, J., T. Urakawa, Y. Ozaki and H. Okubo (2006) Short photo-period induces dormancy in lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.). *Ann. Bot.*, 97:39-45
- Masuda, J., Y. Ozaki and H. Okubo (2010) Ethylene is not involved in rhizome transition to storage organ in lotus (*Nelumbo nucifera*). *J. Fac. Agr., Kyushu Univ.*, 55(2):231-232
- Masuda, J., Y. Ozaki and H. Okubo (2012) Regulation in rhizome transition to storage organ in lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) with exogenous gibberellin, gibberellin biosynthesis inhibitors or abscisic acid. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, 81(1):67-71
- 南川勝次 (1969) 食用蓮に関する研究. 佐賀県農業試験場研報 4:1-73
- 大賀一郎 (1937) 食用シナバスの蓮根について. 植物及動物 5(1):38-46
- 尾崎行生 (2013) 環境のステージと生理, 生態-環境と生育. 農業技術体系野菜編レンコン 10:19-22
- Pelacho, A. M. and A. M. Mingo-Castel (1991) Jasmonic acid induces tuberization of potato stolons cultured in vitro. *Plant Physiol.*, 97:1253-1255
- 庄野岩夫 (1967) 各産地の実情から学ぶもの-茨城県 のばあい-. 庄野岩夫著: レンコン つくり方と 売り方. 農山漁村文化協会. 東京. 105-111
- 塚原章 (1975) 茨城県におけるレンコン栽培の歴史. 猪崎正敏編著: 水生蔬菜の栽培と経営. 家の光協会. 東京. 8-19
- Vreugdenhil D. and W. V. Dijk (1989) Effects of ethylene on the tuberization of potato (*Solanum tuberosum*) cuttings. *Plant Growth Regulation*, 8(1):31-39

Selection of superior line of lotus suitable for harvesting within the year in Ibaraki

Manabu Horii, Kazutoshi Yashiro, Keisuke Shimamoto¹⁾, Takashi Kaizuka²⁾, Kenichi Kaneko¹⁾, Ryoji Ishii

Plant Biotechnology Institute, Ibaraki Agricultural Center, Ago, Kasama, Ibaraki, 319-0292, Japan

¹⁾*Horticultural Research Institute Ibaraki Agricultural Center, Ago, Kasama, Ibaraki, 319-0292, Japan*

²⁾*Ibaraki Agricultural Center, Ago, Kasama, Ibaraki, 319-0292, Japan*

Summary

We collected 12 lines (varieties) of lotus root with the excellent quality and suitable for harvesting within the year from producing areas of lotus root in Ibaraki, and selected 10 lines by interview survey use for the selection of superior line. In 2013-2014, we carried out the selection of superior line using 10 lines. Based on the results of the selection and evaluation of appearance quality and taste by farmers, we selected the 2 superior lines 'POWER' and 'HITACHI TAKARA'. 'POWER' has the feature that the lotus root performs enlargement and less deterioration within the year, so it is possible to long-time harvesting. 'HITACHI TAKARA' has the feature that appearance quality and taste of lotus root is good.

Key Words: lotus root, selection of superior line, suitable for harvesting within the year,
'POWER', 'HITACHITAKARA'

ニホンナシ新品種‘恵水’の育成

尾形夏海・喜多晃一・郷内 武¹⁾・霞 正一²⁾・佐久間文雄³⁾・石井亮二

¹⁾ 茨城県農業総合センター園芸研究所 〒319-0292 茨城県笠間市安居 3165-1

²⁾ 茨城県西農林事務所結城地域農業改良普及センター 〒300-3544 茨城県結城郡八千代町大字若
1517-5

³⁾ 退職 元茨城県農業総合センター生物工学研究所 〒319-0292 茨城県笠間市安居 3165-1

要 約

‘恵水’は、‘豊水’に代わる品質の良いナシを育成するため、1994年に‘新雪’に‘筑水’を交配して得られた交雑実生の中から選抜された中生の赤ナシ品種である。1999年に初結実し、調査の結果、2004年に有望系統であると認められ、栽培試験を開始した。大果で食味良好であり、多収が見込めるほか、日持ち性も良好であることから、2009年に品種登録出願し、2011年12月6日に品種登録された。2013年からは県内の生産者を対象に苗木の一般販売が開始された。

キーワード：ニホンナシ，新品種，恵水，大果，多収，日持ち性

I. 緒 言

茨城県におけるニホンナシの栽培は、2013年現在の栽培面積で1,240ha（全国2位），産出額で73億円（全国2位）となっており、本県果樹の総産出額の約54%を占める重要な園芸品目である（茨城の園芸2014）。市場出荷が中心であり、ほとんどの産地で選果機が導入され、効率的な選果・共販体制が構築されている。しかし、品種構成は主要品種である‘幸水’、‘豊水’で作付け面積の約90%を占め、産地では高樹齢化による生産力の低下や労力の集中、価格の低迷といった課題を抱えている。このため、新しい品種の導入による生産力の向上及び販売力の強化が望まれている。

また、中生の主要品種である‘豊水’は、気候条件等によりみつ症が多発するという問題を抱えている（松浦・青木1981）。みつ症の発生機構や発生要因については、以前から多くの研究が実施されているものの、未だ不明な点が多い（佐久間2002）。しかし、‘豊水’と同時期に収穫できる優良な新品種はこれまでに育成されていないため、現在も県内で栽培されている中生品種の大部分を‘豊水’が占めており、みつ症の発生に伴う減収や価格の低迷といったリスクは未だ非常に高いままである。近年、観光果樹園や直売所方式での販売が広まり、中～晩生品種の需要が高まったことから、‘豊水’と晩生の主要品種‘新高’との間に収穫できる補完品種として、（独）果樹研究所（現（国研）果樹研究所）により、中晩生品種‘あ

きづき’が育成された（壽ら2002）．‘あきづき’は良好な果実品質に加え、みつ症発生が少ないという特性を持つことから、県内でも導入が進み、作付け面積が広がりつつある．

このような背景のもと、本県では、みつ症の発生が少なく、大果・良食味な品種を目標として、1993年よりニホンナシ新品種の育成に取り組んできた．その結果、新品種‘恵水’を育成したので、その育成経過と品種特性について紹介する．

II. 育成経過

1. 育成経過

1994年に生物工学研究所で、大果の晩生品種‘新雪’（壽ら2004）に食味良好で香りがある早生品種‘筑水’（壽ら1991）を交配して87個体の交雑実生を得た（図1）．これらは1999年に初結実し、果実品質調査及び食味調査を開始した．調査の結果より、2004年に大果で食味良好な有望系統であると認められた系統21-60を‘生研2号’として選抜し、茨城県農業総合センター園芸研究所で栽培試験を開始した．2007年から‘ひたち2号’として県内14戸において現地適応性試験を開始した．2009年10月に‘恵水’の名称で品種登録を出願し、2011年12月6日に品種登録された（登録番号21253号）．

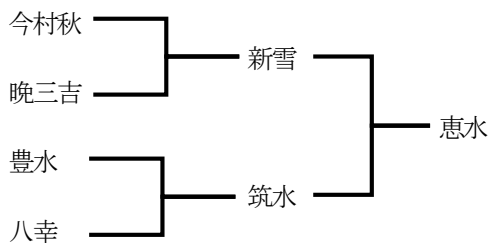


図1 ‘恵水’の系譜

III. 特性の概要

1. 樹の特性

農林主産植物種類別審査基準（日本なし変種）（農林水産省HP）における特性は、樹勢は強く、枝の長さはやや長、枝の太さは中、皮目の大きさは大、短果枝の多少は中程度である．葉身の形は卵形で、葉身の長さは短く、葉柄の長さは短い．花卉の大きさは中で‘豊水’と比べて小さい．果実の形は扁円形、梗あ幅は中で、がくあ幅は‘豊水’と比べて広い（表1）．

ほぼ同時期に収穫される‘豊水’や‘あきづき’と比較すると、‘恵水’は開花期が遅く、収穫期間が比較的長い品種である（表2）．‘恵水’のS遺伝子型はS4・S5で、主要品種のうち、同じS4・S5の‘幸水’とは不和合であるが、S3・S5の‘豊水’とは和合性である．また、‘幸水’や‘豊水’の受粉樹として利用される品種のうち、‘長十郎’、‘新興’、‘松島’等の花粉を授粉に利用できる（鷲尾ら2006）．

2. 果実特性

‘恵水’は、9月上～下旬に収穫される中生の赤ナシである（図2）．平均果重600g前後と大果であり、糖度は13%前後と高く、甘味が強いのが特徴である（表2）みつ症の発生は‘豊水’より少なく、発生してもほとんどの場合は軽症である（表2）．

‘恵水’は収穫期間が‘豊水’や‘あきづき’と同時期であり、日持ち性は常温で2週間程度である．冷蔵により長期貯蔵できる可能性があり、園芸研究所で貯蔵条件等を検討する試験が実施されている．貯蔵技術の確立により、出荷時期をずらした有利販売の取り組みが期待できる．

3. 栽培上の留意点

本県では‘恵水’栽培マニュアル（茨城のナシ産地改革支援協議会2015）を作成しており、栽培にあたってはこれを参照する．なお、概要は以下のとおりである．

‘恵水’は大玉で多収が見込める品種で、1m²当たり4～

表1 ニホンナシ ‘恵水’の特性

形質*	恵水	豊水
樹勢	強	中
枝の長さ	やや長	長
枝の太さ	中	中
枝の色	茶	黒褐
皮目の数	やや多	中
皮目の大きさ	大	中
枝の毛じの粗密	粗	粗
短果枝の多少	中	中
葉身の形	卵形	卵形
葉身の長さ	短	短
葉身の幅	狭	狭
葉柄の長さ	短	短
花序の花の数	中	中
つぼみの色	白	淡桃
花卉の大きさ	中	大
花卉の形	卵形	卵形
雄ずいの数	やや小	中
やくの赤色の濃淡	淡	中
花粉の有無	有	有
果実の形	扁円形	円形
梗あの幅	中	中
がくあの幅	広	中
がく片の宿存の強弱	弱	弱
果実の大きさ	大	大
果皮の色	黄赤褐	黄褐色
果点の大きさ	中	中
果点の粗密	やや密	中密
果面の粗滑	粗	粗
果柄の長さ	短	中
果柄の太さ	中	細
肉梗の有無	無	無
果肉の色	黄白	白
果肉の粗密	密	密
果実の甘味	かなり高	高
果実の酸味	低	高
果汁の多少	多	多
開花始期	晩	中
成熟期	中	中
自家和合性	無	無
芯腐れの発生の多少	少	無
みつ症状の発生の多少	少	中
裂果の発生の有無	有	無
黒斑病抵抗性	極強	極強

*農林主産植物種類別審査基準（日本なし変種）より

6kgの収量が期待できる。

摘果時期は、予備摘果は満開後40日以内、仕上げ摘果は満開後60日以内を目安として行う。仕上げ摘果の時期が‘幸水’の摘果後となるため、作業労力の分散が可能である。着果量は1m²当たり10果前後（2～3果そうに1果）を目安とする。

収穫は、満開後日数、表面色の変化、地色を目安に行



図2 ‘恵水’の果実



図3 ナシ‘恵水’用カラーチャート

う。収穫始期は満開後135～140日頃である。適熟の目安は、果面全体の緑色が退色し70%程度が黄赤褐色になる頃から、果面全体が黄赤褐色になる頃である。茨城のナシ産地改革支援協議会作成の‘恵水’用カラーチャート値では3～4で収穫する(図3)。ニホンナシ地色用カラーチャート値では4を目安とする。なお、‘恵水’用カラーチャート値5以上になると過熟果になり、食感が低下する傾向にあるので注意が必要である。

みつ症の発生は‘豊水’より少ない。ただし、果重700gを超える大玉果はみつ症の発生割合がやや高くなる傾

向がある(表3)。また、樹勢が弱い樹への高接ぎは、みつ症の発生を助長する恐れがあるので注意を要する。

‘恵水’は腋花芽の着生が非常に悪いが、剪定時に葉芽しか着いていない新梢を棚付けしても、側枝が櫛状になりやすく、容易に短果枝を養成することができる。また、短果枝を利用したほうが果実の肥大も良好である。若木期における樹冠拡大においては、骨格枝上の果そうが短果枝となりやすいため、主枝・亜主枝延長枝の先端をやや強めに切り戻して新梢の発生を促し、側枝候補枝を確保する。

表2 ‘恵水’の特性の年次変動(茨城県生物工学研究所, 園芸研究所)

年	品種	開花期		収穫期		一果重 g	糖度 Brix%	みつ症発生率 %
		始	終	始	終			
2009	恵水	4.17	4.22	9.2	9.24	543	13.1	6.6
	豊水	4.11	4.2	9.1	9.16	500	12.4	9.0
2010	恵水	4.25	5.1	9.9	10.1	588	14.2	1.7
	豊水	4.18	4.28	9.6	9.24	448	12.8	5.0
2011	恵水	4.25	4.3	9.6	10.7	545	13.1	2.5
	豊水	4.21	4.3	9.7	9.25	455	12.8	7.6
2012	恵水	4.28	5.1	9.9	9.27	718	13.5	1.6
	豊水	4.23	4.29	9.1	9.27	603	12.9	25.9
2013	恵水	4.12	4.2	9.2	9.24	596	12.8	2.2
	豊水	4.6	4.15	9.6	9.18	562	12.3	25.6
2014	恵水	4.21	4.28	9.3	9.22	559	13.0	4.6
	豊水	4.15	4.25	9.3	9.22	537	12.1	24.5
2015	恵水	4.2	4.28	8.31	9.24	603	12.8	0.6
	豊水	4.16	4.25	8.31	9.18	520	11.6	9.4
平均	恵水	4.21	4.27	9.4	9.27	593	13.2	2.8
	豊水	4.15	4.24	9.4	9.21	518	12.4	15.3
有意性		***	**	n.s.	*	**	**	*

注1) ‘豊水’の特性およびみつ症発生率は園芸研究所調査データ

注2) n.s., *, **, ***: t検定による有意差検定, それぞれ, 有意差なし, 5, 1, 0.1%水準で有意

表3 「恵水」果実における果重別みつ症発生率(2014年, 茨城県園芸研究所)

果重 g	みつ症程度別果数(果)					計	発生果率 %	重症果率** %
	0	1	2	3				
<600	413	1	1	0		415	0.5	0.2
600-700	92	2	3	0		97	5.2	3.1
700-800	43	7	2	0		52	17.3	3.8
800-900	26	2	0	0		28	7.1	0.0
900<	10	7	3	0		20	50.0	15.0

*程度0: 健全なもの

程度1: 果皮直下にうっすらとした症状のものか、1cm²未満の境界不明瞭のもの

程度2: 1cm²以上の明瞭な症状か、小斑点がかなりの面積を占めるもの

程度3: 梗基部・てい基部で切断面の1/4以上、赤道面で1/8以上の境界明瞭な症状のもの

**重症果割合: みつ症程度2, 3の合計

病害虫防除や土壌管理などは、‘豊水’等を対象とした現行の管理で対応できる。

‘恵水’の普及状況と今後の展開

2013年より県の普及拡大方針に基づき、東京の高級果実専門店において‘恵水’果実の試験販売を実施し、実需者から良好な評価を得ている。また、県内における消費者試食アンケートでも、‘豊水’に比べて良好な評価を得られており、県としてブランド力のある商品としての販売を目指している。生産対策として、県内の生産者を対象に‘恵水’の苗木の一般販売が開始された。苗木の販売は、現在のところ県内限定となっており、茨城県梨組合連合会（公益社団法人茨城県農林振興公社内）が配布窓口となっている。2013年は苗木746本、2014年は1,176本、2015年は604本を配布し、栽培面積は6.7haとなっている。

今後は県内生産者組織を対象に、栽培技術研修会や検討会を通じて更なる栽培面積の拡大と栽培技術の向上を目指すとともに、販売期間の拡大を目指した貯蔵技術の確立に取り組んでいく。

謝 辞

本研究の遂行に当たり、栽培試験及び現地適応性試験において園芸研究所果樹研究室の皆様、現地生産者並びに農林事務所・農業改良普及センターの皆様には多大なるご協力・ご助言を頂いた。また、農業総合センター管理課分室の皆様には試験圃場の管理に多大なるご支援をいただいた。ここに記してこれらの方々に心より感謝の意を表する。

引用文献

平成26年度茨城の園芸（2014）

<http://www.pref.ibaraki.jp/nourinsuisan/sansin/yasai/data/h26ibarakinouengei.html>

茨城のナシ産地改革支援協議会（2015）ナシ新品種「恵水」栽培管理マニュアル

壽和夫・佐藤義彦・阿部和幸（1991）ニホンナシ新品種‘筑水’。果樹試報21：15-28

壽和夫・齋藤寿広・町田裕・佐藤義彦・阿部和幸・栗原昭夫・緒方達志・寺井理治・西端豊英・小園照雄・福田博之・木原武士・鈴木勝征（2002）ニホンナシ新品種‘あきづき’。果樹研報1：11-21

壽和夫・齋藤寿広・町田裕・梶浦一郎・佐藤義彦・増田亮一・阿部和幸・栗原昭夫・緒方達志・寺井理治・西端豊英・正田守幸・檜村芳記・小園照雄・福田博之・木原武士・鈴木勝征（2004）ニホンナシ新品種‘王秋’。果樹研報3：41-51

松浦永一郎・青木秋広（1981）ニホンナシ‘豊水’の成熟特性と収穫適期判定 第2報 1980年の不良天候下における成熟の特異性。栃木農試研報27：107-112
農林水産省 HP 農林主産植物種類別審査基準日本なし変種

http://www.hinsyu.maff.go.jp/info/sinsakijun/botanical_taxon.html

佐久間文雄（2002）ニホンナシ‘豊水’におけるみつ症発生に係わる栽培要因の解明に関する研究。茨城農総セ園研特報2

鷺尾一広・高橋建夫・半田睦夫（2006）ニホンナシ新品種‘きらり’の育成。栃木農試研報58：1-5

Breeding and extension of a New Cultivar of Japanese Pear ‘Keisui’

Natsumi Ogata, Koichi Kita, Takeru Gonai¹⁾, Masakazu Kasumi²⁾, Fumio Sakuma³⁾ and Ryoji Ishii

Plant Biotechnology Institute, Ibaraki Agricultural Center, Ago 3165-1, Kasama, Ibaraki, 319-0292, Japan

¹⁾ *Horticultural Institute, Ibaraki Agricultural Center, Ago, Kasama, Ibaraki, 319-0292, Japan*

²⁾ *Yuki District Agricultural Management Guidance Center, Kensei Agriculture and Forestry Management Office.
Waka 1517-5, Yachiyo, Yuki, Ibaraki, 300-0051, Japan*

³⁾ *Then: Plant Biotechnology institute, Ibaraki Agricultural Center, Ago, Kasama, Ibaraki, 319-0292, Japan*

Summary

‘Keisui’ is a middle maturing, russet-skin type new cultivar of Japanese pear. The purpose of the breeding was to obtain more excellent quality than ‘Hosui’. ‘Keisui’ was derived from the crossing between ‘Shinsetsu’ and ‘Chikusui’ in 1994. The adaptability test initiated in 2004 showed that ‘Keisui’ produce big fruits and has high yielding characteristic. Therefore, we applied ‘Keisui’ for the registration on the cultivar under the Seeds and Seedlings Law of Japan in 2009. On December 6 in 2011, ‘Keisui’ was registered as a new cultivar. Seedlings of ‘Keisui’ has been sold only for fruits growers in Ibaraki prefecture since 2013.

Key Words : Japanese pear, new Cultivar, Keisui, big fruit, high yielding, shelf life

ガンマ線を用いた誘発突然変異によるカーネーション新品種‘きらり’の育成

平井弓子・霞正一¹⁾・鈴木一典²⁾・坂井佳代子³⁾・常見高士¹⁾・喜多晃一・石井亮二

¹⁾ 県西農林事務所結城地域農業改良普及センター 〒300-3544 茨城県八千代町大字若 1517-5

²⁾ 農業総合センター園芸研究所 〒319-0292 茨城県笠間市安居 3165-1

³⁾ 県南農林事務所 経営・普及部門 〒300-0051 茨城県土浦市真鍋 5-17-26

要 約

2005年に、‘常陸野ひよこ’200個体にガンマ線100Gy(5Gy/h)を照射し、生存した108個体から変異個体を選抜した結果、覆輪の色が薄く変化した花色変異系統が3個体得られた。2006年に特性調査を実施し、地色が薄黄色で、覆輪が極薄いピンク色の1系統を優良系統として選抜した。2007年の調査で花色変異の均一性および安定性が認められたため、カーネーション‘生研2号’とした。2008年に‘常陸野ひよこ’および‘ガンジーイエロー’を対照とした特性調査を行った結果、区別性および‘常陸野ひよこ’と同等に優良であることが確認できたため、‘ひたち2号’とした。2009年に‘常陸野ひよこ’および‘INGUギャレットクリーム’を対照とした市場性調査および現地適応性試験を実施し、優良と認められたため、品種候補とした。2012年7月19日に出願公表され、2015年3月26日に、‘きらり’の品種名で登録された(登録番号24227)。

キーワード：突然変異育種、ガンマ線、カーネーション、新品種

I. 緒 言

カーネーション(*Dianthus caryophyllus* L.)は全国でもキクに次いで切り花出荷量が多く、全国における生産量は切り花全体の7%を占めている(農林水産統計2013)。カーネーションは茨城県の花き生産においても主要品目であり、作付面積が456a、出荷量が3,750千本となっている(農林水産統計2013)。

茨城県のカーネーション生産者組織「常陸野カーネーション組合」ではカーネーション生産者が自ら育種

を行う「生産者育種」に取り組んでおり、これまで数多くの品種が育成されているが、生産現場からは、これら品種を基に、さらに花色の異なる品種の育成が要望されている。

カーネーションの花色に関する育種については、ガンマ線の放射線を用いた突然変異育種の事例が報告されている(佐俣ら1979)。そこで我々は、2005年からガンマ線を用いた突然変異育種により花色の異なる県オリジナルのスプレーカーネーション品種の育成に取り組んだ。その結果、覆輪の色が濃ピンクから極薄ピンクに変化した‘きらり’を育成した。

II. 育成経過

2005年に、常陸野カーネーション組合育成の品種‘常陸野ひよこ’の挿し穂に、ガンマ線50Gy、100Gyまたは200Gyをそれぞれ200個体に照射した結果、50Gyを照射したものは99個体、100Gyを照射したものは108個体、200Gyを照射したものは98個体が生存した。これら生存個体とガンマ線未照射個体148個体を圃場に展開し、変異の有無を調査した結果、100Gyを照射した108個体の中から、覆輪の色が薄く変化したものが3個体得られた。2006年にこの変異個体を挿し芽繁殖し、特性調査を行った結果、覆輪の色が極薄いピンク色に変化した1系統を選抜した。2007年に、この1系統について再び特性調査を行ったところ、花色変異の均一性および安定性が認められたため、‘生研2号’とした。2008年に、‘常陸野ひよこ’および‘ガンジーイエロー’を対照品種とした特性調査を行った結果、‘常陸野ひよこ’に対しては花卉の複色に区別性が認められ、‘ガンジーイエロー’に対しては茎のろう質、葉のろう質、蕾の形、花卉の縁の形および花卉の色に区別性が認められ、さらに‘常陸野ひよこ’と同等に優良であることを確認したため、‘ひたち2号’とした。2009年に、‘常陸野ひよこ’および‘INGUギャレットクリーム’を対照品種とした特性調査を行った結果、‘常陸野ひよこ’に対しては花卉の複色に区別性が認められ、‘INGUギャレットクリーム’に対しては茎のろう質、蕾の形、花卉の地色、花卉の複色および開花時期等に区別性が認められた。市場性評価は2009年月に2市場において、15名の参加を得て実施した。評価方法はアンケート調査により、花の色、ボリューム感、茎葉の色、花の質および商品性について、“良い”、“やや良い”、“普通”、“やや劣る”、“劣る”の5段階評価とした。現地適応性試験は2009年に県内のカーネーション生産者3名の協力を得て実施した。評価方法はアンケート調査により、作りやすさ、開花時期、切花長、花色、花の質、

花数、茎葉色、ボリューム感、病害虫の発生、収量性および総合評価について、“極良”“良”、“普通”、“劣”、“極劣”の5段階評価とした。その結果、優良性が認められたため、品種候補とした。

2012年1月27日に品種登録出願、2015年3月26日に‘きらり’の品種名で登録された(登録番号24227)。

III. 品種特性と区別性

農林水産植物種類別審査基準(2005)カーネーション種に基づく‘きらり’の品種特性は表1のとおりである。開花時の草丈は“やや高”、花房形成の有無は“無”、1花柄の花数は“複数花”、花全体の配列は“凸”、側枝数は“少”、節間数は“4”、茎長は“中”、茎の太さは“やや細”節間長は“中”、茎のろう質は“中”、葉の形は“披針形”、最大葉長は“やや短”、最大葉幅は“狭”、葉巻きの程度は“少し巻く”、葉色は“濃緑”、葉のろう質は“強”、つぼみの形は“楕円形”、花径は“中”、花冠上部の側面の形は“凸”、花冠下部の形は“凹”、花の香りは“無”、ほう葉の外裂片の先端の形は“突”、ほう葉内裂片の先端の形は“突”、がくの形は“鐘形”、がく裂片のアントシアニンの着色の有無は“無”、花の形は“八重”、花卉数は“やや少”、花卉の横断面の形は“波状”、花卉縁の形は“鋭鈍鋸歯”、花卉の切れ込みの深さは“浅”、外花卉の長さは“中”、外花卉の幅は“中”、花卉の色数は“2色”、花卉の色の分布は“周囲条”、花卉の地色は“2D”、花卉の複色は“155C”、花卉の複色割合は“少”、子房の形は“偏菱形”、花柱の数は“2本”、柱頭の色は“白又は乳白”、開花習性は“四季咲き”、開花時期は“やや晩”である。‘きらり’は、対照品種の‘常陸野ひよこ’と比較して、最大葉長がやや短であること、花卉の地色が2Dであること、花卉の複色が155Cであること、開花時期がやや晩であること等で区別性が認められる(表1)。また、対照品種‘INGUギャレットクリーム’と比較して、最大葉長がやや短であること、つぼみの形

が楕円形であること、花卉の地色が2Dであること等で区別性が認められる(表1)。

IV. 品種の栽培特性と評価

‘きらり’は花卉の地色が淡黄色(RHS カラーチャ

ートの2Dに相当)で、覆輪が極淡いピンク色(RHS カラーチャートの155cに相当)の品種であり、‘常陸野ひよこ’よりも覆輪の色が淡くなっている(図1)。切花長、切花重は‘常陸野ひよこ’や‘INGU ギャレットクリーム’よりやや小さいが、莖径、花径に大きな差はない(表2)。また、分枝数、花卉数は‘INGU

表1 カーネーション‘きらり’の品種特性および対照品種との主な区別形質

項目	品種名		
	きらり	常陸野ひよこ	INGU ギャレットクリーム
開花時の草丈	やや高	かなり高	かなり高
花房形成の有無	無	— ¹⁾	—
1花柄の花数	複数花	少	少
花全体の配列	凸	—	—
側枝数	少	多	やや多
節間数	4	—	—
莖長	中	—	—
莖の太さ	やや細	中	中
節間長	中	やや長	やや長
莖のろう質	中	強	中
葉の形	披針形	線形	線形
最大葉長	やや短	やや長	やや長
最大葉幅	狭	やや狭	狭
葉巻きの程度	少し巻く	極巻く	少し巻く
葉色	濃緑	濃緑	緑
葉のろう質	強	強	中
つぼみの形	楕円形	楕円形	円柱形
花径	中	中	中
花冠上部の側面の形	凸	—	—
花冠下部の形	凹	—	—
花の香り	無	弱	弱
ほう葉の外裂片の先端の形	突	—	—
ほう葉の内裂片の先端の形	突	—	—
がくの形	鐘形	円柱形	鐘形
がく裂片のアントシアニンの着色の有無	無	—	—
花の形状	八重	八重	八重
花卉数	やや少	中	少
花卉の横断面の形	波状	波状	波状
花卉縁の形	鋭鈍鋸歯	—	—
花卉の切れ込みの深さ	浅	浅	浅
外花卉の長さ	中	中	中
外花卉の幅	中	中	中
花卉の色の数	2色	—	—
花卉の色の分布	周囲条	—	—
花卉の地色	2D (RHS)	淡黄緑(3102:JHS)	浅黄緑(3103:JHS)
花卉の複色	155C (RHS)	明紫赤(9706:JHS)	黄白(3101:JHS)
花卉の複色割合	少	少	—
子房の形	偏菱形	—	—
花柱の数	2本	—	—
柱頭の色	白又は乳白	—	—
開花習性	四季咲き	四季咲き	四季咲き
開花時期	やや晩	晩	やや晩

1)データなし

ギャレットクリーム’よりも多く、開花日は‘常陸野ひよこ’より2週間程度早い(表2)。収量は‘常陸野ひよこ’や‘INGU ギャレットクリーム’と同等である(表2)。市場性評価は、花の質、ボリューム感等がやや良いから良好であった(図2)。

なお、現地適応性試験に‘きらり’を供試した3名の生産者からは、収量性の評価は普通であるものの、

花形質が優れており、導入を希望するというコメントを得ている(表3)。

産者や県関係部署と連携を図りながら、産地ブランドの向上に取り組んでいく予定である。



常陸野ひよこ きらり

図1 ‘常陸野ひよこ’ (左) および‘きらり’ (右) の花

V. 育成品種の普及と今後の活用

育成した新品種‘きらり’の種苗は、常陸野カーネーション組合を通して、茨城県内に供給が開始されており、2015年から切り花生産が開始されている。また、2015年4月9日に幕張メッセで開催された、ジャパンフラワーセレクション(JFS)2015-2016春審査会に出品し、切花部門で入賞を果たした。今後は、生産者がJFS認定ロゴマークを活用して有利販売できるよう、生

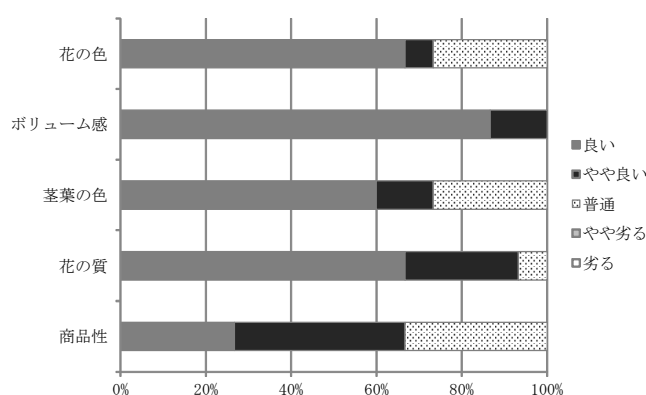


図2 カルネーション‘きらり’の市場評価 (2009年, 回答者15名)

表2 カルネーション‘きらり’の栽培特性

品種・系統	切花長 (cm)	切花重 (g)	分枝数 (本)	茎径 (mm)	花径 (cm)	花弁数 (枚)	開花日
きらり	77.9	46.7	10.4	4.6	5.7	35.2	12/5
常陸野ひよこ	82.0	53.7	10.8	5.1	5.6	36.7	12/17
INGU ギャレットクリーム	87.8	50.6	18.1	4.6	5.0	21.7	1/13

試験年2008年. 調査株36株. 定植6月24日.

表3 カルネーション‘きらり’の生産者評価 (2009年, 回答者3名)

評価項目	きらり					常陸野ひよこ				
	極良	良	普通	劣	極劣	極良	良	普通	劣	極劣
作りやすさ	1	1	1				1	2		
開花時期		1		2			1		2	
切花長	3					3				
花色	2		1			2	1			
花の質	2		1			3				
花数	2		1			3				
茎葉色	1	2				1	2			
ボリューム感	2	1				3				
病害虫の発生 ¹⁾		2	1					2	1	
収量性			1	2				1	2	
総合評価		1	2			1	2			

1) 病害虫の発生は、極良=無し, 良=少ない, 普通=普通, 劣=多い, 極劣=極めて多いで評価した。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、現地適応性試験は常陸野カーネーション組合の生産者のご協力をいただいた。また、茨城県農業総合センター管理課分室の方々には栽培管理についてご支援をいただいた。ここに記してこれらの方々に心より感謝の意を表す。

引用文献

- 農林水産統計 (2013) , 農水省ホームページ. <
<www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kaki/index.html>.
- 佐俣淑彦・露木美英ら. 1979. ガンマー線照射によるカーネーションの花色変異の誘発. 玉川大学農研報. 19 : 29-41.
- 農林水産植物種類別審査基準 (2005) カーネーション種.
<www.hinsyu.maff.go.jp/info/sinsakijun/japanese.html#KI>

Breeding of Spray Carnation ‘Kirari’ Induced Mutation Using Gamma Ray

Yumiko Hirai, Syoichi Kasumi¹⁾, Kazunori Suzuki²⁾, Kayoko Sakai³⁾, Takashi Tsunemi¹⁾, Koichi Kita and Ryoji Ishii

Plant Biotechnology Institute, Ibaraki Agricultural Center, Ago, Kasama, Ibaraki, 319-0292, Japan

¹⁾ *West District of Ibaraki Prefecture Agriculture and Forestry Management Office Ibaraki prefectural Yuki District Agricultural Management Guidance Center, Waka, Yachiyo, Yuki, Ibaraki 1517-5, Japan*

²⁾ *Horticulture Institute, Ibaraki Agricultural Center, Ago, Kasama, Ibaraki, 319-0292, Japan*

³⁾ *South District of Ibaraki Prefecture Agriculture and Forestry Management Office, Manabe, Tsuchiura, Ibaraki 5-17-2*

Summary

We have irradiated gamma ray to the spray carnation ‘Hitachi-no-hiyoko’ that was bred by ‘Hitachino Carnation construction’, and we have got mutants that the background color of petal have changed. We have obtained survival 108 individuals derived from 200 original cultivar ‘Hitachi-no-Hiyoko’ by irradiation using 100Gy gamma ray, under the mutation breeding program in 2005. Three mutants having a flower color mutation were discovered in 108 individuals, and we examined characteristics of these mutants, and confirmed that flower color has changed to very pale in one mutant in 2006. We propagated the mutant by cutting germ, and confirmed a uniformity and stability, and then, selected a promising line ‘Hitachi No.2’ in 2008. This line has good characteristics and showed good performance in 3 farmers production fields and we registered a new variety named ‘Kirari’ as a final product in 2015(Registration number:24227).

Key Words : mutation breeding, gamma ray, carnation, new variety

所 長 本 岡 竹 司

編集委員長 八 城 和 敏

編 集 委 員 深 沢 芳 隆
葛 谷 真 輝
喜 多 晃 一

茨城県農業総合センター生物工学研究所研究報告 第 15 号

平成 28 年 3 月 31 日発行

発行

茨城県農業総合センター生物工学研究所

〒319-0292 笠間市安居 3165-1

電話 0299-45-8330

Bulletin
of the
Plant Biotechnology Institute
Ibaraki Agricultural Center
No.15 (2016)

Contents

Review

- Historical Changes of Breeding, Cultivation Technologies and Commercial Production in Freesia - 1
Takeshi Motozu

Original Papers

- A New Rice Variety “Fukumaru” ----- 33
Kazuyuki Okamoto, Tomomi Nishimiya, Masakata Hirayama, Toru Manabe, Yukihiro Iida,
Toshiaki Kirihara, Kunio Yokota, Kazumasa Kosuge, Minako Tabata, Hideo Hirasawa
- Selection of superior line of lotus suitable for harvesting within the year in Ibaraki ----- 41
Manabu Horii, Kazutoshi Yashiro, Keisuke Shimamoto, Takashi Kaizuka, Kenichi Kaneko,
Ryoji Ishii
- Breeding and extension of a New Cultivar of Japanese Pear ‘Keisui’ ----- 53
Natsumi Ogata, Koichi Kita, Takeru Gonai, Masakazu Kasumi, Fumio Sakuma and Ryoji Ishii
- Breeding of Spray Carnation ‘Kirari’ Induced Mutation Using Gamma Ray ----- 59
Yumiko Hirai, Syoichi Kasumi, Kazunori Suzuki, Kayoko Sakai, Takashi Tsunemi,
Koichi Kita and Ryoji Ishii

Plant Biotechnology Institute
Ibaraki Agricultural Center
Ago, Kasama, Ibaraki 319-0292, Japan