

薬用植物研究

The Japanese Journal of Medicinal Resources

44巻1号 (2022年1号)

令和4年6月



カラスビシャク

Pinellia ternata (Thunb.) Breitenb.

薬用植物栽培研究会

Japanese Society of Research for the Cultivation of Medicinal Plants

目 次

原報

国内での甘草生産の試み

ウラルカンゾウ (*Glycyrrhiza uralensis* Fischer) 系統間交配種の評価

尾崎 和男・松田 昂樹・藤田 浩基・草野源次郎・芝野真喜雄 …… 1

ノート

サラシナショウマ種子に対する催芽処理及び実生苗の生長に対する

施肥と遮光の影響

深田 祐輔 …… 15

資料

マオウ属植物の栽培研究 (第18報)

Ephedra sinica の親株と子株のアルカロイド含量及び海水散布の効果

御影 雅幸・倪斯然・石井 玲・田野岡桃子・野村 行宏 …… 23

資料

中国におけるサフランの栽培・生産状況

渥美 聡孝・横川 貴美・福田 浩三・大塚 功 …… 31

資料

大和芍薬産地再生プロジェクト：森野旧薬園からの挑戦

高橋 京子・関 浩一・善利 佑記・高浦(島田)佳代子 …… 39

川嶋 浩樹・矢野 孝喜・後藤 一寿

薬用植物栽培研究会第4回研究総会(大阪)のご案内 …… 48

薬用植物栽培研究会会則

投稿規定

会計報告

編集後記

編 集 委 員

姉帯 正樹	伊藤美千穂	伊藤 徳家	奥山 徹
草野源次郎	高上馬希重	小松かつ子	佐々木陽平
◎芝野真喜雄	西原 英治	林 宏明	菱田 敦之
松嶋 賢一	三井 裕樹	宮本 太	矢原 正治
吉岡 達文	渡邊 啓一		

◎印は編集委員長

国内での甘草生産の試み ウラルカンゾウ (*Glycyrrhiza uralensis* Fischer) 系統間交配種の評価

Attempt to Produce *Glycyrrhizae radix* for medicinal usage in Japan
Evaluation of superior strain obtained from crossbreeding *Glycyrrhiza uralensis*
Fischer cultivars

尾崎 和男¹⁾・松田 昂樹¹⁾・藤田 浩基²⁾・草野源次郎¹⁾・芝野真喜雄^{1)*}

1) 大阪医科薬科大学薬学部 臨床漢方薬学研究室
〒569-1094 大阪府高槻市奈佐原4丁目20番1号

2) 新日本製薬株式会社
〒812-0041 福岡県福岡市博多区吉塚8丁目7番11号

Kazuo Ozaki¹⁾, Koki Matsuda¹⁾, Hiroki Fujita²⁾, Genjiro Kusano¹⁾ and Makio Shibano^{1)*}

1) *Department of Clinical Kampo Medicines, Faculty of Pharmacy, Osaka Medical and Pharmaceutical University, 4-20-1 Nasahara, Takatsuki City, Osaka 569-1094, Japan*

2) *Shinnihonsei-yaku Co., Ltd., 8-7-11 Yoshizuka, Hakata-ku, Fukuoka City, Fukuoka 812-0041, Japan*

(受付日：2022年4月20日／受理日：2022年5月30日)

要 旨

生薬「カンゾウ (甘草)」の国産化に向けた取り組みとして、ウラルカンゾウ (*Glycyrrhiza uralensis* Fischer) の選抜育種が必要不可欠である。そこで、系統間における交配実験 (系統番号 OUPS-18 × OUPS-19) を実施した結果、実生由来の 87 個体を得ることができた。これらをロングポットにて2年間栽培した後、次の育種基準 1) から 6) を指標に 17 個体を選び出した。1) 地下部が良く成長すること (直根の新鮮重量が 30 g 以上), 2) 根頭部の直径が 2.0 cm 以上, 3) グリチルリチン (GL) 含有量が 2.0 % 以上, 4) ストロンの直径が 5.5mm 以上, 5) ストロンの新鮮重量が 50 g 以上, 6) スترونからの得苗率が 30 % 以上。選抜した 17 個体 (系統) について、ストロン由来株の栽培を2年間し、地下部の収量、GL 含有量、および得苗率を再検討した結果、国内の甘草生産に適していると考えられる 4 つの新しい栽培種 (15C-27, 15C-38, 16C-66, および 16C-82 株) を育成した。

キーワード：甘草, *Glycyrrhiza uralensis* Fischer, 交配, 選抜, 栄養繁殖, グリチルリチン酸

Summary

In Japan, *Glycyrrhiza uralensis* Fischer cultivars must be individually selected to establish a licorice production method. Eighty-seven seedling species produced by crossbreeding two strains (strains # OUPS-18 × OUPS-19) were cultivated in a long flowerpot for two years. Preliminarily species with the following attributes were selected: 1) vigorously growing underground parts (taproot fresh weight of ≥ 30 g); 2) root diameter of ≥ 2.0 cm; 3) glycyrrhizin (GL) content of ≥ 2.0 %; 4) stolon diameter of ≥ 5.5 mm; 5) stolon fresh weight of ≥ 50 g; and 6) a high seedling rate of > 30 % from the stolon. The selected seventeen preliminary cultivars from which seedlings were obtained by vegetative propagation were cultivated in a long flowerpot for two years. Following this, the yield, GL content, and seedling rate from the stolon of the preliminary cultivars were investigated to develop four new cultivars, namely, strains 15C-27, 15C-38, 16C-66, and 16C-82, which have been found to be suitable for domestic licorice production.

Key word : Glycyrrhizae Radix, *Glycyrrhiza uralensis* Fischer, crossbreeding, individual selection, vegetative propagation, glycyrrhizin content

緒言

生薬「カンゾウ（甘草）」は医療用漢方製剤 148 処方中、109 処方（73.6 %）に配合される重要生薬の一つである。その基原植物は、マメ科（Leguminosae）の *Glycyrrhiza uralensis* Fischer（ウラルカンゾウ）および *G. glabra* Linn.（スペインカンゾウ）で、それらの根およびストロンと規定されている¹⁾。国内の漢方薬に使用される甘草のすべてが中国からの輸入品であるが、中国政府は貴重な甘草資源の確保とともに、砂漠化問題などの環境保全の観点から資源保護のための政策（採取制限、輸出規制等）を強化している。そのことが産出量の減少による価格の高騰や品質の変動につながり、今後、良質な甘草を安価に確保することがますます難しくなると予想される。品質の安定した甘草の確保が不可欠であり、これらの背景から甘草の国産化に向けた取組みの重要性が増大している^{2,3)}。

甘草の国産化に関する取組みは、2001 年に山梨県甲州市（旧塩山市）において開催された「第 1 回 甘草シンポジウム」から始まり、2016 年の第 8 回を最後に生産栽培に向けた基礎的研究の役割を終えた⁴⁾。結果的には主成分であるグリチル

リチン酸（GL）の含量を高めること、および地下部の生育量を増大させることを主な育種目標として選抜が進められ、2014 年には武田薬品工業（株）から出願したウラルカンゾウの栽培品種「都 1 号」が、2017 年には「厚 Glu-0010」がそれぞれ登録された⁵⁾。しかしながら本格的な栽培を進めるには、いかに多くの種苗を確保するかが課題となる。本邦においてはストロンを種苗として用いることが一般的であり、育成品種「都 1 号」のストロン由来の得苗率については、70 % 以上を示すことから栽培に適応した優良な品種と判断された⁶⁾。しかし、本品種の使用については、種苗の提供が明らかではないことから一般には普及が困難と考えられ、それに匹敵する栽培が可能な系統の作出が求められた⁷⁾。

これまで本邦の各地域でカンゾウの栽培が行われてきたが、未だ試験栽培の領域を超えていないように見受けられ、その要因は成分規定値の達成と生育旺盛な栽培種が見出されていないと考えられた。そこで栽培化に向けた取組みを進める上では、栽培可能な系統の作出と種苗の供給が必要不可欠である。一方、我々は、育種を目的に国内薬用植物園の協力を得て、*Glycyrrhiza* 属植物を収

集し、保存してきた。そこで、今回は、日本の気候に順応していると考えられたウラルカンゾウ（系統番号 OUPS-18 × OUPS-19）の系統間交配を 2015 年および 2016 年に実施し、その実生個体群について地下部の生育量と GL 含量を調査した。また、生産栽培に向けては、植付けたストロンからの健全な苗の育成が重要な要素となることから、ストロン由来の得苗率（苗の形成率：発根したストロン片の割合）についても比較検討した^{8,9)}。

1. 材料および方法

1-1. 植物材料

交配親として選択したものは、大阪医科薬科大

学薬用植物園にて保存栽培されていたウラルカンゾウ (*Glycyrrhiza uralensis* Fischer) の 2 系統（甘草屋敷系統 OUPS-18 および会津御薬園系統 OUPS-19）を供試した¹⁰⁾。これらの系統は生物多様性条約（CBD）における「遺伝資源の利用とその利益配分（ABS）」を考慮して本邦における栽培の歴史が長いと推定されるもので、GL 含量の高い甘草屋敷系統を交配母本株に、生育旺盛な会津御薬園系統を交配父本株（花粉原）として 2015 年および 2016 年に系統間の交配を同薬用植物園で実施した（写真-1）。なお、交配親 2 系統とともに、選抜育成した系統群に関しても同薬用植物園にて系統保存している。

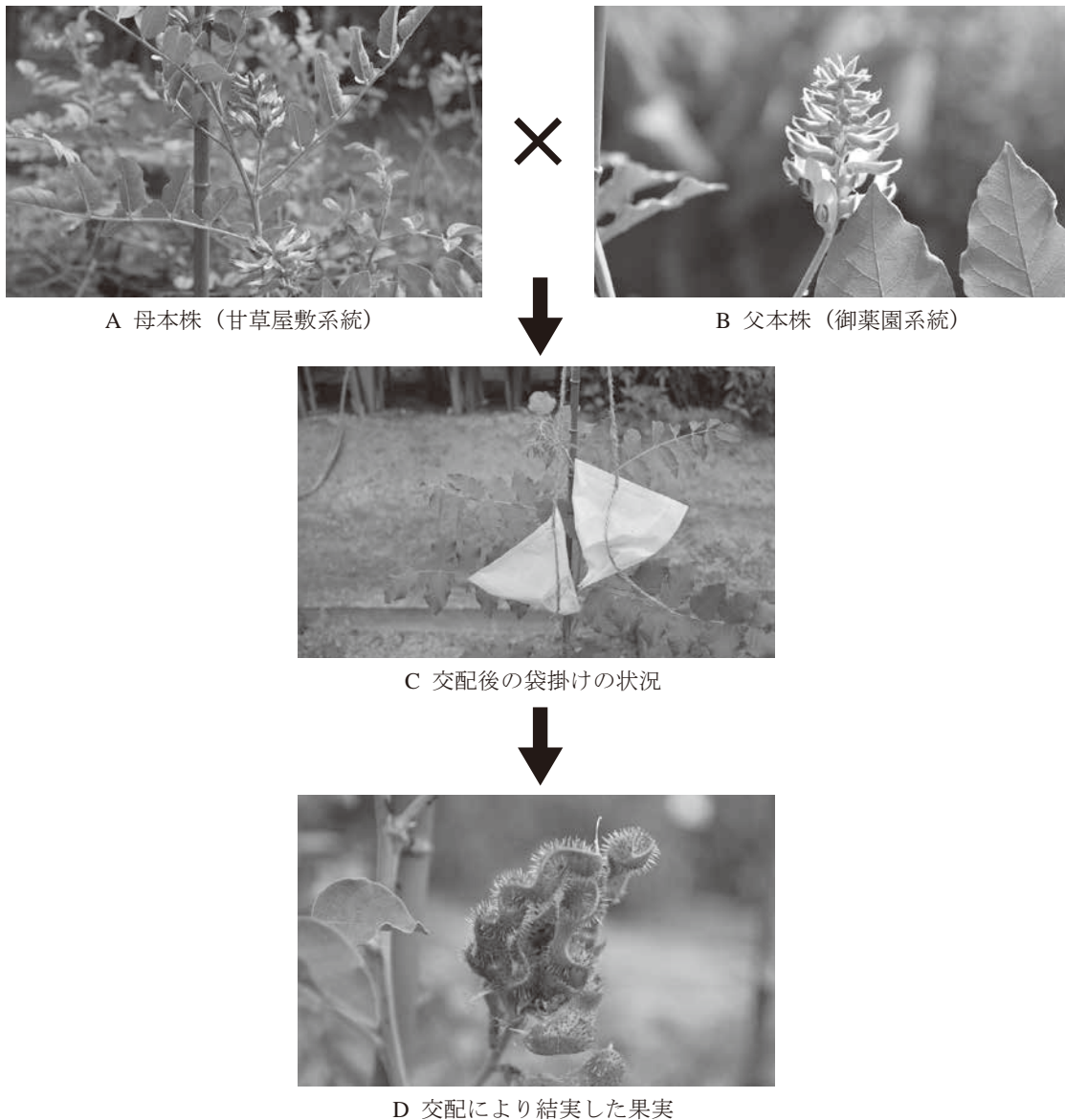


写真-1. 甘草屋敷系統と御薬園系統による人為的な交配処理による果実の形成状況

1-2. 栽培条件ならびに調査方法

交配後代とそれ由来のストロンに関する栽培条件としては、混合土壌 3450 ℓ〔ココピート 8.7 : スミリンユーキ(スミリン農産工業㈱) 13.0 : キングパール(三井金属鉱業㈱) 26.1 : バーミキュライト 26.1 : 川砂 10.9 : 黒土 15.2〕に骨粉 3.6 kg, ぼかし(有機肥料 N : P₂O₅ : K₂O は各 4 % : 7 % : 5 %) 1.8 kg および苦土石灰 3.6 kg を加味したものを用土(大阪医科薬科大学のオリジナル)とした。基肥としては、20 ℓの用土に対して乾燥牛肥 1 ℓ(372 g), 鶏糞 1 ℓ(505 g) および石灰 100 g を混和した。追肥は植付け当年の9月上旬, 翌年の1月および9月に化成肥料(N : P₂O₅ : K₂O は各 8 %) 5 g / ポットをそれぞれ施用した。なお, ストロン由来の苗の育成ならびに出芽・得苗率に関する実験には, 混合培土〔赤玉土(中粒) : バーミキュライト = 7 : 3 (v/v)] を用いた。

薬用部位の外部形態形質としては, 根の長さ, 根頭部径, 根皮の色調, 根の新鮮重, およびストロンの直径, 長さ, 本数, その新鮮重について調査を実施した。特に地下部の生育量に関する根頭部径(基準値 2.0 cm) およびその新鮮重(同 30 g) と, 主に増殖に関与するストロンの直径(同 5.5 mm) とその新鮮重(同 50 g) を重点項目とした。主要成分の GL 含量が 2.00% 以上であることを必須条件に, ストロンを用いた得苗率を加えた計 6 項目について, 基準値を予め設定してポイント化(基準値以上であれば 1 ポイントを加算) することで評価した。得苗率に関しては, その基準値をストロンの休眠芽が 1 芽の場合は 30 % と, 2 芽の場合は 60 % (2016 年交配の 1-4-2 の実験では 80 %) と定めた。なお, GL 含量が 3.00 % 以上についてはポイントを 2 倍とした。系統選抜を行う場合の最終的な判断は, 拡大栽培に必須な得苗率(1 芽あるいは 2 芽) と GL 含量(3.00% 以上) を最重点項目として評価を行った。

1-3. 2015 年度交配種

2015 年度の交配に関しては, 開花前に交配母本株の除雄処理と袋掛けを行い, 5月30日, 6月2日, 6月5日に交配父本株の花粉を受粉させて再度袋

掛けを行った。7月6日および7月18日に35個の果実を採取し, 総計169粒の種子を得た¹⁴⁾。

1-3-1. 2015 年交配の実生由来個体群

種子は2016年2月24日に播種し, 育成した苗は4月26日に用土を満たしたビニルポット(直径15 cm, 深さ30 cm) に1株植えとして50個体(15C-01~50) を植付けた。栽培2年目の2017年7月に地上部の形状(出芽数ならびに草丈) を調査し, 同年11月17日にそれぞれを掘り上げて地下部の形状を調査するとともに, その主根の GL 含量を測定し, 2.00 % 以上含有する 28 個体を選抜した(写真-2, 3, 4, 5)。

この 28 個体について, それぞれの個体から採取したストロンの休眠芽が 1 芽あるいは 2 芽になるように切断(長さ約 2 cm または約 5 cm) 調製した。調製したストロンは 20 ml の水道水を含有したバーミキュライト 100 g と共にチャック付ビニル袋に入れ, さらに気密性の高いタッパー容器に収納して 5℃ 下の貯蔵庫に搬入した。1 芽植えは 2018 年 2 月 23 日に, 2 芽植えは同年 3 月 12 日

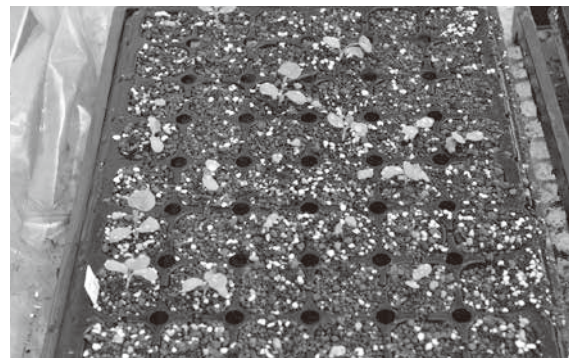


写真-2. 実生由来の発芽初期の状況



写真-3. 実生由来1年目の生育状況

にそれぞれを 2 号育苗ビニルポット（直径 6 cm）に 1 本植えて無加温ハウス内で育成した。前者（n=12）は同年 4 月 23 日（59 日後）に、後者（n=5~30）は同年 5 月 9 日（58 日後）に、それぞれの出芽ならびに得苗率を調査し、それを含めた調査項目における基準値（ポイント 6 以上）で評価した。

1-3-2. 2015 年交配のストロン由来個体群

選抜した個体群（8 系統）についてストロン由来の苗を育成し、それらを実生時と同様に栽培して再検討した。すなわち、ストロン由来の苗を 2018 年 4 月 23 日に用土を満したビニルポット（直径 15 cm，深さ 30 cm）に二次選抜した 3 系統（15C-04，-27 および -38）と無作為に選んだ 5 系統（15C-07，-19，-24，-28 および -39）を含む計 8 系統について 1 株植え（n=1~10 ポット）した。それらを 2 年間栽培した後の 2019 年 12 月 2 日に掘り上げて地下部の形状を調査するとともに、その主根の GL 含量を測定した。

8 系統から採取したそれぞれのストロンについては、休眠芽が 2 芽になるように切断（長さ約 5 cm）調製した後、湿潤のバーミキュライトとの混和の必要性が見られなかったことから、2019 年 12 月以降は混和せず、そのままチャック付ビニル袋に入れ、さらに気密性の高いタッパー容器に収納して 5℃ 下の貯蔵庫に搬入した。2020 年 3 月 13 日、4 月 14 日および 5 月 9 日に、それぞれ 2 号育苗ビニルポット（直径 6 cm）に 1 本植え（n=10）として無加温ハウス内で育成した。育成期間はそれぞれ 79 日、52 日および 44 日であり、出芽ならびに得苗率を調査して評価した。

1-4. 2016 年度交配種

2016 年度の交配については、交配親 2 系統とも開花期が通常より 2 カ月遅くなり、他の系統の開花が確認されていないことから事前の袋掛けを行わず、2015 年度と同様に交配母本株の除雄処理を行い、8 月 22 日および同 24 日に交配父本株の花粉を受粉させた。10 月 11 日に果実 23 個を採取し、種子 97 粒を得た¹¹⁾。



写真-4. 実生由来 2 年目の生育状況

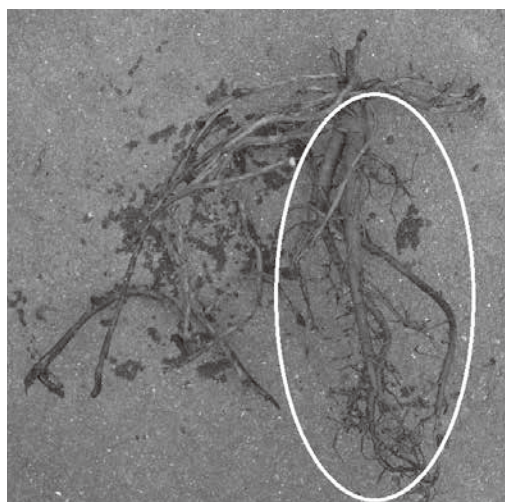


写真-5. 実生由来 2 年目の地下部の状況
（白枠は主根部）

1-4-1. 2016 年交配の実生由来個体群

97 粒の種子は 2017 年 3 月 7 日に播種し、育成した苗は 4 月 13 日に用土を満したビニルポット（直径 15 cm，深さ 30 cm）に 1 株植えとして 54 個体（16C-51~104）を植付けた。順調に生育した 41 個体を栽培 2 年目の 2018 年 11 月 7 日に掘り上げて地下部の形状を調査するとともに、その主根の GL 含量を測定し、2.00 % 以上含有する 25 個体を選抜した。

この 25 個体について、それぞれの個体から採取したストロンの休眠芽は、1 芽になるように

切断（長さ約 2 cm）調製して、1-3-1 の実験と同様に加湿したパーミキュライトと共にチャック付ビニル袋に入れ、さらに気密性の高いタッパー容器に収納して 5℃ 下の貯蔵庫に搬入した。それらを 2019 年 5 月 10 日にセルポットに 1 本植え（n = 11~18）として無加温ハウス内で育成した。7 月 8 日（67 日後）に出芽ならびに得苗率を調査し、それを含めた調査項目における基準値（ポイント 6 以上）で評価した。

1-4-2. 2016 年交配のストロン由来個体群

選抜した個体群（9 系統）についてストロン由来の苗を育成し、それらを 2 年間栽培させて再検討した。すなわち栄養繁殖で育成したストロン由来苗を 2019 年 6 月 3 日に用土を満たしたビニルポット（直径 15 cm，深さ 30 cm）に二次選抜した 2 系統（16C-64 および -88）と無作為に選んだ 7 系統（16C-53, -59, -62, -66, -71, -75 および -82）を含む計 9 系統について 1 株植え（n = 2~9 ポット）した。なお、2015 年度交配種において、ストロン由来の個体は実生由来の個体に比べ地下部の生育量（新鮮根重等）が低減しており、栽培条件あるいは交配による遺伝的矮小化の可能性等が懸念されることからそれらを検証するために、16C-88 のストロン苗を供試して筒（直径 10 cm，長さ 60 cm）栽培¹²⁾を同時に実施した（写真-6a）。栽培 2 年後の 2020 年 11 月 16 日に掘り上げて地

下部の形状を調査するとともに、その主根の GL 含量を測定した。

9 系統から採取したそれぞれのストロンについては、休眠芽が 2 芽になるように切断（長さ約 5 cm）調製した後に 1-3-2 の実験と同様に湿潤のパーミキュライトと混和せず、そのままチャック付ビニル袋に入れ、さらに気密性の高いタッパー容器に収納して 5℃ 下の貯蔵庫に搬入した。それらを 2021 年 3 月 29 日に混合培土を満たした 6 号素焼き鉢に 10~20 本を鉛直方向に植付けた（2~3 反復）。ガラス温室内（最低温度 12℃ 設定）で約 1 ヶ月生育させた後、それぞれの出芽（草丈）、発根状況（根数，最大根長）ならびに得苗率を調査し、その他の調査項目の基準値を参考に再評価を実施した。

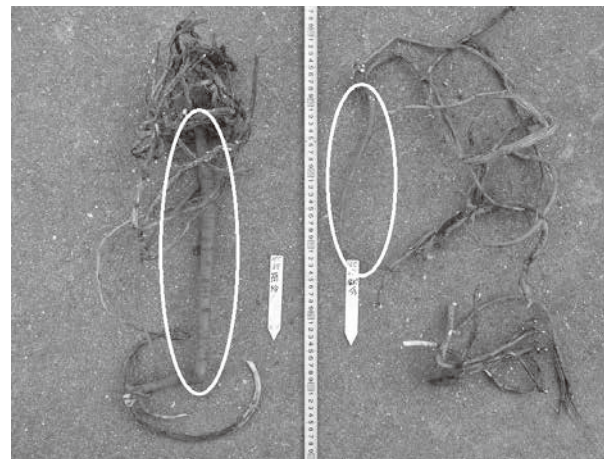
なお、得苗率の基準値については、これまでの育苗ポットあるいはセルポットではポットあたり 1 本植えであったが、本実験では 6 号素焼き鉢に 10~20 本を一括して鉛直方向に植付ける方法であり、育成場所も加温されたガラス室（温室）内であったことから、得苗率が比較的高いと見られた事例があり⁶⁾、その基準値（2 芽植え）をこれまでの 60% から 80% に変更した。

1-5. グリチルリチン酸 (GL) 含量測定

サンプルは新鮮なうちに全ての根部を可能な限り薄く輪切りにして自然乾燥させた後に 40℃ に



a: 筒ならびにポットでの栽培状況



b: 左：筒栽培 右：ポット栽培（白枠は主根部）

写真-6. 16C-88 ストロン由来 2 年目の地下部の状況

て温風乾燥した。次に、ワンダーブレンダー WB-1 (大阪ケミカル株式会社) で粉碎した粉末 100 mg をスピッツ管に精秤し、50 % エタノールを正確に 10 ml 加え、20 分間超音波抽出した。この抽出液を 0.45 μm のフィルターでろ過し、分析用サンプルとした。グリチルリチン酸の標準品は、医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス財団の日本薬局方グリチルリチン酸標準品を用いた。高速液体クロマトグラフィー (HPLC) の条件は、カラム:Cosmosil 2.5C18 2.0 i.d. \times 100 mm, 移動相: 28 % アセトニトリル (1 % 酢酸含有), 流速: 0.4 ml/min, 検出:UV 254 nm, 温度:40 $^{\circ}\text{C}$ とした。最終的な分析は、第 18 改正日本薬局方に記載されている条件に従って分析を行った。

1-6. リクイリチン (LIQ) 含量測定

GL 含量測定のために調製した粉末をあらたに 100 mg をスピッツ管に精秤し、70 % エタノールを正確に 10 ml 加え、20 分間超音波抽出した。この抽出液を 0.45 μm のフィルターでろ過し、分析用サンプルとした。リクイリチンの標準品は、SIGMA 製 Liquiritin from Glycyrrhizae root (L8045, Lot SLBB6168V) を用いた。

HPLC の条件は、カラム:Cosmosil 2.5CCloester 2.0 i.d. \times 100 mm (ナカライテスク), 移動相:15 % メタノール (1 % 酢酸含有), 流速:0.4 ml/min, 検出:UV 254 nm, 温度:40 $^{\circ}\text{C}$ とした。

2. 結果および考察

2-1. 2015 年度交配種

2-1-1. 2015 年交配の実生由来個体群の評価

生育した 46 個体の栽培 2 年目 (2017 年 7 月) の地上部は、平均出芽数が 2.3 ± 1.0 本で、その草丈は 36.9 ± 9.2 cm を計測した。また、同年 11 月に掘り上げ調査を実施したところ、新鮮根重は平均 25.2 ± 9.7 g で、基準値の 30 g 以上を示したものが 17 個体に見られた。根頭部径については、平均 1.7 ± 0.3 cm で、基準値の 2.0 cm 以上が 12 個体で見られ、その中で 15C-38 がそれぞれ 54.0 g および 2.4 cm の最高値を示した。ストロンについては、生重量 50 g 以上を示すものが 10 個体で

見られ、その太さ (径) は概ね中程度 (5 mm) 以上であった。GL 含量については、28 個体が 2.00 % 以上を示し (出現率 60.9 %), その内の 6 個体が 3.00 % 以上で、最高値は 15C-16 の 3.46 % であった。なお、交配実生個体群の平均値は、局方の規定値を超える 2.26 % を示した (表-1)。

GL 含量が 2.00 % 以上を示す 28 個体について、それらのストロンによる得苗率について検討したところ、出芽したストロン片のすべてから発根するものではなく、それらには個体間差が見られた。すなわち、15C-34 の 1 芽植えの出芽率は 100 % であったものの、発根は見られず得苗率は 0 % を示し、結果的に次世代の苗を得ることができなかった (写真-7)。このように得苗率の検討は、栽培種を選抜するために必要な課題であり、その有用性が明らかとなった。なお、ストロン片の休眠芽については、ストロン採取位置によって異なる休眠状態であると予想されることから、苗を効率的に得るための適切な育成法の検討が必要と考えられた。得苗率の基準値を超えたのは、1 芽の場合が 15C-04 および 15C-28 の 2 個体が 33.3 % で、2 芽の場合では 15C-27 および 15C-38 がそれぞれ 66.7 % および 60.0 % の値を示した (表-2)。

GL 含量 (3.00 % 以上) ならびに得苗率 (1 芽の場合は 30.0 % 以上あるいは 2 芽に場合は 60.0 % 以上) を中心に、生重量など調査 4 項目を含めたポイントが 6 以上を示した 15C-04, 15C-27 および 15C-38 の 3 個体を二次選抜し、無作為に選んだ 5 個体を含めた選抜個体群 (8 系統) をつぎのステップに移行した。

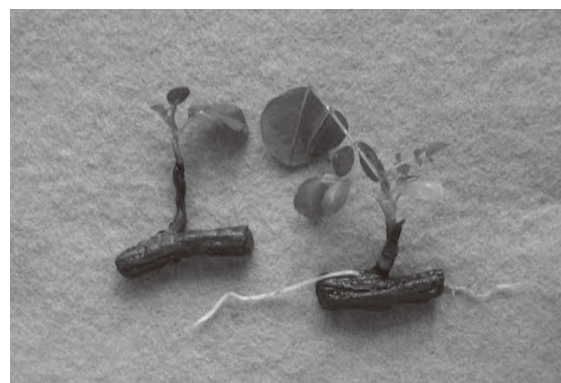


写真-7. ストロン (1 芽) からの出芽と不定根の形成の有無

表-1. 2015年交配実生個体群の地下部の形状とそのGL含量

個体群	n	根			ストロン		ストロン由来の増殖 (%)		
		根頭部径 (cm)	新鮮重 (g)	GL含量 (%)	直径 (mm)	新鮮重 (g)	1芽		2芽
							出芽率	得苗率	得苗率
交配実生G	46	1.7 ± 0.3	25.2 ± 9.7	2.26 ± 0.63	4.5 ± 1.2	49.3 ± 24.4			
一次選抜G	28	1.8 ± 0.3	27.3 ± 10.2	2.66 ± 0.45	4.8 ± 1.1	47.2 ± 19.1	56.0 ± 31.7	9.8 ± 9.9	28.5 ± 19.9
二次選抜G	3	2.2 ± 0.2	41.3 ± 11.2	3.29 ± 0.10	5.2 ± 1.0	57.3 ± 16.4	66.7 ± 30.1	25.0 ± 8.3	55.6 ± 13.9

Mean ± S.D 一次選抜G : GL2.00%以上の個体群 二次選抜G : 選抜ポイントが6以上を示す個体群

表-2. 一次選抜した28個体の地下部の形状とそのGL含量ならびにストロン由来の得苗率 (2015年交配実生)

個体番号	根			ストロン		ストロン由来の増殖 (%)				ポイント
	根頭部径 (cm)	新鮮重 (g)	GL含量 (%)	直径 (mm)	新鮮重 (g)	1芽 (n=12)		2芽		
						出芽率	得苗率	n	得苗率	
15C-04	<u>2.1</u>	<u>37</u>	<u>3.27</u>	4.0	<u>51</u>	75.0	<u>33.3</u>	10	40.0	6
15C-07	<u>2.0</u>	23	<u>2.39</u>	<u>5.5</u>	<u>63</u>	91.7	16.7	10	40.0	4
15C-13	1.7	<u>36</u>	<u>2.46</u>	5.0	<u>94</u>	16.7	0.0	5	20.0	3
15C-15	1.6	20	<u>2.47</u>	<u>6.0</u>	<u>86</u>	0.0	0.0	5	0.0	3
15C-16	1.8	<u>30</u>	<u>3.46</u>	4.0	27	16.7	0.0	5	20.0	3
15C-18	1.7	<u>34</u>	<u>2.03</u>	<u>6.0</u>	<u>60</u>	83.3	16.7			4
15C-19	1.4	17	<u>2.57</u>	3.0	25	83.3	16.7			1
15C-20	1.8	25	<u>2.56</u>	<u>5.5</u>	33	58.3	16.7			2
15C-21	1.4	11	<u>2.03</u>	5.0	26	91.7	8.3	5	40.0	1
15C-22	1.2	11	<u>3.24</u>	3.0	22	0.0	0.0	5	0.0	2
15C-24	1.4	22	<u>2.47</u>	4.0	<u>59</u>	83.3	16.7	5	20.0	2
15C-25	1.4	23	<u>3.69</u>	4.0	38	66.7	8.3	5	0.0	2
15C-26	<u>2.2</u>	25	<u>2.97</u>	<u>6.0</u>	25	33.3	8.3			3
15C-27	<u>2.0</u>	<u>33</u>	<u>3.40</u>	<u>5.5</u>	<u>76</u>	91.7	25.0	30	<u>66.7</u>	7
15C-28	1.8	15	<u>2.80</u>	4.0	<u>65</u>	100.0	<u>33.3</u>			3
15C-29	1.8	29	<u>2.70</u>	5.0	48	58.3	8.3	5	40.0	1
15C-30	<u>2.1</u>	<u>33</u>	<u>2.45</u>	<u>5.5</u>	<u>78</u>	25.0	0.0	5	40.0	5
15C-31	<u>2.0</u>	<u>33</u>	<u>2.59</u>	4.0	35	91.7	8.3			3
15C-32	1.4	15	<u>2.47</u>	3.0	46	33.3	0.0			1
15C-34	1.4	20	<u>2.89</u>	<u>5.5</u>	42	100.0	0.0			2
15C-35	<u>2.0</u>	<u>46</u>	<u>2.49</u>	3.0	41	25.0	0.0	5	20.0	3
15C-36	<u>2.0</u>	24	<u>2.54</u>	<u>6.0</u>	41	41.7	16.7	10	30.0	3
15C-37	<u>2.2</u>	<u>39</u>	<u>2.30</u>	4.0	39	50.0	8.3			3
15C-38	<u>2.4</u>	<u>54</u>	<u>3.20</u>	<u>6.0</u>	45	33.3	16.7	15	<u>60.0</u>	6
15C-39	1.6	23	<u>2.05</u>	3.0	38	58.3	0.0			1
15C-44	<u>2.1</u>	<u>35</u>	<u>2.20</u>	<u>5.5</u>	43	41.7	8.3			4
15C-47	1.7	19	<u>2.12</u>	<u>6.0</u>	32	91.7	8.3			2
15C-48	1.5	<u>32</u>	<u>2.56</u>	<u>6.0</u>	43	25.0	0.0	5	20.0	3
基準値	>2.0	>30	>2.00	>5.5	>50	>30	>60			

太字および下線: 基準値を超えた項目でポイント+1を付加 (GL含量>3.00ではポイント+2を付加)

二次選抜個体群

2-1-2. 2015 年交配のストロン由来個体群の評価

選抜個体群（8 系統）について、ストロン由来 2 年生の地下部の生育量を実生時のデータと比較したところ、概ね減少する傾向が見られ、根頭部径は半分以下の 5.0~9.5 mm で、その新鮮根重も約 1/4 の 5.7~11.7 g であった。またストロンの直径は、同等の 3.6~7.4 mm を測定したが、その新鮮重は半数以下の数値を示した。一方、GL 含量については、実生由来より高まる傾向が予想されていたが 15C-04 および 15C-07 において若干低下していたものの、二次選抜の 3 個体はいずれも GL 含量 3.00 % 以上を示し、特に 15C-38 が 4.42 % の最高値であった。なお、それ以外の個体群の中で GL 含量が 3.00 % 以上の高い値を示した 15C-19 および 15C-28 の 2 個体（系統）は、再評価すべき個体と考えられた。また、GL 含量 3.00 % 以上を示した 4 系統について、フラボノイド成分の LIQ 含量を測定した結果、15C-27、15C-28 および 15C-38 は 1.42 % 以上の高い値を示したのに対し、15C-04 は 1/2 以下の 0.58 % で明らかに低い値を示した¹³⁾（表-3）。

選抜個体群（8 系統）の得苗率について月別に検討した結果、得苗率は気温が上昇した 5 月で高い値を示す系統が多かったものの、明らかな傾向は認められなかった。一方、系統別の平均値について比較すると、出芽率は 73.3~96.7 % であったのに対し、その得苗率は 30.0~63.3 % を示し、明らかに低下することが分かった。再評価した 15C-19 および 15C-28 の得苗率は、それぞれ 46.7 % および 40.0 % と低いものであった。二次選抜した 3 系統の得苗率の平均は、基準値に近似する 53.3~56.7 % を示した。なお、最も高い数値は 15C-24 の 63.3 % であった（表-4）。

これらの結果から二次選抜した中の 2 系統（15C-27 および 15C-38）は、GL 含量が 3.00 % 以上を示し、LIQ 含量も 1.40 % 以上であり、その得苗率は 2 芽で基準値（60.0 %）に近似する値であったことから栽培種として適正と考えられた。なお、2 芽での得苗率 63.3 % を示した 15C-24 は GL 含量が 3.00 % 以下（2.42 %）であったこと、15C-04 は LIQ 含量が他の選抜個体より著しく低

いことから最終的に選外となり系統保存に留めた。

2-2. 2016 年度交配種

2-2-1. 2016 年交配の実生由来個体群の評価

2016 年交配の 41 個体の地下部について調査した結果、根頭部径の平均は 1.9 ± 0.3 cm で、基準値 2.0 cm 以上は 15 個体あり、その最高値は 2.3 cm であった。新鮮根重の平均は 21.1 ± 7.5 g で、基準値 30 g 以上を示したものは 7 個体で見られ、その最高値は 39.6 g であった。ストロンについては、新鮮重が基準値 50 g 以上を示すものが 6 個体で見られ、その太さ（径）は概ね中程度（5 mm）以上であったが、一部に伸長の認められない生育不良を呈する個体が見られた。GL 含量については、32 個体が 2.00 % 以上を示し（出現率 78.1 %）、その内の 7 個体が 3.00 % 以上で、最高値は 16C-86 の 4.32 % であった。その平均値は 2015 年交配の 2.26 % より高く、局方の規定値を超える 2.54 % を示した（表-5）。

ストロンの生育不良等を呈した個体群を除いた 25 個体について、それらのストロン（1 芽）からの出芽ならびにその得苗率について検討した結果、12 個体が基準値である得苗率 30 % 以上を示すものであった。さらに GL 含量と得苗率を参照に絞り込みを行い、GL 含量が 3.00 % 以上で得苗率が 50 % 以上を示す 2 個体（16C-64 および 16C-88）が選抜指標のポイント 6 であった。なお、16C-71 および 16C-82 の 2 個体は、GL 含量が 3.00 % 以下であるものの、得苗率がそれぞれ 54.5 % および 73.3 % と高い値を示す特徴的なものであった（表-6）。無作為に選んだ 7 個体を含めた選抜個体群（9 系統）をつぎのステップに移行した。

2-2-2. 2016 年交配のストロン由来個体群の評価

選抜個体群（9 系統）について、ストロン由来 2 年生の地下部の生育量を実生時のデータと比較した結果、2015 年と同様に低下する傾向を示し、根頭部径は 6.6~9.5 mm で、その新鮮根重も 6.1~15.4 g で、いずれも 1/3 以下の数値であった。ストロンの直径は同等の 4.8~8.3 mm で、その新

表 -3. 二次選抜した3個体を含む選抜個体群（8系統）のストロン由来
2年生における地下部の形状とそのGLとLIQ含量（2015年交配実生）

系統番号	n	不定根				ストロン	
		根頭部径 (mm)	新鮮重 (g)	GL含量 (%)	LIQ含量 (%)	直径 (mm)	新鮮重 (g)
15C-04	4	9.5 ± 3.2	11.3 ± 4.2	3.11 ± 0.39	0.58	6.4 ± 0.8	31.1 ± 14.8
15C-07	4	7.8 ± 0.8	10.2 ± 3.0	2.03		7.4 ± 0.6	25.5 ± 16.6
15C-19	4	8.0 ± 2.2	7.7 ± 2.7	3.30		5.2 ± 0.5	28.1 ± 14.1
15C-24	3	5.2 ± 0.2	5.7 ± 0.7	2.42		4.5 ± 0.4	28.0 ± 10.5
15C-27	10	8.2 ± 1.9	11.7 ± 5.9	3.72 ± 0.43	1.42	5.6 ± 1.7	18.2 ± 10.1
15C-28	3	6.2 ± 0.4	6.5 ± 1.3	4.31	1.83	4.7 ± 0.2	17.4 ± 8.2
15C-38	6	6.4 ± 0.9	9.8 ± 2.3	4.42 ± 0.51	2.10	5.2 ± 0.7	15.6 ± 7.0
15C-39	1	5.0	9.8	2.27		3.6	101.5

GL=グリチルリチン酸 LIQ=リクイリチン

表 -4. 選抜個体群（8系統）のストロンを種苗とした植付け期の違いによる
出芽率ならびに得苗率の結果（2015年交配実生）

系統番号	n	出芽率 (%)				得苗率 (%)				GL含量 (%)*		得苗率 (2018年)*	
		3月植	4月植	5月植	平均	3月植	4月植	5月植	平均	2017年	2019年	1芽	2芽
15C-04	10	100.0	100.0	80.0	93.3	70.0	30.0	60.0	53.3	3.27	3.11	33.3	40.0
15C-07	10	90.0	100.0	100.0	96.7	50.0	50.0	60.0	53.3	2.39	2.03	16.7	—
15C-19	10	90.0	100.0	60.0	83.3	40.0	50.0	50.0	46.7	2.57	3.30	16.7	—
15C-24	10	100.0	100.0	70.0	93.3	80.0	40.0	70.0	63.3	2.47	2.42	16.7	—
15C-27	10	50.0	90.0	100.0	80.0	40.0	50.0	70.0	53.3	3.40	3.72	25.0	66.7
15C-28	10	70.0	80.0	—	75.0	60.0	20.0	—	40.0	2.80	4.31	33.3	—
15C-38	10	60.0	60.0	100.0	73.3	50.0	60.0	60.0	56.7	3.20	4.42	16.7	60.0
15C-39	10	90.0	100.0	80.0	90.0	30.0	20.0	40.0	30.0	2.05	2.27	0.0	—
平均		81.3	91.3	84.3	85.6	52.5	40.0	58.6	49.6				

* : 参考資料

表 -5. 2016年交配実生個体群の地下部の形状とそのGL含量

個体群	n	根			ストロン		ストロン由来の増殖 (%)	
		根頭部径 (cm)	新鮮重 (g)	GL含量 (%)	直径 (mm)	新鮮重 (g)	1芽	
							出芽率	得苗率
交配実生G	41	1.9 ± 0.3	21.1 ± 7.5	2.54 ± 0.72	4.5 ± 1.3	30.7 ± 18.6		
一次選抜G	25	1.9 ± 0.2	21.5 ± 6.5	2.83 ± 0.56	4.7 ± 1.1	28.8 ± 14.0	74.4 ± 27.6	28.9 ± 21.3
二次選抜G	2	2.3 ± 0.0	30.7 ± 0.9	3.60 ± 0.55	5.6 ± 0.2	35.8 ± 23.0	76.2 ± 13.5	62.5 ± 5.9

Mean ± S.D. 一次選抜G : GL2.0%以上の個体群 二次選抜G : 選抜ポイントが6以上を示す個体群

表-6. 一次選抜した 25 個体群の地下部の形状とその GL 含量ならびにストロン由来の得苗率 (2016 年交配実生)

個体番号	根			ストロン		ストロン由来の増殖 (%)			ポイント
	根頭部径 (cm)	新鮮重 (g)	GL含量 (%)	直径 (mm)	新鮮重 (g)	n	出芽率	得苗率	
16C-51	1.7	18.5	2.56	5.2	21.4	14	100.0	7.1	1
16C-53	1.9	20.6	2.72	3.2	24.6	13	66.7	46.2	2
16C-57	2.1	28.4	2.45	3.7	13.8	15	100.0	20.0	2
16C-58	2.1	31.9	3.17	5.5	26.3	14	93.3	7.1	5
16C-59	1.5	8.9	2.24	3.0	10.2	14	100.0	50.0	2
16C-62	2.0	20.3	3.21	6.4	48.3	13	100.0	30.8	5
16C-63	1.9	15.9	2.69	3.2	38.2	13	0.0	0.0	1
16C-64	2.3	31.3	3.22	5.7	19.5	12	85.7	66.7	6
16C-65	2.1	31.9	2.11	6.2	47.6	12	92.3	33.3	5
16C-66	1.9	17.0	2.16	5.0	44.5	15	100.0	46.7	2
16C-69	1.9	21.8	2.51	4.6	23.5	14	100.0	14.3	1
16C-71	2.1	22.5	2.56	6.9	41.5	11	60.0	54.5	4
16C-75	1.8	22.5	2.95	5.3	41.5	17	88.9	41.2	2
16C-76	1.9	16.0	2.98	2.9	7.5	12	33.3	33.3	2
16C-79	1.8	19.5	2.87	4.2	11.5	13	23.1	0.0	1
16C-80	2.1	26.0	2.12	4.0	22.5	12	100.0	25.0	2
16C-81	2.0	23.5	3.10	5.3	32.5	13	46.2	7.7	3
16C-82	2.0	22.5	2.48	4.0	33.0	15	73.3	73.3	3
16C-83	2.2	25.5	3.63	5.6	29.5	11	52.9	9.1	4
16C-84	1.9	15.0	2.98	4.3	15.0	12	69.2	33.3	2
16C-85	1.4	10.5	2.58	4.0	13.0	12	100.0	25.0	1
16C-86	1.7	17.5	4.32	3.7	28.2	18	52.6	5.6	2
16C-88	2.3	30.0	3.99	5.4	52.0	12	66.7	58.3	6
16C-90	1.5	12.5	2.90	4.1	20.5	11	78.6	9.1	1
16C-92	2.0	26.5	2.34	6.1	55.0	16	76.5	25.0	4
基準値	>2.0	>30.0	>2.00	>5.5	>50.0			>30.0	

太字および下線：基準値を超えた項目でポイント+1を付加 (GL含量>3.00ではポイント+2を付加)

：二次選抜個体群

鮮重は 2015 年とは異なり倍増していた。一方、GL 含量については、いずれも一次選抜時と変化なく 16C-62, 16C-64 および 16C-88 が 3.00 % 以上を示し、それら以外で 3.00 % 以上を示した 2 系統 (16C-66 および 16C-75) も再評価すべき個体と考えられた (表-7)。

選抜個体群 9 系統のストロンからの得苗率を比較検討したところ、基準値 (80.0 %) を超えた系統は、一次選抜時に得苗率で特徴的であった 2 系統 (16C-71 および 16C-82) と再検討で評価され

た 16C-66 であった。2015 年度は植付け時期における得苗率で比較検討を行ったが、2016 年度については、得苗率とともに地上部形態や地下部の形状など種苗としての観点から検討した。すなわち、調査項目である草丈、根数および根長の基準値によるポイントで評価したところ、得苗率を含めてポイント 4 を示した 16C-82 および同 3 の 16C-66 が栽培種として好適と考えられた。前者は GL 含量が 2.48 % であるものの、得苗率が 1 芽で 73.3 % と高い値を示す特徴を有していた。なお、根数な

表-7. 二次選抜の2個体を含む選抜個体群（9系統）のストロン由来2年生における地下部の形状とそのGL含量（2016年交配実生）

系統番号	n	不定根			ストロン	
		根頭部径 (mm)	新鮮重 (g)	GL含量 (%)	直径 (mm)	新鮮重 (g)
16C-53	5	9.0 ± 2.1	15.4 ± 3.9	2.27	5.3 ± 1.1	62.1 ± 26.9
16C-59	6	7.5 ± 2.1	7.2 ± 5.2	2.62	6.7 ± 1.7	102.7 ± 59.2
16C-62	2	7.7 ± 0.8	9.9 ± 0.3	3.46	8.3 ± 0.1	119.5 ± 5.6
16C-64	6	6.8 ± 1.2	6.6 ± 3.0	3.38	6.1 ± 1.5	49.6 ± 13.6
16C-66	6	8.2 ± 1.3	9.2 ± 4.9	3.40	6.1 ± 1.1	66.4 ± 29.2
16C-71	2	6.7 ± 4.2	6.3 ± 5.4	2.45	6.4 ± 3.4	97.7 ± 115.7
16C-75	6	9.5 ± 0.9	14.5 ± 10.7	3.66	4.8 ± 1.0	52.0 ± 38.2
16C-82	7	6.6 ± 1.5	6.1 ± 3.9	2.35	6.4 ± 0.8	81.3 ± 43.6
16C-88	9	7.9 ± 2.7	10.0 ± 7.1	3.06	6.4 ± 1.6	86.4 ± 66.4

GL=グリチルリチン酸

表-8. 選抜個体群（9系統）のストロンを種苗とした出芽（草丈），発根状況ならびに得苗率（2016年交配実生）

系統番号	n	草丈 (cm)	根数 (g)	根長 (cm)	得苗率 (%)	ポイント	GL含量 (%)*		得苗率 (1芽) *
							2018年	2020年	2019年
16C-53	40	9.1 ± 3.2	0.9 ± 0.9	5.6 ± 4.5	60.0	0	2.72	2.27	46.2
16C-59	20	7.4 ± 4.4	2.2 ± 1.1	4.2 ± 3.1	75.0	1	2.24	2.62	50.0
16C-62	20	5.0 ± 2.5	1.1 ± 0.4	6.3 ± 5.7	75.0	1	3.21	3.46	30.8
16C-64	40	9.0 ± 2.6	2.2 ± 1.1	4.9 ± 3.5	65.0	1	3.22	3.38	66.7
16C-66	60	9.4 ± 3.4	2.2 ± 1.2	7.7 ± 5.5	81.7	3	2.16	3.40	46.7
16C-71	40	5.3 ± 2.6	2.4 ± 1.6	5.6 ± 3.1	80.0	2	2.56	2.45	54.5
16C-75	60	7.3 ± 2.6	1.9 ± 1.2	4.0 ± 3.9	70.0	0	2.95	3.66	41.2
16C-82	40	11.6 ± 3.8	2.8 ± 1.8	6.3 ± 3.3	87.5	4	2.48	2.35	73.3
16C-88	40	8.7 ± 3.8	1.8 ± 1.1	5.5 ± 4.6	65.0	0	3.99	3.06	58.3
基準値		>10.0	>2.0	>6.0	>80.0				

* : 参考資料

らびに根長は，苗の生育状況の中で重要な根張りの要素を含んでおり，発根すれば計測される得苗率とは異なる形状と理解する必要がある（表-8）. なお，二次選抜した2系統（16C-64 および 16C-88）については，いずれもポイント1以下であったことから得苗率について再検討を要するものと考えられた. また，得苗率についてはストロ

ンの形成状況あるいは栽培年数等によっても変化すると予想され，今後とも継続して検証する必要があると考える.

地下部の生育量を検証するために実施した16C-88の筒栽培については，その根頭部径はポット栽培の約2倍の13.7mmを，その新鮮根重は約10倍の98.3gを計測した. またストロンの直径は

6.4 mm を、新鮮重は 109.3 g であったことから、栽培法によって生育量は変化することが明らかとなった（写真-6b）。ポット栽培による地下部の生育量の低減は遺伝的な矮小化ではなく、環境的な要素に起因していると考えられ、懸念された新鮮根重の低減は栽培条件によって回避できると判断された。

3. まとめ

薬用植物の産地化事業は、生薬の国産化に向けた取り組みの一つであり、それぞれの地域の実情に沿った適切な栽培法の提示とともに、栽培に供与される種苗の供給が重要な課題となっているように思われる。特に薬用植物については、遺伝的多様性に富む野生品が良品とする考えもあるが、その形態形質においては変異幅が広く、品質を含めたバラツキが問題となる。また、医薬品であることから日本薬局方に定められた形状あるいは主要成分の存在とその含有量が不可欠である。一方、栽培に複数年を要する植物が多く、蔬菜類と比較しても使用可能な農薬等が限定的であり、コスト面での折り合いが難しく、拡大栽培は一部の種類に限定されている^{14,15)}。

生薬「カンゾウ（甘草）」については、その主成分であるグリチルリチン酸の含有率が 2.00 % 以上であることが規定されており、これまでに全国で実施されてきた試作栽培においては、この必然的な数値を超えることが難しく、例え超えたとしても継続して再現することが困難とされてきた。また、栽培化にはコスト面を考慮した単位面積あたりの収穫量が求められ、栽培法の改善や優良系統の作出が必須であり、これまでに「都 1 号」などの栽培品種が育成登録されているものの、種苗の提供が明らかではないことから一般的に普及することは困難と見られた。

ウラルカンゾウの栽培化に向けた取り組みを進める上では、栽培可能な系統の作出と種苗の供給が必要不可欠である。そこで栽培に適応した系統の作出を目的にウラルカンゾウの系統間交配を実施し、得られた種子より育成した実生由来 87 個体の生育量と GL 含量、さらには拡大栽培に不可

欠なストロン由来の増殖能（得苗率）について検討して栽培種の作出を試みた。実生由来個体群の生育量を調査するとともに、必然的な数値である GL 含量が 2.00 % 以上を示した 53 個体のストロン片による得苗率を検討したところ、GL 含量が 3.00 % 以上で、得苗率（2 芽の場合）が 60 % 以上（1 芽の場合は 30 % 以上）を示した 5 個体（15C-04, 15C-27, 15C-38, 16C-64 および 16C-88）が予め設定していた選抜の基準値であるポイント 6 以上であった。それ以外で無作為に選んだ 12 個体を含めた 17 個体（系統）について、ストロン由来株の栽培を行い再検討した。

栽培種の選定に際しては、拡大栽培に必須な得苗率（1 芽；30 % 以上、2 芽；60 % 以上）と GL 含量（3.00 % 以上）を最重点項目として評価を行った結果、2015 年度交配種において二次選抜した 15C-27 および 15C-38 と 2016 年度交配種で再評価された 16C-66 が GL 含量 3.00 % 以上を示し、得苗率も基準値（60.0 % 以上／2 芽）であった。また、16C-82 は GL 含量が 3.00 % 以下（2.48 %）であるが、得苗率（73.3 %／1 芽）に特徴を有するものであり、これら 4 系統を栽培に適応した栽培種であると判断した。なお、15C-24, 15C-28, 16C-64, 16C-85, 16C-88 などについても、保存栽培を継続して再検討したいと考えている。

本研究において栽培種として選定された 4 系統（15C-27, 15C-38, 16C-66, 16C-82）については、継続して検証作業を実施するとともに、一部の系統については圃場での栽培を進めており、今後は生産栽培に供給できる種苗の確保と活用を図る予定である。

参考文献

- 1) (独) 医薬品医療機器総合機構, 第十八改正日本薬局方, カンゾウ P.1908
<https://www.mhlw.go.jp/content/11120000/000788459.pdf>
- 2) 日本漢方生薬製剤協会 生薬委員会, 日本における原料生薬の使用量に関する調査報告 (2), 生薬学雑誌, **75** (2), 89-105 (2021)
- 3) 芝野真喜雄, 川瀬さおり, 村上理恵, 喜多俊二,

- 草野源次郎, 柴田敏郎, 畠山好雄, 縣功, ウラルカンゾウ栽培のための基礎研究, *Natural Medicines*, **54** (2), 70-74 (2000)
- 4) 尾崎和男, 第 1 回甘草シンポジウム (山梨県塩山市) 講演要旨集, 12-16 (2001)
 - 5) 尾崎和男, 第 7 回甘草シンポジウム (福岡県九州大学) 講演要旨集, 47-52 (2015)
 - 6) 尾崎和男, 野崎香樹, 西尾基之, 井本洋輔, 芝野真喜雄, ストロンの植付ける方向と深度が萌芽ならびに発根に及ぼす影響, *薬用植物研究*, **43** (2), 21-27 (2021)
 - 7) 芝野真喜雄, ウラルカンゾウ (*Glycyrrhiza uralensis* Fischer) の国内栽培を目指して, 特殊種苗, **16**, 47-49 (2013)
 - 8) 照井正樹, 熊谷和幸, 和田浩志, 飯田修, 加賀亮司, 柏木翔和, 尾崎和男, 芝野真喜雄, ウラルカンゾウ (*Glycyrrhiza uralensis* Fischer) の実生株からの個体選抜, *薬用植物研究*, **43** (1), 10-20 (2021)
 - 9) 尾崎和男, 芝野真喜雄, 草野源次郎, 渡辺斉, ウラルカンゾウ (*Glycyrrhiza uralensis* Fischer) の優良個体の選抜について, *生薬学雑誌*, **64** (2), 76-82 (2010)
 - 10) 草野源次郎, 国内薬用植物栽培インタビュー, *薬用植物研究*, **35** (2), 1-9 (2013)
 - 11) Kazuo OZAKI, Makio SHIBANO, Aim for production of *Glycyrrhizae Radix* in Japan (3) : development of a new licorice cultivar, *Journal of Natural Medicines*, **68** (2), 358-362 (2014)
 - 12) 尾崎和男, 芝野真喜雄, 草野源次郎, 渡辺斉, ウラルカンゾウ (*Glycyrrhiza uralensis* Fischer) の筒栽培について, *生薬学雑誌*, **61** (2), 89-92 (2007)
 - 13) 芝野真喜雄, 尾崎和男, 栽培甘草の化学的品質評価の検討について, *薬用植物研究*, **32** (2), 3-8 (2010)
 - 14) 浅間宏志, 国産生薬の現状概況と将来展望, *薬用植物研究*, **32** (1), 9-12 (2010)
 - 15) 御影雅幸, 薬用植物の栽培振興に向かって, *薬用植物研究*, **36** (1), 1-7 (2014)

サラシナショウマ種子に対する催芽処理及び実生苗の 生長に対する施肥と遮光の影響

Effects of germination treatment on *Cimicifuga simplex* seeds,
fertilization and shading on growth of seedlings.

深田 祐輔

京都薬科大学 薬用植物園
〒601-1405 京都市伏見区日野林39

Yusuke Fukada

Garden of Medicinal Plants of Kyoto Pharmaceutical University,
Hino-hayashi 39, Fushimi-ward, Kyoto-city, Kyoto 601-1405, Japan

(受付日：2022年3月13日／受理日：2022年4月21日)

要 旨

サラシナショウマ種子の発芽に対するジベレリン処理の影響と、1年目実生苗の生長に対する施肥と遮光の影響を評価した。種子を100ppmジベレリン溶液に24時間浸漬する事で対照区に比べ発芽勢及び最終発芽率は有意に改善したが、発芽開始日は変化しなかった。1年目実生苗の生長は標準施肥と倍量施肥の間に差は見られなかったが、追肥により最大展葉数、最大草丈、根数、地下部乾物重が増加傾向を示した。遮光栽培についても同様に増加した。サラシナショウマの栽培には播種前のジベレリン処理及び1年目実生苗の生長に対して追肥と遮光の実施が有効であると考えられた。

Abstract

The effects of gibberellic acid on germination of *Cimicifuga simplex* seeds and the effects of fertilizer and shading treatments on the 1st year seedlings were evaluated. 24h - 100ppm gibberellin treatment improved germination vigor and final germination rate, but had no effect on the germination start date. The growth of first-year seedlings did not differ between standard and double fertilization, but the number of leaves, plant height, number of roots, and underground dry weight tended to increase with additional fertilization. The same increase was observed for shaded treatment. It was concluded that gibberellin treatment before sowing, fertilizer application, and shading of 1st year seedlings were effective in the cultivation of *C. simplex*.

Key word : *Cimicifuga simplex* Turcz., seedling, cultivation, fertilization condition, shading

緒言

サラシナショウマ *Cimicifuga simplex* Turcz. は日本各地に自生するキンポウゲ科の多年生草本である。地中に横走する根茎を乾燥させたものは生薬「升麻」として、第十八改正日本薬局方¹⁾ (以下, JP18) に収載されている。升麻は補中益気湯や乙字湯などの漢方処方に配合される漢方の要薬である。2018 年度における国内の升麻の使用量は約 45t であるが、その全量を中国からの輸入に頼っており²⁾、高品質な生薬の安定供給の観点から国産化が望まれる。

JP18 では升麻の基原植物としてサラシナショウマの他に *C. dahurica* Maxim., *C. foetida* L., *C. heracleifolia* Komarov を規定している。日本には *Cimicifuga* 属植物が数種自生しているが、サラシナショウマのみが升麻として利用可能である³⁾⁴⁾。しかしサラシナショウマの栽培に関する知見はほとんど報告されておらず、国産化を目指す上では好適な栽培条件を検討する必要がある。

サラシナショウマは多年生草本であり、不定塊状を呈する根茎を株分けする事によって増殖可能であるが、栽培試験を行う場合に種芋の大きさや芽の数などを揃える事は難しく、均質な種苗を多数確保する事が困難である。種子による繁殖は 1 個体から多数の種苗を得ることができ、かつ初期条件を統一する事が容易であるため、栽培条件を検討する上では実生苗を供試する事が妥当に思われた。

サラシナショウマの種子の発芽についてはあまり研究がなされていないが、著者のこれまでの経験では秋から冬にかけて採取したサラシナショウマの種子を取り播きした場合翌年の春には発芽せず、次の年の春に発芽する。サラシナショウマに近縁な *Cimicifuga racemosa* L. (= *Actaea racemosa* L.) は種子の発芽に 20 か月以上かかる⁵⁾ と言われており、サラシナショウマについても *C. racemosa* と同様に発芽に時間がかかると考えられる。従って、栽培試験に実生苗を供試するには短期間かつ効率的に発芽させる方法を検討する必要がある。

そこで本研究では、まずサラシナショウマの種子から栽培実験に供試する苗を得る事を目的として、ジベレリン処理による発芽期間の短縮の可能

性を検討した。次に、得られた実生苗を異なる施肥条件及び遮光条件で栽培し、これらの条件がサラシナショウマの 1 年目実生苗の生長に及ぼす影響を評価した。

1 実験材料

供試材料：京都薬科大学薬用植物園で栽培しているサラシナショウマ (2017 年に大原種苗株式会社より購入) から 2020 年 12 月 8 日に採取した種子を実験に供試した。なお、種子を採取した親株は京都薬科大学薬用植物園にて維持栽培されている。

実験場所：京都薬科大学薬用植物園 (京都市伏見区日野林 39) にて栽培を行った。

2 実験方法

実験 1 発芽に対するジベレリン処理の影響

サラシナショウマの種子を 2021 年 1 月 25 日に、室温下で 100ppm ジベレリン溶液に 24 時間浸漬したジベレリン処理区と、同様に水に 24 時間の浸漬を行った対照区を設けた。各処理区に供試した種子は 100 粒 × 3 反復とした。

処理を終えた種子を 1 月 26 日に湿らせたろ紙を敷いたプラスチックシャーレに播種した後、蓋をして設定温度 15℃、明暗期 12h/12h の人工気象器 (LH-80LED-DT: 日本医化器械製作所) 内に静置した。ろ紙が乾燥しない様に適宜灌水を行い、週に一度発芽した種子の数を計測した。

なお、今回の実験では幼根の出現をもって発芽とし、発芽した種子はその都度タキイセル培土 (タキイ種苗株式会社) を充填した 105 穴セルトレイに移植して屋外で育苗を行い、実験 2 及び 3 に供試した。

実験期間は 1 月 26 日から 8 月 2 日までとした。1 月 26 日を播種後 0 日として、発芽開始までに要した日数、50% 発芽日数及び 8 月 2 日時点の最終発芽率について、Student の t 検定を用いて有意差検定を行った。

実験 2 実生苗の生長に対する施肥の影響

実験 1 で発芽を確認後、育苗した苗のうち、6 月 28 日時点で本葉が 1 枚以上展葉している個体

を実験に供試した。

赤玉土：鹿沼土：腐葉土を体積比 3：3：2 で混和したものを基準培土とし、国産化成肥料 14-14-14（全国農業協同組合）を N-P-K 換算でそれぞれ 20kg/10a となるように混和した培土を標準区、40kg/10a とした培土を倍量区、標準区と同じ施肥条件の培土に対し、9 月 21 日に 20kg/10a 相当量の追肥を行った追肥区の計 3 処理区を設けた。調整した各処理区の培土を充填した 5.5L ミニプランターに 5 個体の苗を移植し、1 処理区あたり 15 個体を実験に供試した。週に 1 度展葉数及び草丈を計測した。なお、草丈は株元から葉を垂直に伸ばし、地際から植物体の一番高い位置までとした。

2022 年 2 月 14 日に全株を掘り起こして水洗した後、最大根長及び地下茎から伸びる根の数を記録し、40℃48 時間条件の送風定温乾燥機（DRG 400AA：アドバンテック東洋株式会社）で乾燥し、地下部乾物重を測定した。栽培期間中に観察された最大展葉数及び最大草丈と、収穫後に計測した最大根長、根数及び地下部乾物重について Tukey-Kramer 法を用いて処理区間の有意差検定を行った。

実験 3 実生苗の生長に対する遮光の影響

実験 1 で発芽を確認後、育苗した苗のうち、6 月 28 日時点で本葉が 1 枚以上展葉している個体を実験に供試した。

実験 2 における標準区と同一の培土を充填した 5.5L ミニプランターに 5 個体の苗を移植し、30% 遮光寒冷紗を 2 重にして作製した遮光トンネル内に静置し、遮光区とした。無遮光条件として、実験 2 における標準区を対照区とした。各処理区計 15 個体を実験に供試した。計測項目及び方法は実験 2 に準じ、Student の t 検定を用いて処理区間の有意差検定を行った。

なお、実験 2 及び 3 で乾物重を計測したサラシナショウマ地下部は京都薬科大学薬用植物園にて保管されている。

3 結果

実験 1 ジベレリン処理が発芽に及ぼす影響

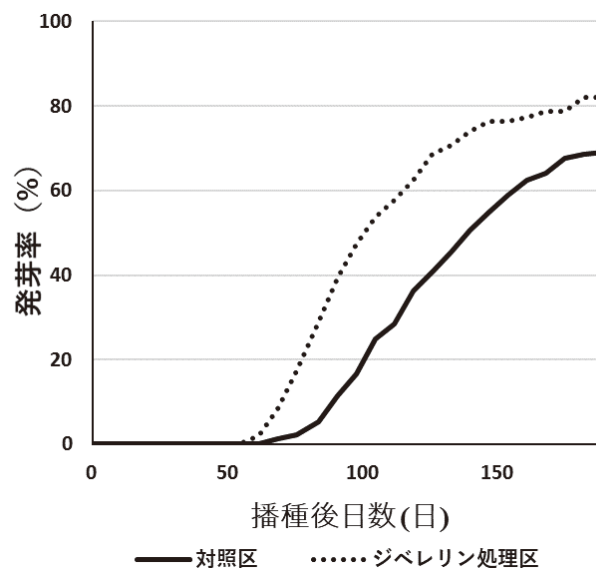


図 1. ジベレリン処理による発芽率の推移

各処理区の累積発芽率の推移は図 1. の通りであった。発芽開始日数は、播種日から起算しジベレリン処理区で 63.0 日、対照区では 68.0 日であった。50% 種子発芽日数は、ジベレリン処理区では 101.7 日、対照区では 141.3 日であり、ジベレリン処理により有意に短縮された ($p < 0.05$)。最終発芽率はジベレリン処理区で 82.0%，対照区では 69.0% であり、ジベレリン処理区の方が有意に高かった ($p < 0.05$)。

なお、セルトレイに移植した種子はすぐには子葉が展開せず、さらに 1~2 か月程度の時間を要した。

実験 2 実生苗の生長に対する施肥の影響

生長量の経時変化を見ると、展葉数はどの処理区においても 9 月~10 月頃にかけて最大となる傾向を示した (図 2. 上) (図 3. A, B, C)。

また、草丈は全ての処理区において 11 月初旬まで増加傾向を示したが、追肥区では追肥を行ったおよそ 2 週間後から他の処理区に比べ増加した (図 2. 下)。なお、標準区と倍量区で各 1 個体、追肥区で 2 個体が枯死し、抽苔及び開花した個体は認められなかった。

栽培期間中に観察された最大展葉数、最大草丈及び地下部乾燥重はいずれにおいても追肥区が他

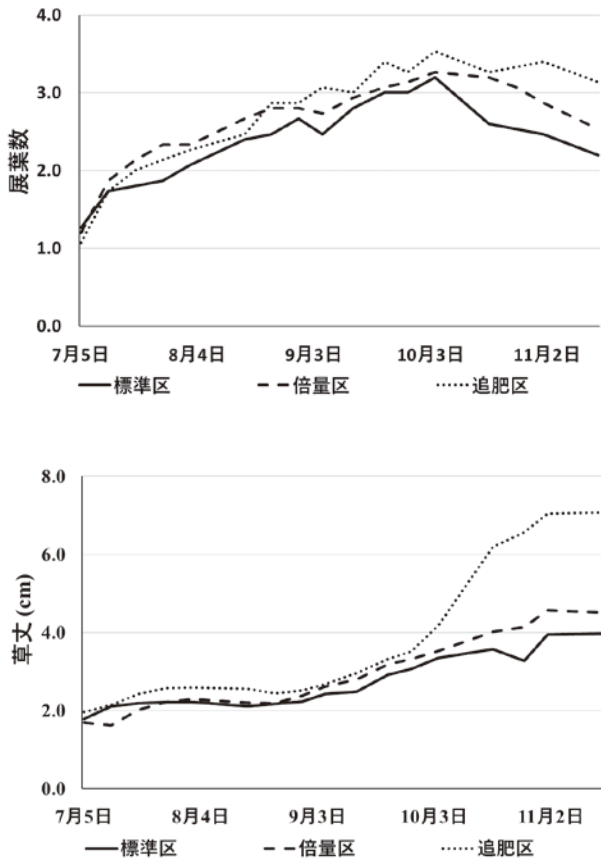


図 2. 異なる施肥条件での生長量の推移
上：展葉数の比較 下：草丈の比較

の 2 処理区に比べて大きく、標準区に比べて倍量区がわずかに大きい傾向を示したが、全ての処理区間において有意差が認められなかった ($p < 0.05$). 根数は追肥区：21.5、倍量区：14.2、標準区：10.5 であり、追肥区と他の 2 処理区の間で有意差が認められた ($p < 0.05$) (図 4). 根長は全ての処理区で 18.0~18.9cm の間にあり、ほとんど差がなかった.

実験 3 実生苗の生長に対する遮光の影響

生長量の経時変化を見ると、対照区に比べ遮光区では展葉数、草丈ともに良好な生長を示した (図 3. A, D) (図 5.). なお、遮光区において枯死した個体は確認されず、1 個体が抽苔、開花した.

遮光区では栽培期間中の最大展葉数：4.6、最大草丈：9.6cm、根数：16.6 であり、対照区のそれは 3.4、4.3cm、及び 10.5 に比べて有意に増加した ($p < 0.05$). 根長及び地下部乾物重は遮光区でそれぞれ 21.6cm、558.1mg であり、対照区の 18.0cm、228.8mg に比べ大きい傾向を示したが、有意差は認められなかった ($p < 0.05$) (図 6.).

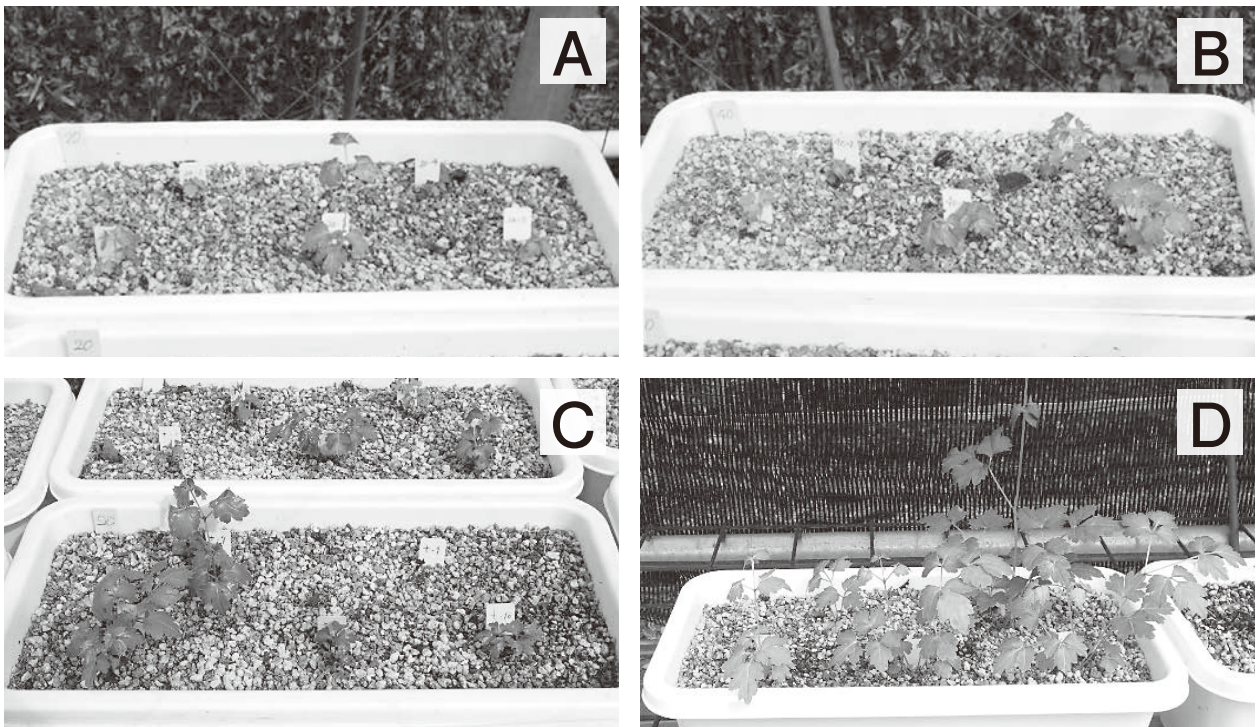


図 3. 各処理区のサラシナショウマの様子 (2021 年 10 月 7 日撮影)
A：標準施肥区 B：倍量区 C：追肥区 D：遮光区

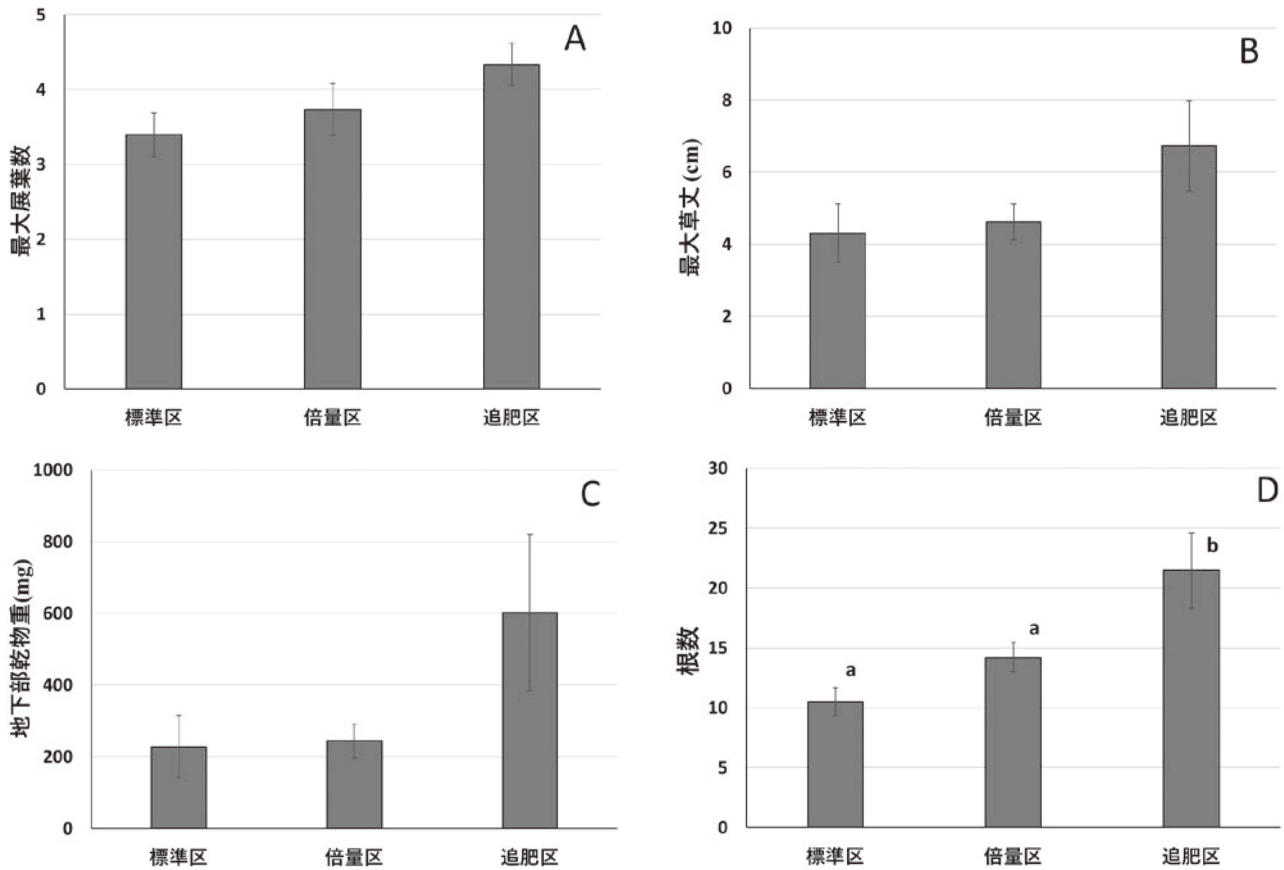


図4. 異なる施肥条件における各種生長量の比較
 A: 1 個体当たり最大展葉数 B: 1 個体当たり最大草丈
 C: 1 個体当たり地下部乾物重 D: 1 個体当たり根数
 平均値 ± 標準誤差, 異なる肩付文字間で有意差あり (p<0.05).

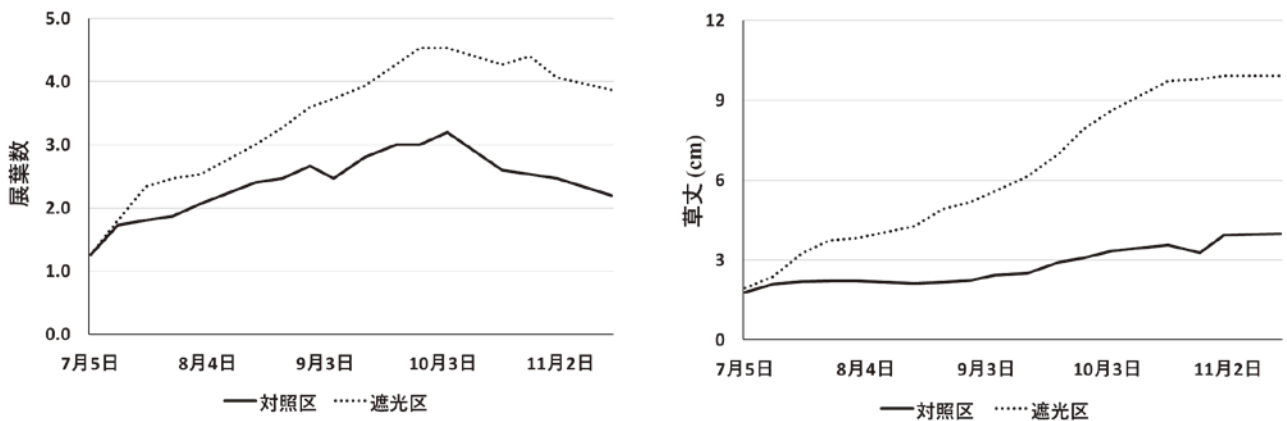


図5. 異なる遮光条件での生長量の推移
 左: 展葉数の比較 右: 草丈の比較

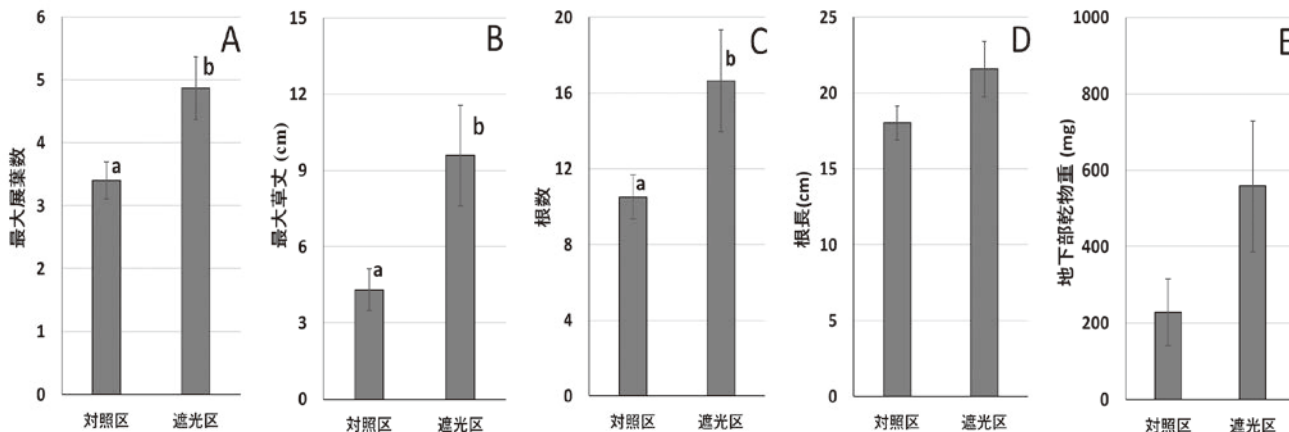


図6. 対照区と比較した遮光区の生長量
 A : 1 個体当たり最大展葉数 B : 1 個体当たり最大草丈
 C : 1 個体当たり根数 D : 1 個体当たり根長
 E : 1 個体当たり地下部乾物重
 平均値 ± 標準誤差, 異なる肩付文字間で有意差あり (p<0.05).

4 考察

実験 1 ジベレリン処理が発芽に及ぼす影響

サラシナショウマに近縁な *C. racemosa* の種子は発芽に 20 か月以上かかる⁵⁾と言われており、著者の経験上サラシナショウマの種子の発芽にもそれと同程度の時間がかかると考えられる。今回の実験では播種からおよそ 5 か月で種苗を得る事が出来、発芽にかかる時間を大幅に短縮する事ができた。

C. racemosa では種子の休眠打破についていくつかの先行研究があり、熟した種子は胚の未熟による休眠状態にあり、温暖条件下で胚が後熟する事で幼根の出現が可能になり、その後低温に遭遇する事で休眠が解除され、子葉の展開が可能になるとされる⁵⁾。報告により差はあるが、後熟の完了に必要な温暖条件は概ね 15~25℃、その後の休眠打破に必要な低温条件は 0~13℃とされている⁵⁾⁶⁾⁷⁾。今回の実験では、サラシナショウマの種子はジベレリン処理の有無に拘らず約 2 か月で発根を開始しており、今回の栽培条件(明/暗期:12/12h, 15℃恒温, 湿潤条件で約 2 か月)は幼根の発生に十分であったと考えられた。

また、今回の実験では発根後に冷温処理を行っていないにもかかわらず屋外での育苗によって子

葉が展開した。屋外での育苗は最も早い個体で 3 月 28 日から開始しており、2021 年における京都市の月平均最低気温は 4 月で 9.7℃, 5 月で 15.1℃であり⁸⁾, 屋外での育苗期間中に低温に遭遇した事で休眠が打破された可能性も考えられるが、サラシナショウマ種子の発根後の休眠打破の条件については現状では不明な点が多く、今後の検討課題としたい。

C. racemosa では、ジベレリン処理は種子の発芽に要する期間を短縮しないが、その後葉の展開に影響を与える (Popp et. al., 2003)⁵⁾とされている。今回の実験では発根後子葉の展開にかかる日数及び子葉展開率を処理区毎に観察しなかったため、ジベレリン処理が子葉の展開に影響を与えたかは不明だが、発根の開始に対し短縮効果が認められず、発芽勢の改善に寄与した点は *C. racemosa* における Popp らの結果と類似すると考えられる。

なお、今回の実験では発根までに約 2 か月かかり、さらに子葉の展開に時間を要し、実験に必要な種苗数を確保するのに約 5 か月を要した。今後は発根に係る時間及び子葉展開に係る時間それぞれを短縮する必要があると考えられた。

実験2 実生苗の生長に対する施肥の影響

標準区及び倍量区では生長量にほとんど差が認められなかったことから、少なくとも初期生長時においてはN-P-K各20kg/10a程度の施肥量で十分であると考えられた。追肥区では追肥の施与後、他の2処理区に比べ展葉数、草丈、根数及び地下部乾物重が増加する傾向を示し、追肥の施与はサラシナショウマの生長を促進すると考えられた。今後は追肥の実施時期や追肥量、肥料組成について検討する必要があると考えられた。

なお、今回の実験で各種生長量に処理区間の有意差が認められなかった要因として、処理区内の個体生長にばらつきが認められた事が考えられた。今後の実験では根茎の大きさで選別した2年目実生苗を使う等、より均質な苗を実験に供試する必要があると考えられた。なお、測定項目のうち栽培期間中の最大草丈と地下部乾物重に強い正の相関が認められ(図7.)、1年目の草丈を元に実験に供試する苗を選定する事で生長のばらつきを低減できると考えられた。

また、今回の実験では種苗数を確保するためにジベレリン処理の有無に拠らず無作為に苗を選び取り実験に供試した。そのため、ジベレリン処理がその後の生育に影響を及ぼし、苗の生長量にばらつきが生じた可能性も否定できない。今後の検討課題として、種子へのジベレリン処理がその後の実生苗の生長に及ぼす影響を評価する必要があると考えられた。

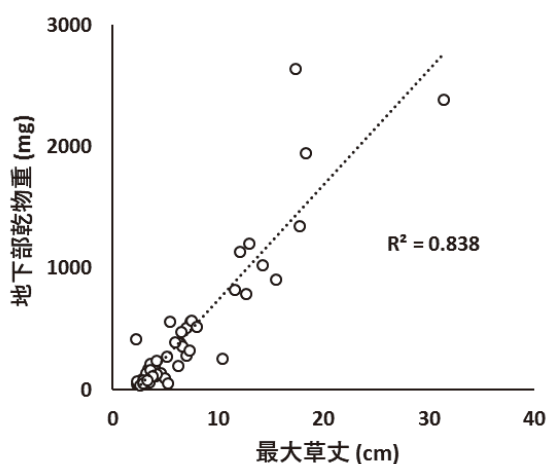


図7. 最大草丈と地下部乾物重の相関

実験3 実生苗の生長に対する遮光の影響

遮光区では対照区に比べ各種生長量が増加した。一般に陰生植物は光合成の光飽和点が陽生植物に比べて低く、過剰な光条件下では光阻害が生じ、生長が減衰する事が知られている⁹⁾。そのため、野生では草原や林縁部、落葉樹林の中などに生じるサラシナショウマ¹⁰⁾では遮光によって生長量が増大したと考えられた。一方で、遮光栽培では光合成に利用可能な光量が減少するため、過度の遮光はかえって生長の減衰を招きうる。今後より好適な光環境を検討していきたい。

今回の実生苗を供試した施肥及び遮光に関する実験では、根と根茎を含む地下部乾物重が最大でも3g未満であり、生薬として利用可能な大きさに生長するまでに多大な年数がかかる事が予想された。従って、升麻の国産化を目指す上では苗の均質化が図りやすく種苗数を確保しやすい実生苗を用いて栽培条件を検討し、得られた知見に基づき根茎による栄養繁殖を目指す事が妥当であると考えられた。今後は発芽期間の短縮と、より好適な栽培条件の検討を進める予定である。

5 謝辞

本研究の実施にあたり、多大なご助言及びご助力賜りました京都薬科大学薬用植物園の職員の皆様に深謝いたします。また、本実験の実施にあたり栽培管理及びデータの取得を補助して下さいました京都薬科大学薬用植物園 所属学生の皆様へ深謝いたします。

引用文献

- 1) (独) 医薬品医療機器総合機構, 第十八改正日本薬局方, p 1971, (2021).
- 2) 山本豊, 笠原良二, 平雅代, 武田修己, 樋口剛央, 山口能宏, 白鳥誠, 佐々木博, 日本における原料生薬の使用量に関する調査報告 (2), 生薬学雑誌, **75** (2), 89-105 (2021).
- 3) 草野源次郎, サラシナショウマ属植物の含有成分に関する研究, 薬学雑誌, **121** (7), 497-521 (2001).
- 4) 桜井信子, 永井正博, 生薬升麻の基原植物で

あるサラシナシヨウマ属及び近縁植物の成分,
薬学雑誌, **118** (11), 850-865 (1996).

- 5) M. Popp, R. Schenk, G. Abel, Cultivation of *Cimicifuga racemosa* (L.) Nutt. and quality of CR extract BNO 1055, *Maturitas*, **44**, 1-7 (2003).
- 6) I.M. Pinker, T. Degischer, A-Chr. Rath, R. Schenk, Encouraging of embryo development and seed germination in *Actaea racemosa* L. by gibberellic acid, *Eur. J. hort. Sci.*, **86** (1), 5-13 (2021).
- 7) B. Kaur, J. McCoy, E. Eisenstein, Efficient, Season-Independent Seed Germination in Black Cohosh (*Actaea racemosa* L.), *American journal of plant Sciences*, **4**, 77-83 (2013).
- 8) 気象庁, 過去の気象データ検索, [https://www.-data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/](https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/), 2022年3月7日閲覧.
- 9) L. Taiz, E. Zeiger, I. M. Moller, A. Murphy, テイツ / ザイガー 植物生理学・発生学 原著第6版, 西谷和彦 / 島崎研一郎 監訳, 講談社, pp. 249-253, (2017).
- 10) 佐竹義輔, 大井次三郎, 北村史郎, 亙理俊次, 富成忠夫, 日本の野生植物 草本II 離弁花類, 平凡社, p 60, (1989).

マオウ属植物の栽培研究（第18報）¹⁾

Ephedra sinica の親株と子株のアルカロイド含量及び海水散布の効果

Studies of Cultivation of *Ephedra* Plants (part 18)

Investigation on the effect of seawater irrigation and variation of alkaloid content between mother and daughter plants of *Ephedra sinica*

御影 雅幸・倪斯然*・石井 玲・田野岡桃子・野村 行宏

東京農業大学農学部生物資源開発学科薬用資源学研究室

〒243-0034 神奈川県厚木市船子1737

Masayuki Mikage, Si-ran Ni*, Rei Ishii, Momoko Tanooka and Yukihiro Nomura

Laboratory of Medicinal Plant Resources, Department of Bio-Resource Development,

Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture.

1737, Funako, Atsugi, Kanagawa, 243-0034 Japan

(受付日 2022 年 5 月 22 日 / 受理日 2022 年 5 月 26 日)

要 旨

漢方生薬「麻黄」の大規模な栽培が中国で行われているが、栽培品ではアルカロイド含量が野生品に比して低いことが問題となっている。日本国内における栽培においても同様の課題がある。麻黄の原植物として主に栽培されている *Ephedra sinica* Stapf については、その生態、形態、アルカロイド含量などに関する性質が十分に明らかにされていない。*E. sinica* は地下に根茎を引いて子株を作る性質があるが、親株と子株の間のアルカロイド含量をはじめとする種々の関連性については不明である。本報では、栽培時における親株と子株、実生苗の深植え株と浅植え株、及び圃場での海水散布によるアルカロイド含量への影響や雑草抑制効果について検討した。その結果、親株と子株、また深植え株と浅植え株の総アルカロイド含量に有意差は認められなかった。また、圃場栽培における海水散布では総アルカロイド含量は有意に変化しなかったが、明らかな雑草抑制効果が認められた。

緒 言

著者らは漢方生薬「麻黄」の国内生産を目的に、日本薬局方収載種である *Ephedra sinica* Stapf を中心に栽培研究を行っている。これまでに種苗の生産方法として、株分け法²⁾、挿し木法³⁾、種子繁殖法⁴⁾ などについての結果を報告し、また中国における麻黄栽培地の調査結果⁵⁾ をも報告した。中国の栽培地では生産物のアルカロイド含量が野生

品に比して低いために商品化できない事例が多くあり、麻黄の国産化に際してもアルカロイド含量の確保が解決せねばならない課題の一つである。著者らの圃場栽培品に関しても通常の管理では日本薬局方に規定される総アルカロイド含量（エフェドリンとプソイドエフェドリン）の下限值 0.7% を安定的に満たすことが困難で、3年生苗に尿素溶液を週 1 回計 8 回施肥した結果、基準を満



図1. 地下に根茎を引いて増殖する *Ephedra sinica* の野生株 (中国内モンゴル自治区)

たすものが収穫できたことを報告した⁶⁾が、今後の大規模な栽培面積を考慮すると、より簡便な方法が望まれる。*E. sinica* は地下に根茎を引いて増殖する性質が日局収載の他の2種 (*E. intermedia* Schrenk et C.A.Meyer 及び *E. equisetina* Bunge) に比して強いが (図1), 親株と親株から根茎を引いて増殖した子株のアルカロイド含量に関する相違については明らかでない。また実生苗を育てて観察すると、根茎は根頭部から出るが浅植えすると根茎を出さない性質がある。さらに、*Ephedra* 属植物にはある程度の耐塩性があり⁷⁾, *E. sinica* ポット栽培株を用いた実験において海水を灌水することによりアルカロイド含量が増加することを明らかにしたが、圃場栽培における知見はまだない。本報では、親株と子株、深植え株と浅植え株、及び圃場栽培での海水散布によるアルカロイド含量の変化や雑草抑制効果について検討した結果を報告する。

1. 親株及び子株の総アルカロイド含量

E. sinica 株を栽培すると、地下に根茎を引いて子株を生産する能力が高い株とそうではない株が認められ、根茎を引く株についても頻度 (本数) や長さ (親株からの距離) に大きな差が認められる。そこで、親株と子株の総アルカロイド含量の相違を調査することにしたが、遺伝的に異なる複

数株を植え付けた圃場栽培では長く根茎を引いて広がった株の親株とその子株を特定することが困難であるため、本研究では大型プランターで栽培した株について検討した。

実験方法: 実験株として東京農業大学厚木キャンパスにおいて屋外に設置した一辺各 60 cm の立方体プランターに 2016 年 6 月下旬に 5 年生株を植えつけ、2018 年 10 月中旬に、アルカロイド分析用試料として、子株を有する親株 25 株と、個々株に対応する子株でアルカロイド分析可能な大きさのもの 77 株から草質茎 2~6 本を基部から採取した。子株については親株の中心部からの距離を計測し区別した。これらの試料を乾燥し、日本薬局方収載の方法に則って HPLC 法によりアルカロイド含量を測定した。

実験結果 (表1): エフェドリン、プソイドエフェドリン及び総アルカロイド含量の測定結果を表1に示す。その結果、総アルカロイド含量は親株では平均値 ± 標準偏差値が $0.34 \pm 0.15\%$ 、子株では $0.28 \pm 0.17\%$ で、親株の方がやや高い数値を示したが、t 検定では親株と子株の間に有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。また、総アルカロイド含量は親株と個々の子株の間でかなりの相違が認められ、同一親の子株間でもかなり異なるものが認められた。また、子株の親株からの距離と総アルカロイド含量との間にも相関が認められなかつ

表 1. 親株とその子株のアルカロイド含量

株番号	(子株の親株からの距離, cm)	E (%)	PE (%)	総アルカロイド (%)	株番号	(子株の親株からの距離, cm)	E (%)	PE (%)	総アルカロイド (%)
1	親株	0.14	0.32	0.46	18	親株 (枯死)	—	—	—
	(10)	0.17	0.32	0.49		(14)	0.12	0.13	0.25
	(13)	0.16	0.35	0.51		(25)	0.11	0.09	0.20
3	親株	0.69	0.01	0.70		(28)	0.09	0.07	0.16
	(7)	0.19	0.02	0.21	20	親株	0.14	0.15	0.29
	(16)	0.61	0.01	0.62		(11)	0.15	0.16	0.31
(32)	0.52	0.01	0.53	(19)		0.13	0.15	0.28	
4	親株	0.18	0.05	0.23	(22)	0.14	0.14	0.29	
	(12)	0.25	0.06	0.31	21	親株	0.19	0.18	0.37
	(16)	0.12	0.03	0.15		(24)	0.12	0.11	0.23
(28)	0.09	0.02	0.11	(25)		0.13	0.02	0.16	
5	親株	0.09	0.01	0.10	(26)	0.09	0.07	0.15	
	(12)	0.08	0.01	0.09	22	親株	0.20	0.20	0.40
	(14)	0.09	0.01	0.11		(18)	0.25	0.26	0.51
(21)	0.07	0.01	0.08	(23)		0.12	0.12	0.24	
7	親株	0.16	0.10	0.26	(30)	0.09	0.09	0.18	
	(8)	0.10	0.07	0.17	23	親株	0.10	0.10	0.19
	(32)	0.01	0.01	0.02		(15)	0.08	0.06	0.14
(35)	0.09	0.05	0.14	(30)		0.00	0.00	0.01	
8	親株	0.51	0.03	0.54	24	親株	0.14	0.10	0.24
	(17)	0.73	0.06	0.80		(13)	0.17	0.17	0.34
	(18)	0.41	0.03	0.44		(25)	0.08	0.06	0.14
	(30)	0.52	0.03	0.55		(28)	0.10	0.08	0.18
9	親株	0.50	0.05	0.55	25	親株	0.13	0.15	0.28
	(23)	0.25	0.04	0.29		(17)	0.17	0.14	0.31
	(27)	0.21	0.21	0.42		(22)	0.18	0.16	0.33
	(30)	0.20	0.03	0.23		(28)	0.05	0.03	0.08
10	親株	0.34	0.02	0.35	26	親株	0.20	0.22	0.42
	(22)	0.22	0.01	0.23		(20)	0.12	0.11	0.23
	(23)	0.33	0.01	0.34		(25)	0.05	0.06	0.11
	(26)	0.31	0.02	0.33		(26)	0.18	0.16	0.34
11	親株	0.26	0.13	0.39	(32)	0.07	0.08	0.15	
	(23)	0.20	0.09	0.30	27	親株	0.23	0.26	0.49
	(24)	0.20	0.01	0.30		(20)	0.22	0.22	0.44
	(30)	0.19	0.09	0.28		(27)	0.00	0.00	0.01
12	親株	0.17	0.33	0.49		(32)	0.21	0.20	0.41
	(16)	0.19	0.41	0.60	28	親株	0.08	0.07	0.15
	(26)	0.23	0.56	0.78		(29)	0.12	0.11	0.23
	(29)	0.20	0.44	0.64		(26)	0.07	0.04	0.11
13	親株	0.10	0.11	0.21		(28)	0.25	0.25	0.49
	(21)	0.12	0.14	0.26	(30)	0.19	0.25	0.45	
	(23)	0.16	0.17	0.33	29	親株	0.09	0.07	0.15
	(25)	0.15	0.18	0.33		(20)	0.17	0.15	0.32
14	親株	0.32	0.02	0.34		(22)	0.18	0.17	0.35
	(22)	0.24	0.02	0.26		(25)	0.02	0.02	0.04
	(26)	0.41	0.03	0.43	(30)	0.17	0.17	0.34	
	(27)	0.01	0.00	0.01	30	親株	0.12	0.14	0.25
16	親株	0.23	0.03	0.26		(15)	0.14	0.11	0.25
	(10)	0.13	0.01	0.14		(16)	0.06	0.05	0.11
	(20)	0.19	0.02	0.21		(27)	0.10	0.09	0.19
	(32)	0.33	0.04	0.37	(30)	0.11	0.09	0.20	

E : エフェドリン, PE : プソイドエフェドリン

た。一方、個々のアルカロイド含有比は親株と子株で同様の傾向を示した。*E. sinica* では一般にエフェドリン含量がプソイドエフェドリン含量よりも多い傾向にあるが、例えば株番号1と12の親株はプソイドエフェドリンの方がエフェドリンよりも含有量が多く、それらの子株も全て同様の傾向を示した。

2. 深植え株及び浅植え株の総アルカロイド含量

E. sinica の実生苗を定植する際に、根頭部を地中に埋めると（深植え株）、根茎を出して周囲に子株を形成する。一方、根頭部を地上部に出して栽培すると（浅植え株）、根茎を出さないことがわかった（図2）。そこで、子株を作る深植え株と作らない浅植え株について、総アルカロイド含量の相違を検討した。また、ポット栽培では海水を灌水することにより有意に総アルカロイド含量が上昇したことから⁷⁾、圃場栽培への応用を検討すると同時に、海水散布による雑草抑制効果をも検討した。

実験方法：2018年4月上旬に東京農業大学厚木キャンパス内に設置した圃場に *E. sinica* の実生2年生苗を定植した（株間40cm，畝間80cm）。定植の際、根頭部が地表面に露出している浅植え区と根頭部が地中に埋まっている深植え区を設け、2年間育成した。2020年春から実験を開始し、浅植え区の22株、深植え区の23株を海水散布区とし、無処理区はそれぞれ23株、29株とした（図3）。

海水散布区においては2020年3月18日から6月26日まで、概ね1週間おきに計15回、塩分濃度約3.2%に調整した人工海水を畝に沿って株の上から1株当たり換算で約430mLを散布した。海水散布以外は自然降雨にまかせ、人工的な灌水は行わなかった。

同年8月6日に実験株（深植え株については親株のみ）から1株当たり約1/3の草質茎を地際から刈り取り、日本薬局方に基づきHPLC法で総アルカロイド含量を測定した。

なお、海水散布による雑草抑制効果の評価に関しては、7月20日に海水散布区と無処理区に生育する雑草をすべて採取し、単位面積当たりの乾

燥重量を比較した。その際、採取した雑草のうち特に多いと感じたものを押し葉標本にして同定し、海水散布区と無処理区における生育雑草の違いも比較検討した。また、海水散布による圃場環境の悪化が懸念されたので、7月30日に海水散布区と無処理区のそれぞれ4地点で表層土壌と地下30cmの土壌を採取し、pH、EC及びNa⁺濃度を測定した。pHとECの測定にはpH/EC/TDS計（ハンナインスツルメンツ株式会社）、Na⁺濃度の測定にはコンパクトナトリウムイオンメーターLAQUAtwin（株式会社堀場製作所）をそれぞれ使用した。採取後乾燥させた土を10g計量し、超純水25mlを加え、30分振とう後、pHを測定した。測定後、追加で25mlの超純水を入れ30分振とう



図2. 浅植え株の根元（根頭部から根茎が出ない）

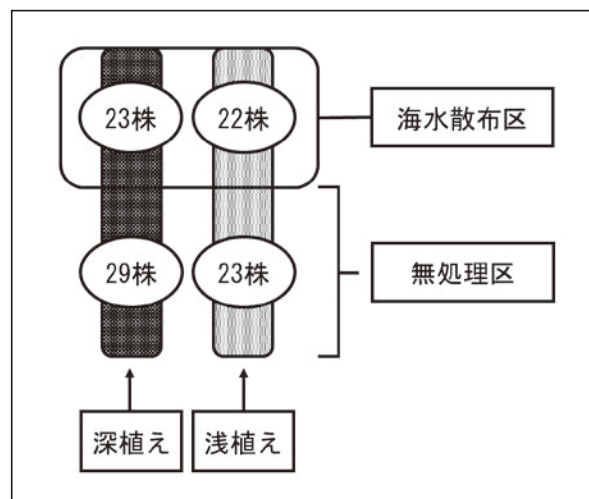


図3. 実験圃場株。一列植え，株間40cm，畝間80cm。

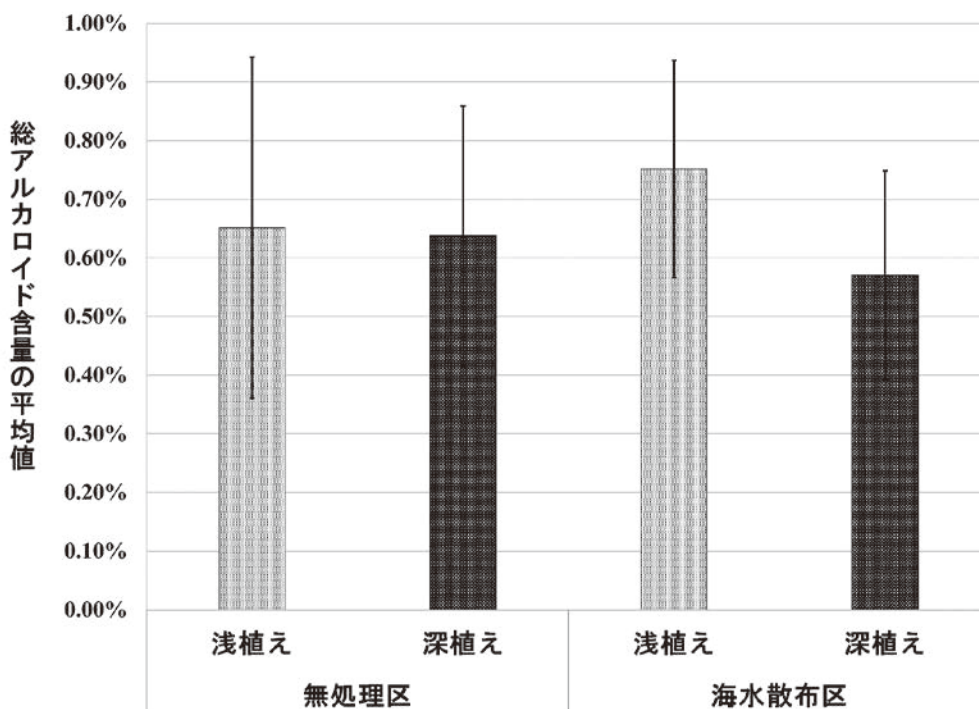


図4. 定植方法の相違及び海水散布の有無による栽培 *Ephedra sinica* の総アルカロイド含量

させ、市販の標準液を用いて校正したのち EC を測定した。Na⁺濃度測定に際しては、土を 5 g 計量し、抽出液として調整した 1 mol/L の酢酸アンモニウム液 100 ml を注ぎ、1 時間振とうさせ、その後ろ紙でろ過し、ろ液をコンパクトナトリウムイオンメーターを用い、調整した 150 ppm と 2000 ppm の標準液で 2 点校正したのちに測定した。

実験結果 1 (総アルカロイド含量) 図4 : 総アルカロイド含量の平均値 ± 標準偏差は、無処理区浅植え株が 0.65 ± 0.29 %、無処理区深植え株が 0.64 ± 0.22 %、海水散布区浅植え株が 0.75 ± 0.19 %、海水散布区深植え株が 0.57 ± 0.18 % であった。t 検定の結果、無処理区株と海水散布区株の間に有意差は認められなかった ($p > 0.05$) が、海水散布区の浅植え株と深植え株の間に有意差が認められ、浅植え株の方が高かった ($p < 0.05$)。また、無処理区の浅植え株と深植え株の間には有意差は認められなかったが、平均値は浅植え株の方がわずかに高い値となった。

実験結果 2 (海水による雑草抑制効果) : 採取した雑草の乾燥重量は海水散布区で 1.24 kg / 11.4 m²、無処理区で 4.09 kg / 15.4 m² であり、単位面積当たりの重量は、それぞれ 0.109 kg / m²、0.266 kg / m² であり、海水散布区の雑草重量は無処理区の 1/2 以下であった。また、採取した雑草のうち、特に多く確認されたのはヒメムカシヨモギ、コセンダングサ、チチコクサモドキ、ノゲシ (以上キク科)、メヒシバ (イネ科)、スギナ (シダ植物) などで、その他カヤツリグサ (カヤツリグサ科)、コニシキソウ (トウダイグサ科)、ツユクサ (ツユクサ科)、ヤブカラシ (ブドウ科) などで、無処理区、海水散布区関係なく確認された。一方、セイタカアワダチソウ (キク科)、エノコログサ (イネ科)、クズ (マメ科)、オッタチカタバミ (カタバミ科) は無処理区では数多く生育が確認されたが、海水散布区においてはその数は極端に少なかった。

実験結果 3 (海水による土壌汚染検査) 表 2 : 海水散布実験終了後に pH, EC 及び Na⁺濃度につ

表 2. 海水散布による表層土壌と地下 30 cm 土壌の pH, EC 及び Na⁺濃度の変化. それぞれ 4 地点で測定した平均値 (± 標準偏差)

		pH	EC (mS/cm)	Na ⁺ (ppm)
海水散布区	表層土壌	7.2 (±0.11)	0.05 (±0.01)	45 (±3.3)
	地下30cm土壌	7.3 (±0.13)	0.07 (±0.01)	48 (±4.7)
無処理区	表層土壌	6.5 (±0.12)	0.03 (±0.00)	13 (±0.50)
	地下30cm土壌	6.9 (±0.13)	0.02 (±0.00)	12 (±0.00)

いて土壌分析を行った結果を表 2 に示す. その結果, 無処理区と海水散布区の間に差が見られ, 特に Na⁺濃度においては海水散布区の土壌から無処理区の 3 ~ 4 倍の濃度が検出された.

考 察

1. *E. sinica* は地下に根茎を引いて子株を作って繁殖する性質が日局収載の他の 2 種に比して強い傾向がある. 伸ばす根茎の長さ, 本数 (密度) などの性質は株により多様で, 多くの子株を作る株では子株が増えて大きくなると親株は順次枯死するが (図 5-1 ~ 3), 掘り起こすと枯死した親株と子株はつながっている (図 5-3). 中国の栽培地では定植時は株間 40 cm 程度で植え付けるが, 数年すると子株が増えて株間を埋めつくして親株との区別が困難になり, 圃場一面にマオウ株が生育するような状態になる (図 6). 今回, 株ごとに大型ポットで栽培し, 親株とその子株について総アルカロイド含量の比較を行った結果, 両者の間に有意差は認められなかった. 親株とその子株は遺伝的に相同 (クローン) であり, 同様の性質を有していると考えられ, 実際エフェドリンとプソイドエフェドリンの含有比に大きな差は認められなかったが, 総アルカロイド含量は親株と個々の子株の間でかなりの相違があった. この現象は子株の年数をはじめとする成長程度に影響を受けているものと考えられるが, 本研究では明らかにできなかった. なお, 子株の親株からの距

離と総アルカロイド含量の間には相関は認められなかった. 以上の結果から, 子株も親株と同様に麻黄として収穫可能であることが明らかになった.

2. *E. sinica* の実生苗を定植する際に, 根頭部を地上部に出して植え付ける (浅植え株) と根茎を出さないが, 根頭部を地下に埋めるように植え付ける (深植え株) と地下に根茎を伸ばして子株を作る. 子株を作ることで株全体の栄養学的な条件が変化することが予測される. そこで今回, 浅植え株と深植え株について親株のアルカロイド含量を検討した結果, 有意差は認められなかったが, 平均値では浅植え株の方がやや高くなった. なお, 子株を作らない浅植え株では株が一本立ちするため株管理が容易であり, 子株に傷付けることを気にせずに周囲の除草が容易になるなど, 作業効率が向上した. 一方, 深植え株では周囲に子株を作るため株あたりの地上部収量が増え, また子株を利用してクローン株の増殖ができるという利点がある. なお, 浅植えを行う場合はペーパーポットのまま定植するなど, 株が安定し, 倒伏しないための工夫が必要である. また, 実生苗では浅植えが可能であるが, 株分け苗や挿し木で育成した苗ではできない.

3. 圃場栽培株における海水散布によるアルカロイド含量への影響を検討した結果, 海水散布株と無処理株との間に有意差は認められなかった. 一方, 海水散布区では, 浅植え区におけるアルカ

ロイド含量が深植え区よりも有意に高かった。その原因は不明であるが、海水による雑草抑制効果により土壤栄養の利用が有利になったことが考えられる。なお、実際の圃場栽培では多くの場合深植え状態になっているため、実栽培に応用できるかどうかについては更なる検討が必要である。

4. 海水散布による雑草抑制効果に関して、散布区の雑草の単位面積当たりの乾燥重量は非散布区の1/2以下となり、明らかな抑制効果が認められた。雑草の広がりについては目視的に大きな差は認められなかったが、海水散布によりエノコログサやオッタチカタバミなど実験圃場において占有率の高い雑草の生育を抑えることができた。また、今回は畝にのみ人工海水を灌水したが、畝間においても無処理区と比較すると雑草の減少が確認された。実験後の土壤分析により、地下30

cmの土壤の Na^+ 濃度について表層土壤と同程度あるいはそれ以上の濃度が検出されたことから、畝間にも人工海水が浸透して効果を示したことが考えられる。塩類土壤の分類の指標として $\text{EC} \geq 4 \text{ mS/cm}$ と定められているが、今回海水散布区のECの平均値は表層土壤で 0.05 mS/cm 、地下30cm土壤でも 0.07 mS/cm であったため、今回の海水散布による土壤への影響は小さいと判断できる。 Na^+ 濃度(45~48ppm)に関しては、海水散布区で雑草が大幅に減少したことから、耐塩性がある*E. sinica*の生育には影響しないが、雑草の生育を阻害する濃度であったと考えられる。以上、マオウ圃場における海水散布は収穫物の総アルカロイド含量の増加には寄与しないが、除草作業の軽減につながることを示唆された。



図 5-1. 周囲に子株を作って枯れた親株（中央部）。

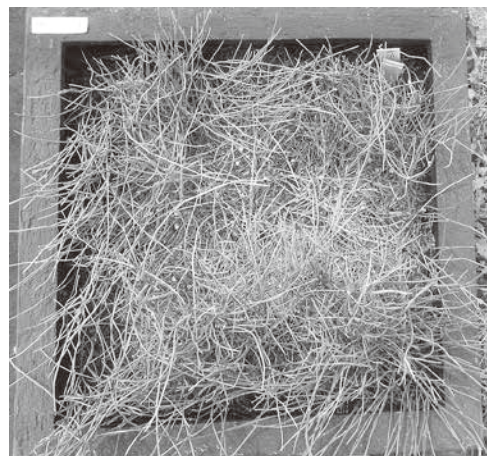


図 5-2. プランター内で多数の子株を作り、中央部の親株は枯れている。

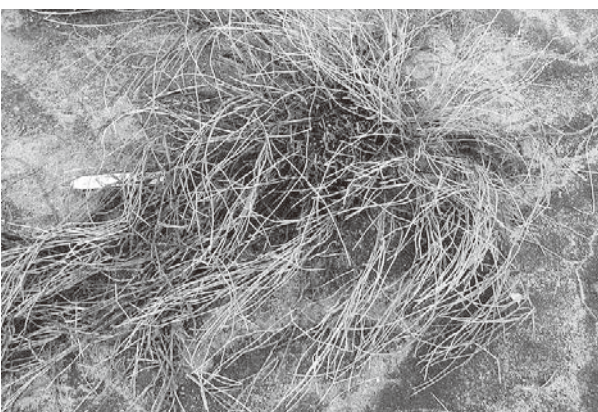


図 5-3. 中心部が枯れた親株（右上の株の中央部）と多数の地下茎の先に生じた子株。



図 6. 中国内モンゴルの麻黄栽培圃場。地下茎で子株が増える結果、隙間なく密生する。

謝 辞

本研究は主として国立研究開発法人日本医療研究開発機構 (AMED) の委託研究開発経費 (平成30~令和元年度) により実施された。

引用文献

- 1) 前報 : S.-L. Ni, H. Inoue, H. Hirose, H. Kikuno, M. Yamazaki and M. Mikage : Studies of Cultivation of *Ephedra* Plants (part 17) Investigation of Suitable Cultivation Location in Japan, *The Japanese Journal of Medicinal Resources*, **43** (1), 1-9 (2021).
- 2) 野村行宏, 佐々木陽平, 三宅克典, 御影雅幸 : マオウ属植物の栽培研究 (第 3 報) シナマオウの株分け及び木質茎の挿し木による種苗生産の検討, *薬用植物研究*, **35** (2), 10-15 (2013). 御影雅幸, 井上穂香, 野村行宏, 倪斯然 : マオウ属植物の栽培研究 (第 14 報) *Ephedra sinica* Stapf の株分け法に関する検討, *薬用植物研究*, **41** (2), 28-35 (2019).
- 3) 野村行宏, 佐々木陽平, 三宅克典, 御影雅幸 : マオウ属植物の栽培研究 (第 4 報) 草質茎の挿し木法の検討 (1), *薬用植物研究*, **37** (1), 1-7 (2015). 倪斯然, 佐々木陽平, 野村行宏, 月元洋輔, 金田あい, 安藤広和, 三宅克典, 御影雅幸 : マオウ属植物の栽培研究 (第 5 報) 草質茎の挿し木法の検討 (2), *薬用植物研究*, **37** (2), 1-8 (2015). 倪斯然・工藤喜福・御影雅幸 : マオウ属植物の栽培研究 (第 10 報) 草質茎の挿し木法の検討 (3) 挿し穂の前処理が発根に及ぼす影響, *薬用植物研究*, **39** (1), 13-21 (2017). 倪斯然, 工藤喜福, 安藤広和, 佐々木陽平, 御影雅幸 : マオウ属植物の栽培研究 (第 12 報) 草質茎の挿し木法の検討 (4) 挿し木の適期に関する研究, *薬用植物研究*, **40** (1), 22-28 (2018).
- 4) 倪斯然, 井上穂香, 加藤由華, 金田あい, 野村行宏, 安藤広和, 佐々木陽平, 御影雅幸 : マオウ属植物の栽培研究 (第 15 報) *Ephedra sinica* Stapf 種子の発芽に関する新知見, *薬用植物研究*, **42** (2), 22-29 (2020).
- 5) 倪斯然, 佐々木陽平, 三宅克典, 蔡少青, 御影雅幸 : マオウ属植物の栽培研究 (第 6 報) 中国内蒙古自治区のマオウ栽培地における現地調査報告, *薬用植物研究*, **37** (2), 9-17 (2015). 倪斯然, 安藤広和, 金田あい, 工藤喜福, 落合真梨絵, 蔡少青, 御影雅幸 : マオウ属植物の栽培研究 (第 12 報) 中国内蒙古自治区の大規模マオウ栽培地における現地調査報告 (2), *薬用植物研究*, **40** (1), 29-37 (2018).
- 6) 安藤広和, 倪斯然, 佐々木陽平, 御影雅幸 : マオウ属植物の栽培研究 (第 7 報) 圃場栽培株の総アルカロイド含量の経年変化と日局麻黄の生産, *薬用植物研究*, **38** (1), 20-27 (2016).
- 7) M. Mikage, Y. Nomura, C. Mouri, N. Fushimi, T. Ide and S.-Q. Cai : Salt Tolerance of *Ephedra sinica* Stapf in the Germination Period, *The Japanese Journal of Medicinal Resources*, **34**(2), 1-6 (2012). 大富規弘, 野村行宏, 井出達也, 大野剛史, 毛利千香, 御影雅幸 : マオウ属植物の栽培研究 (第 2 報) 海水がシナマオウの生長およびアルカロイド含量に及ぼす影響, *薬用植物研究*, **35** (1), 1-8 (2013).

中国におけるサフランの栽培・生産状況

A report on the Cultivation and Processing of Saffron in China

渥美 聡孝^{1)*}・横川 貴美¹⁾・福田 浩三²⁾・大塚 功¹⁾

¹⁾九州保健福祉大学薬学部薬学科生薬学講座

〒882-8508 宮崎県延岡市吉野町1714-1

²⁾福田商店

〒633-0054 奈良県桜井市安部477

Toshiyuki Atsumi^{1)*}, Takami Yokogawa¹⁾, Kozo Fukuda²⁾, Isao Ohtsuka¹⁾

¹⁾Laboratory of Pharmacognosy, School of Pharmaceutical Sciences, Kyushu University of Health and Welfare, 1714-1 Yoshino-machi, Nobeoka, Miyazaki 8828508, Japan

²⁾Fukuda Shoten, 477 Abe, Sakurai, Nara 6330054, Japan

(受付日 2022 年 5 月 20 日 / 受理日 2022 年 5 月 27 日)

要 旨

浙江省建徳市三都鎮におけるサフラン栽培地を訪問見学したので報告する。中国では 1970 年代からサフランの栽培・生産され、今回訪問した三都鎮では 1960 年代に球茎をドイツ・日本などから輸入し、生産を開始したことが聞き取り調査から明らかとなった。また、栽培方法はイランやスペインに見られる露地栽培ではなく、日本で一般的な竹田式サフラン栽培法に基づいていた。生産方法として、一件の会社が 1 年間で 20~30 kg の乾燥サフランを生産する集約型と、生産者各々が自分でできる範囲を栽培・収穫し、生の状態で近くの取引所に持参する個別型の 2 種類で行われていた。集約型・個別型ともに日中は柱頭を摘み、重量を測定後、夕方から夜にかけて乾燥作業が行われる。品質面ではサフランの性状を重視しており、プレスして真っ直ぐに整形することで高く取引される。中国の生産者から購入したサフランと宮崎県延岡産サフランの品質を第 18 改正日本薬局方（成分含量）に従って評価した結果、延岡産サフランに比べて中国産サフランは成分含量が低いことが明らかとなった。成分含量の低さは①本地域では摘み取ったサフランを夕方から夜にまとめて乾燥させるため、生乾きの状態が長く継続すること、②乾燥時にホットプレート上で乾燥させるため、蒸れてしまうことが原因でクロシンが分解していることが考えられた。これには作業者や生産者の収穫量と金額決定という生産方法のシステム化と品質面で性状を重視することが背景にあることが明らかとなった。

Keywords

中国, サフラン栽培, 品質評価

緒言

サフランは日本薬局方初版から記載され、第18改正日本薬局方(JP18)ではサフラン *Crocus sativus* L. の柱頭であると記載されている¹⁾。主に婦人病の改善、鎮静、健胃²⁾を目的に利用されるほか、香辛料としても用いられる。日本市場には日本産のほか、スペイン産、イラン産、中国産が流通しているが、日本産や中国産サフランが流通するのは僅かな量であり、残りの大部分はイランやスペインから輸入される^{3,4)}。本邦におけるサフラン栽培は19世紀から開始され、現在の主要な生産地である大分県竹田市では、1903年から栽培が始まっている⁵⁾。ピーク時には約500kgの生産量があったとされるが、現在では生産者の高齢化によって産地の消滅が危ぶまれており、2021年の見込み生産量は約15kg⁶⁾とここ数年で生産量が急激に減少している⁷⁾。一方で中国では文献的には1970年代から栽培がスタートし、浙江省建徳市では年間約1トンが生産されているとの報告がある⁷⁾。

筆者らは中国産の大規模な生産方法から、中国方式の特徴を把握することを目的として浙江省建徳市の栽培地を見学し、現地サフランの品質調査を行ったので報告する。

方法

聞き取り調査

2017年9月14日、2018年11月10日、2019年11月4日に浙江省建徳市三都鎮にある2件のサフラン生産会社を訪問し、聞き取り調査を行った。また、2018年にこれらの会社のサフランを購入し、品質評価試験に供した。

品質評価

JP18成分含量¹⁾の項目に従って試験を行った。中国産との比較のため、日本産サフランとして延岡産サフラン(2018年産)および日本市場流通品としてスパイス原料として販売されているサフラン(2019年購入)を使用した。

有意差の検定は統計解析ソフト JMP (version 13.1, SAS Institute Inc.) により、多群に対し Tukey-

Kramer の HSD 検定を用い、 $p < 0.05$ を示すものを統計的に有意と判定した。

結果・考察

中国浙江省建徳市のサフラン概要

浙江省建徳市は千島湖の東側に位置し、市の中央を新安江と蘭江が流れる。この二つの川は建徳市の中心部で交わって富春江となり、杭州市を通過して東シナ海に注ぐ。サフランはちょうど、新安江と蘭江の交わる付近で栽培されている。この地域はミカンの産地としても有名である。

調査地：浙江恒发藏红花有限公司、建徳市三都新和西红柿专业合作社(集約型兼個別型生産者にとっての卸売業者)

会長の王根法氏および担当者の王強氏に聞き取り調査を行った。この会社でサフランの栽培・生産を開始したのは1961年で、サフランの球茎は元々ドイツや日本などから輸入したものを増殖して使用している。現在では会社内でも栽培・収穫を行う傍ら、専ら地域の生産者が生産した生のサフランを買い上げ、乾燥と選別、卸を行っている。三都鎮(写真1)では2,000人が計約2,800亩(約190ha)の面積で栽培を行っており、中国政府も三都鎮に対し、サフランによるまちづくりの支援をしている。栽培方法は大分県竹田市に訪問して習得したため、春から秋は稲作を行い冬の時期にサフランを定植する竹田式サフラン生産法をベースに栽培を行っている。春の球茎収穫～開花までの間に球茎を並べる棚についても、竹田市で使用している養蚕用の棚に似た杉の板(写真2 110cm×70cm, 約350～400球が入る)に球茎を整列させていた。棚と棚の間の上下幅は34cm。竹田市と建徳市の気候条件を調べると^{8,9)}、建徳市の方がやや乾燥気味で年間気温は約4°C高い(表1)。生産者からは栽培地である三都鎮は建徳市内よりもやや寒いこと、葉を展開している時期に降雪はなく気温は0～5°Cと聞いていたので、栽培地は大分県竹田市と同等かやや温かい気候であることが推察された。収穫量の良い生産者はサフラン(柱頭・乾燥)を1kg/亩で収穫する。球茎も中球

表 1. 浙江省建徳市と大分県竹田市の降水量および平均気温（2017 年～2019 年）
表下の年の行では年間平均気温および年間降水量を示している。

月	浙江省建徳市		竹田市	
	平均気温(°C)	降水量(mm)	平均気温(°C)	降水量(mm)
1月	6.1	126.6	3.9	37.0
2月	7.0	113.7	4.7	61.3
3月	12.6	136.3	8.6	118.0
4月	18.9	122.8	14.4	101.5
5月	23.1	133.6	18.5	148.2
6月	25.2	281.4	21.1	236.2
7月	30.4	177.4	25.8	382.5
8月	30.0	267.6	26.1	178.2
9月	25.4	191.3	22.1	362.3
10月	19.5	62.9	16.9	224.8
11月	14.4	112.0	10.4	44.2
12月	8.2	108.0	5.8	48.5
年	18.5	1833.4	14.9	1942.7



写真 1. 三都鎮の入り口にあるモニュメント



写真 2. サフラン球茎を並べる杉棚（2017 年 9 月 14 日）

(25 g 前後)～大球 (30 g 前後) が 80～100 元 /kg で販売できるため、サフラン農家の収入は優秀な営農家で 50,000～60,000 元 / 亩 (75,000～90,000 元 / 10a) になる。生産者の年代は 50～60 代が多く、球茎の定植～収穫～柱頭摘みは全て手作業で行っている。中国国内では健康ブームによってサフランの需要が高く、特にここ数年は需要が増えている（2017 年時点）。

収穫及び乾燥方法：見学した会社では自らの工房で開花したサフランを収穫するほか、各々の生産者が毎日収穫した生のサフランを持ってくるので集荷・乾燥・選別する役割も果たす。本項目では、特に後者の役割について記載する。三都鎮ではサフランは例年 9 月に花芽が伸長して 10 月末から 11 月上旬に開花する。花芽の伸長と開花時期は大分県竹田市と同様である⁵⁾。生産者が会社に生のサフランを持ち込むと、まず生産者の ID カードをスキャンして取引を開始する。社員は持ち込ま



写真3. 生産者が収穫した生のサフランを持ち込む



写真4. 生産者が持ち込んだ生のサフランの重量を測定する

れたサフランを無作為に採取・10g を秤量し、その場ですぐに乾燥して乾燥重量を決定する。見た目で判断された等級とともに、生産者が持ち込んだサフランの重量と乾燥重量、これまでに持ち込んだサフランの合計量が記録される（写真3～6）。このとき、等級に納得ができなければ、生産者は別の買取業者を選ぶことも可能である。残りの生のサフランは夕方から夜にかけて集中的に乾燥させるため、約半日は生の状態で保管される。特徴的な乾燥方法として、ホットプレートを用いる（写真5）。ホットプレートにサフランが重ならないようばら撒いた後、ホットプレートを 80°C、20 分間の設定で加熱を開始する。2～3 分後に不織布を被せて上から軽く押さえ、柱頭を伸ばす。温度は5分後に 80°C に達し、70～80°C で15分間加熱して乾燥させる。この乾燥方法は不織布で被覆するため、サフランは一時的に高温で蒸れた状態となり、サフランの主要成分である *crocin* が分解するなど品質低下が危惧された。この点を指摘したところ、王会長からはホットプレートを用いた方法は、柱頭が綺麗に伸びた状態で乾燥する（写真7）ため見た目が良く、高額になると説明された。また、サフランの品質に影響を与える因子として、王会長らは乾燥過程よりも栽培過程の影響が大きいと考えており、より高品質なサフランを生産するために栽培方法を工夫していきたいと話していた。



写真5. 持ち込まれたサフランの10gを乾燥させる

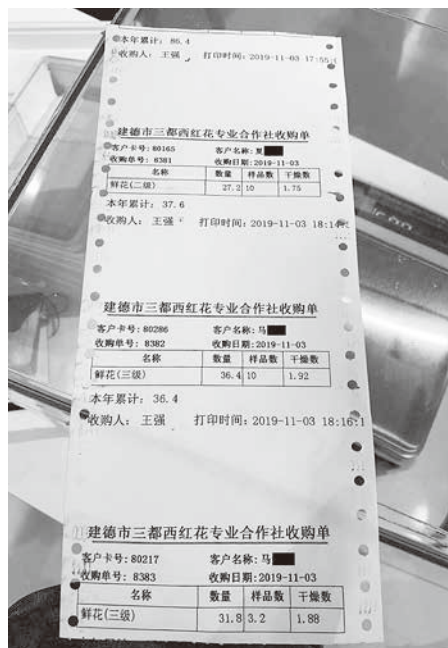


写真6. 等級、持ち込んだサフランの重量、乾燥後の重量、これまでに持ち込まれたサフランの合計量が記録される。

球茎の定植準備: 11月中旬には球茎の定植を行う。定植前には、鱗皮を全て剥いでしまう(写真8)が、これは王氏らが、鱗皮を剥ぐことで球茎の腐敗を防ぐことにつながると考えているためである。鱗皮を剥ぐことで腐敗病を見つけることができるという文献もある¹⁰⁾が、現在もサフランを生産している大分県竹田市や宮崎県延岡市におけるサフラン栽培では鱗皮をそのままつけた状態で定植することが多く、剥皮することは少ない。球茎からは複数の花芽が出ているので、2本を残して刈り取る。刈り取った花芽は油炒めにして食べることもある。稀に球茎から太い花芽が出ずに、細い花芽ばかりが出ることがある。また、太い花芽が伸びても開花せず、そのまま花が腐ってしまうことがあるが、その様な問題のある球茎を彼らは「病気」と表現し、販売用の球茎に回される。病気の球茎の販売金額は鱗皮がある状態で60元/kgである。

球茎の定植: 株間: 20 cm, 条間: 10 cm, 畝幅: 100 cm, 8条植え, 畝間: 30 cm, 畝高: 20 cm, 球茎の定植深度: 10 cm。球茎は500 kg/亩(750 kg/10a)で定植する(写真9)。球茎を噁霉灵(hymexazol 2.5%)と甲霜灵(metalaxyl 0.5%)の合剤で殺菌してから定植する。毎年一部の球茎が腐敗するので(菌が未同定)、三都鎮では球茎腐敗の原因と対策が求められている。

基肥には牛ふん堆肥と鶏ふん堆肥を使用し、定植後にN:P:K=15:15:15の化成肥料を上からばらまく。肥料はこの一回だけで、追肥等を行っていない。定植後には冬の間の保温・保湿効果を期待して稲わらを5~10 cmの厚さで敷く(写真10)。4月末~5月に葉が枯れるため、球茎の収穫は5月に行い、竹田式サフラン栽培法と同様に球茎を乾燥後、葉を鋏で切り落として棚に整列させる。

貴州省でのサフラン栽培: 2018年から貴州省にて、100 亩(6.67 ha)の面積でサフラン栽培・生産を行っている。貴州省の耕作人は手間がかかる作物の栽培に慣れていないため、比較的手間を要するサフラン栽培はうまく行っていない。2019年現在、王根法氏が貴州省に出向いてサフラン生産の指導を



写真7. 柱頭が伸びた状態で乾燥したサフラン。右側のサフランは、一級品質のもの



写真8. 植え付け前に鱗皮を全て剥がれた球茎



写真9. 定植の様子と定植時に使用する片手鋤



写真10. サフランの間に稲わらを敷く

行っている。なお、貴州省ではサフラン栽培拠点で、200人以上の地元農家が従事していると伝えられている¹⁴⁾。

調査地：建徳市和益农业发展有限公司（集約型）

社長の方建林氏に聞き取り調査を行った。集約型でサフラン生産を行っている。竹田式サフラン栽培法をベースに栽培が行われており、棚上げで花と柱頭を収穫する。サフラン球茎の正確な保有数は不明であるが、一つの棚におおよそ15×20の球茎が並び、開花室一室あたり約500棚が並ぶ。開花室は3部屋あるため、約45万球を本開花施設で保有していることになる。2017年調査時では一年に30~40kgの乾燥サフランを生産していた。2019年調査時には生産量は20kg/年に減少したが、サフランの需要に合わせて生産量を調整したためであった。

開花期（11月）には開花室1部屋あたり6名で摘花を行い、集めた花に対し、27名で柱頭を摘む。人数は開花状況に合わせて変動することもある。中国でも日本と同様、花粉のついたサフランは品質が劣るため、開花し切る前に摘花を行う（写真11）。サフランには網が被せられており、摘花の際に球茎が動いて作業効率が下がらないように工夫がなされていた（写真12）。目安となる給料は200元/日、残業代は10元/1時間で、基本的にはサフランの収穫量によって給料が決定する。すなわち、摘み取った柱頭は生の状態でその日の作業が終わるまで作業者が器に貯めておき（写真13）、摘み取った重量を測定して給料が決定される。ベルトコンベアと温風乾燥による連続乾燥機（写真14）を導入しており、100℃の熱風を当て、15分で乾燥させる。なお、調査日前日の2019年11月4日には、生重で約3kgが収穫され、約600gの乾燥サフランが得られたとのことだった。

球茎育成時の3~4月に雑草に困っており、方氏からはその対策について相談があった。

政府からの補助：中国政府の補助（3割）によってWi-Fiを活用した管理システムを導入しており、開花室内の気温・湿度、水撒き、換気のための



写真 11. 開花室で花を摘む



写真 12. 花を摘む時に球茎が動かないようにするための網



写真 13. 大人数で一斉に柱頭を摘んでいく。摘んだ柱頭は器にとっておき、作業終了の際に重量測定が行われて給料が決定する。



写真 14. ベルトコンベア式の連続乾燥機

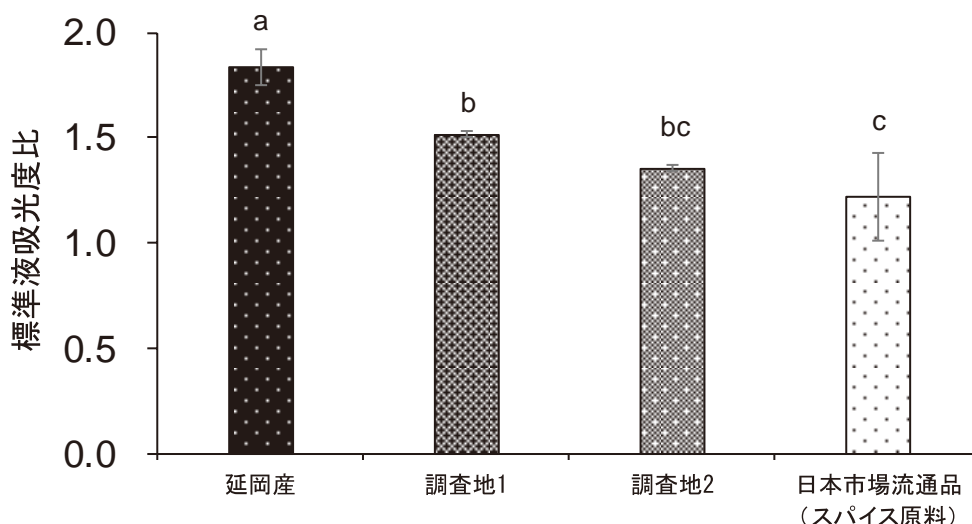


図1. JP18 サフラン(成分含量)による延岡産,日本市場流通品と調査地ごとのサフランの品質評価結果. 縦軸はカルバゾクロムスルホン酸標準液との吸光度比の値を示す. カラムは $n=3$ の平均値で, カラム上部のバーは標準偏差を示す. 英小文字 (a, b, c) はそれぞれの文字間において $p<0.05$ で有意な差があることを示す (Tukey-Kramer の HSD 検定)

シャッターの開け閉め, 防犯カメラはスマートフォンを用いた遠隔操作にてチェックとコントロールが可能になっている. 開花室が3部屋あるのは, 将来的に気温や湿度をコントロールすることで, 開花を分散化させるためである.

品質評価

サフランの品質評価結果を図1に示す. その結果, カルバゾクロムスルホン酸ナトリウムによる標準液との吸光度比は宮崎県延岡市で生産したサフラン(延岡産サフラン)が 1.89 ± 0.08 , 中国蒐集品が 1.52 ± 0.02 , 1.36 ± 0.02 であり, 延岡産サフランに対して有意に低い値を示し, 色素成分である crocin およびその類似物質が分解している可能性がある. この原因として延岡産サフランが収穫後すぐに温風乾燥させているのに対し, 三都鎮では作業者の給与や持ち込まれたサフランの価格決定のため, 収穫後すぐに乾燥できないことが考えられた. サフランの乾燥と品質について, サフランの栽培について書かれた資料には「柱頭の乾燥は採取後すぐに温風乾燥する¹²⁾」「大量に摘花し, 収ずいせぬまま長時間放置したり, ことに多量たい積のままとし発酵させるようなことのないように注意する¹³⁾」と書かれており, 蒸れた状態

は品質や成分含量の低下につながると考えられる. また, 形状を美しくするホットプレート乾燥においても, 乾燥途中で不織布を敷くために通気が悪く蒸れた状態となり, 品質低下を招く原因になり得ると推察した.

結語

以上の調査から, 中国では大規模なサフラン生産が行われており, その生産方法は集約型・個別型のいずれもが合理化されていることを明らかにした.

集約型では何万球ものサフラン球茎を一度に取り扱い, 多くの人手で収穫し, ホットプレートやベルトコンベア式の乾燥機を用いて短時間で乾燥させていた. これらの大規模生産によって得られる乾燥サフランは建徳市三都新和西红花专业合作社の場合 $20 \sim 30$ kg/年であり, 一件の集約型生産者が日本の生産量とほぼ同量のサフランを生産していることになる. こうした集約型企業では中国政府の補助によって Wi-Fi を導入し, サフラン開花時の管理に活用していることが特徴的であった.

個別型では生産者各々が収穫したサフランを, 生産者の目の前で等級判別・重量測定を行って買取金額を決定していることから, 金額決定のプロ

セスが透明化されているのが特徴的であった。

一方で、図 1 で示したように、品質について JP18 サフラン（成分含量）に基づいて検討した結果、延岡産サフランよりも低い吸光度（成分含量）を示した。その原因として、集約型では給与計算、個別型では買取金額決定のため 1 日の収穫が終了するまで乾燥できないことやホットプレート乾燥により、分解などで成分含量が低下していることが考えられた。また、王氏の会社では品質評価の一つとして乾燥した雌しべの性状を重視するなど、品質への考え方が異なることも、その原因の一つであると考えられた。

謝 辞

今回聞き取り調査に協力頂き、発表にも快諾頂いた王氏、方氏に深謝します。本調査は延岡市からの定住自立圏フィールド調査事業（2017～2019 年度）の助成金によって実施された。

参考文献

- 1) 厚生労働省編，第十八改正日本薬局方，医薬品各条生薬，p1947（サフラン）
(<https://www.mhlw.go.jp/content/11120000/000788459.pdf>) , 2021 (accessed 19 May, 2022)
- 2) 矢作忠弘，石内勘一郎，渥美聡孝ほか．歴代教科書・解説書に見られる生薬の効能に関する記載のデータベース化（1），生薬学雑誌，**71**（1），1-19（2017）
- 3) 山本豊，笠原良二，平雅代ほか．日本における原料生薬の使用量に関する調査報告（2），生薬学雑誌，**75**(2)，89-105（2021）
- 4) 高浦（島田）佳代子，高橋京子，渡部親雄．文献資料と現地調査によるサフラン栽培法の変遷検証：竹田式栽培法の特質．薬史学雑誌，**54**（1），31-38（2019）
- 5) 渥美聡孝，長谷川暢大，和田哲哉ほか．大分県竹田市におけるサフラン栽培の調査報告．薬用植物研究，**37**(1)，13-21（2015）
- 6) 大分合同新聞，サフラン収穫大忙し 産地の竹田市，例年よりピーク 1 週間早く，2021 年 11 月 8 日，<https://www.oita-press.co.jp/101000000/2021/11/08/JIT202111080824>，(accessed on 18 May, 2022)
- 7) Yingpeng Tong, Xingyi Zhu, Yongqiu Yan, et al., The influence of different drying methods on constituents and antioxidant activity of Saffron from China, *Int J Anal Chem* (2015) Article ID 953164, 8 pages
- 8) 気象庁，過去の気象データ検索（大分県竹田）https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec_no=83&block_no=0806&year=&month=&day=&view=，(accessed on 19 May, 2022)
- 9) Meteostat, <https://meteostat.net/en/station/58457?t=2017-01-01/2019-12-31>，(accessed on 19 May, 2022)
- 10) 森武宗，薬用植物図鑑，神宮館，東京，pp 271-283. (1971)
- 11) 新華網日本語，サフラン栽培で貧困脱却 貴州省，2020 年 11 月 3 日，http://jp.xinhuanet.com/2020-11/03/c_139486626.htm（accessed on 19 May, 2022）
- 12) 厚生労働省薬務局，薬用植物 栽培と品質評価 Part 4. 薬事日報社，東京，pp 27-36. (1995)
- 13) 佐竹元吉，飯田修，川原信夫，新しい薬用植物栽培法—採取・生薬調製 第 2 版，廣川書店，東京，pp138-145. (2002)

大和芍薬産地再生プロジェクト：森野旧薬園からの挑戦

The rebirth project for the origin of Yamato-shakuyaku: the challenges from
Morino herbal garden.

高橋 京子^{ab*}・関 浩一^c・善利 佑記^b・高浦(島田)佳代子^d
川嶋 浩樹^e・矢野 孝喜^f・後藤 一寿^e

^a大阪大学総合学術博物館

〒560-0043 大阪府豊中市待兼山町1-13

^b森野旧薬園

〒633-2161 奈良県宇陀市大宇陀上新1880

^cつくば牡丹園

〒300-1248 茨城県つくば市若栗 500

^d近畿大学薬学部, 薬用資源学研究室

〒577-8502 大阪府東大阪市小若江3-4-1

^e農業・食品産業技術総合研究機構(農研機構)NARO開発戦略センター

〒105-0003 東京都港区西新橋二丁目14番1号 興和西新橋ビル

^f農業・食品産業技術総合研究機構西日本農業研究センター

〒765-8508 香川県善通寺市仙遊町1-3-1

Kyoko Takahashi^{ab*}, Hiroichi Seki^c, Yuki Zenri^b, Kayoko Shimada-Takaura^d

Hiroki Kawashima^e, Takayoshi Yano^f, Kazuhisa Goto^e

^a *The Museum of Osaka University 1-13, Machikaneyama-cho, Toyonaka, Osaka 560-0043, Japan*

^b *The Morino-kyuyakuen (Morino herb garden), 1880, Ohuda Jyoushin, Uda, Nara 633-2161, Japan*

^c *Peony Garden Tokyo in Tsukuba, 500 Wakaguri, Tsukuba, Ibaraki, 300-1248, Japan*

^d *Faculty of Pharmacy, Kindai University, 3-4-1 Kowakae Higashiosaka, Osaka, 577-8502, Japan*

^e *National Agriculture and Food Research Organization (NARO) NARO Development and Strategy Center, 2-14-1 Nishishinbashi, Minatoku, Tokyo, 105-0003, Japan*

^f *National Agriculture and Food Research Organization (NARO) Western Region Agricultural Research Center, 1-3-1 Sen-yucho, Zentsuji, Kagawa, 765-8508, Japan*

(受付日 2022 年 5 月 28 日 / 受理日 2022 年 6 月 8 日)

要 旨

大和(奈良県)は、徳川幕府直轄領で、地形や気候風土など環境要因に恵まれ、宇陀の篤農家・森野藤助賽郭(：賽郭 1690-1767 年)に始まる薬草栽培技術や種苗が、薬種商らと共に確立されてきた。本プロジェクトは、地域文化力を基盤に賽郭の薬草栽培の叡智が具現化できるブランド性を生み、大和芍薬のルーツとなるシャクヤク種苗と篤農技術を守り次世代に繋ぐことを目指し、現存する日本最古の私設薬園・森野旧

薬園（国史跡：旧薬園）内にシャクヤク用圃場を設営した。2020年8月から旧薬園北東部（50 m²）にて土作りを開始し、同年10月末に4タイプ（白・赤・桃単弁と梵天）計67株を定植した。これら定植品種は、農水委託プロジェクト研究「薬用作物の国内生産拡大に向けた技術の開発（2016-2020年度）」で大和芍薬のルーツとして明らかにした白花重弁の梵天や森野家文書に記された赤花単弁種を含む複数の系統種である。実践ツールの一助として、伝統知に根差した地域振興（ブランディング）と生産者の求める土壌整備・栽培技術に関する情報をまとめた動画マニュアルを製作した。

Keywords : 大和芍薬, 森野旧薬園, 篤農技術, 生薬国産化, 地域振興, ブランディング

Keywords : PAEONIAE RADIX, Yamato-shakuyaku, experienced agricultural techniques, domestic production of crude drugs, local advancement, branding

1. 緒言

芍薬（基原：シャクヤク *Paeonia lactiflora* Pallas の根）は漢方薬原料として需要の大きい生薬である。戦前は輸出品目だったが、現在、国内使用の98%を中国からの輸入に頼る。生薬自給率の向上が不可欠だが、経済性優先の輸入依存体質に加え、既存の国内栽培地の衰退による栽培技術や地域に適した種苗の消失などが栽培再開の障壁となっている。一方、大和（奈良県）は、徳川幕府直轄領で、地形や気候風土など環境要因に恵まれ、宇陀の篤農家・森野藤助賽郭（：賽郭 1690-1767年）に始まる薬草栽培技術や種苗が薬種商らと共に確立されてきた²⁾⁴⁾。著者らは、畿内古文書・記録・図譜の解析及び篤農・薬種専門家への現地調査から、大和芍薬として実地臨床で汎用されている白花重弁の梵天を含む複数の系統種を明らかにしてきた⁴⁾。その中に森野家文書に記された赤花単弁種も存在した。今回、実地医療と生産者ニーズがマッチングした伝統に基づく生産・利用モデルの実現に向け、2020年8月から旧薬園北東部（50 m²）にて土作りを開始し、同年10月末に4タイプ（白・赤・桃単弁と梵天）計67株を定植した。本プロジェクトは、地域文化力を基盤に賽郭の薬草栽培の叡智が具現化できるブランド性を生み、大和芍薬のルーツとなるシャクヤク種苗と篤農技術を守り次世代に繋ぐことを目指し、現存する日本最古の私

設薬園・森野旧薬園（国史跡：旧薬園）内にシャクヤク用圃場を設営した。

2. 対象および方法

2-1. 対象 : シャクヤクの伝統的知見に立脚した薬用適合品種選定は、先行する農水委託プロジェクト研究「薬用作物の国内生産拡大に向けた技術の開発（2016-2020年度）」成果^{4,5)}に基づく。対象株は、近現代の本草・農業関連文書（1633-2016年、計203件）を対象に悉皆調査した歴史検証と、栽培地や現市場流通調査に従い、実地臨床実績を優先した⁴⁾。なお、系統品種調査は、奈良県・福田商店、榑前忠、三重県・イトウグリーン、三重県農業研究所、榑本天海堂、榑ツムラ及び富山県薬用植物指導センター協力の下、主要品種の材料採取や外部形態記録、情報収集を行った。定植対象株は臨床実績を有する伝統的薬用種（梵天・和芍系・中国系品種、実生育種）で、薬用品種登録種でも臨床歴がない物は除外した。試験地での栽培種選定は主に臨床実績を有する市場品材料31検体（伝統的薬用種：梵天、和芍系・中国系品種、内モンゴル野生原種を含む）を対象とし、遺伝子型評価は、先行研究⁶⁾に準じ改変した簡易鑑別（PCR-RFLP法）を用い、遺伝子型タイプを確認している。実生株は、榑本天海堂と森野旧薬園間で種苗提供に関する覚書を締結している。

一方、史跡指定の文化財敷地内での土壌関連工事は、文化庁管轄で担当行政市町村文化財課への届出や承認が必要とされる。本プロジェクトは旧薬園の学術根拠に基づき、許可されている。試験圃場は旧薬園内北東部に位置する松山城址への遊歩道沿いの区画 (50 m²) である (図 1)。2020 年 8 月より土作りを開始し、同年 10 月末に 4 タイプ (白・赤・桃単弁と梵天) 計 67 株を定植した。

2-2. 記録動画制作：映像のクオリティと実用性を重視し、マニュアル動画は株式会社ビデオユニテ (大阪市北区豊崎 3-9-7 : WEB 関連の製作・企画・演出・TV 映像編集) に依頼した。記録動画制作は、ディレクター (1 名)、撮影クルー (2~3 名) が担当し、ディレクター関連 (打合せ / 演出 / 現地

ロケ)、撮影 (機材 / ドローン / ロケ車 / 移動など)、動画 (仮編集 / 本編集 / 選曲 / テロップ / 修正など) 作業から成る。現地撮影は 2020 年 7 月、9 月、10 月、2021 年 2 月、4 月、5 月に行い、マニュアル動画に必要な静止画写真選定やテロップ用学術的情報提供、画面デザインなどの詳細は WEB 上で検討した。

3. 結果および考察

3-1. 旧薬園の現況と対象圃場の設定：旧薬園²⁾⁴⁾は、奈良県の中山間地に位置し、宇陀市を南北に通る旧伊勢街道に面した旧葛工場の裏山に広がっている。数世紀にわたって森野家が支えてきた旧薬園は、江戸享保期に展開された幕府指導の「薬種国産化政策」の史跡である。戦後、園内は半栽培で

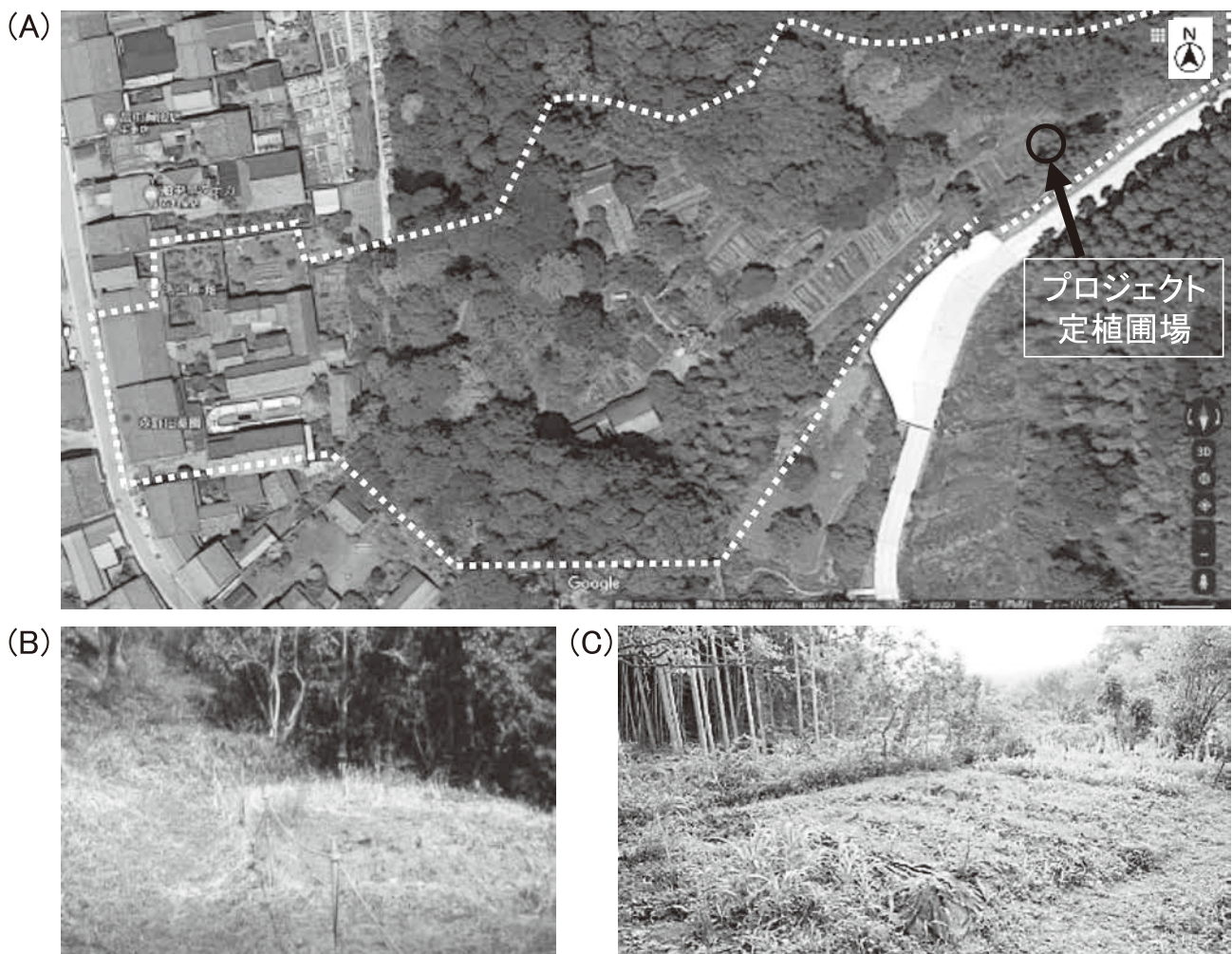


図 1. 森野旧薬園・大和芍薬産地再生プロジェクト 定植：圃場
(A) 森野旧薬園内プロジェクト用地, (B) 同地点 (2013 年 4 月時), (C) 同 (2020 年 6 月)

維持され、見本園的圃場が点在するが、ここに生息または栽培される薬草類は、現在、生薬の原料として販売使用されておらず、近世の遺品として、薬園の体裁を整えるべくかろうじて保護されてきた。著者らは、2010-2011年に実施した植物相調査で128科531種の維管束植物を確認している⁷⁾。現在、園内の日々の管理は近隣に住む高齢者夫婦に任されているが、独学で得た薬草栽培に従事してきた篤農家で、生薬基原など生薬学的見識に乏しい。トウスケボウフウやオタネニンジン栽培に努力しているが、継続的な成果は出ていない。

シャクヤクの栽培期間は、播種の場合が6~7年、割株では3~5年を要する^{8),9)}ため、連作障害を生じない土作りが必要である。本検討は土壌改良を重要ポイントに位置付け、簡易な農機具の搬入が比較的容易な遊歩道沿い北東部(50 m²)の一角を試験圃場に設定した(図1)。この区画は前述の園管理者担当区域外で、定期的な作付けは数年間

行われていない休耕地である〔図1-(B),(C)〕。

3-2. 土作り~地力向上と維持:土作りは農薬不使用で、基本的に雑草草生栽培とした。土作りは3つの作業(除草・耕耘・施肥)から成る^{8),10)}〔図2-(A),(B)〕。まず、除草作業により、スギナ・ササ類・ヤブガラシなどの地下茎で育つ植物を除去する。シャクヤクの生育を妨げる植物は除くが、相性の良いものは耕運機で粉碎してすき込み、肥料にする。次に、地力を向上させるために、100 m²当たり、米ぬか10~15 kg、カニ殻(米ぬかの1/4~1/2)、大豆カス(米ぬかの1/4~1/2)、貝化石(米ぬかの1/4~1/2)、酵素〔10 kg、(発酵革命:セルロースなどを分解)つくば牡丹園製〕を順番に散布する。黒糖蜜100倍液を30~50 L散布し、耕運機で耕耘して、約1か月放置する。酵素(発酵革命)はアミラーゼ、プロテアーゼ、セルラーゼを含む〔図2-(B)〕。この間に投入した資材や有機物を、酵素

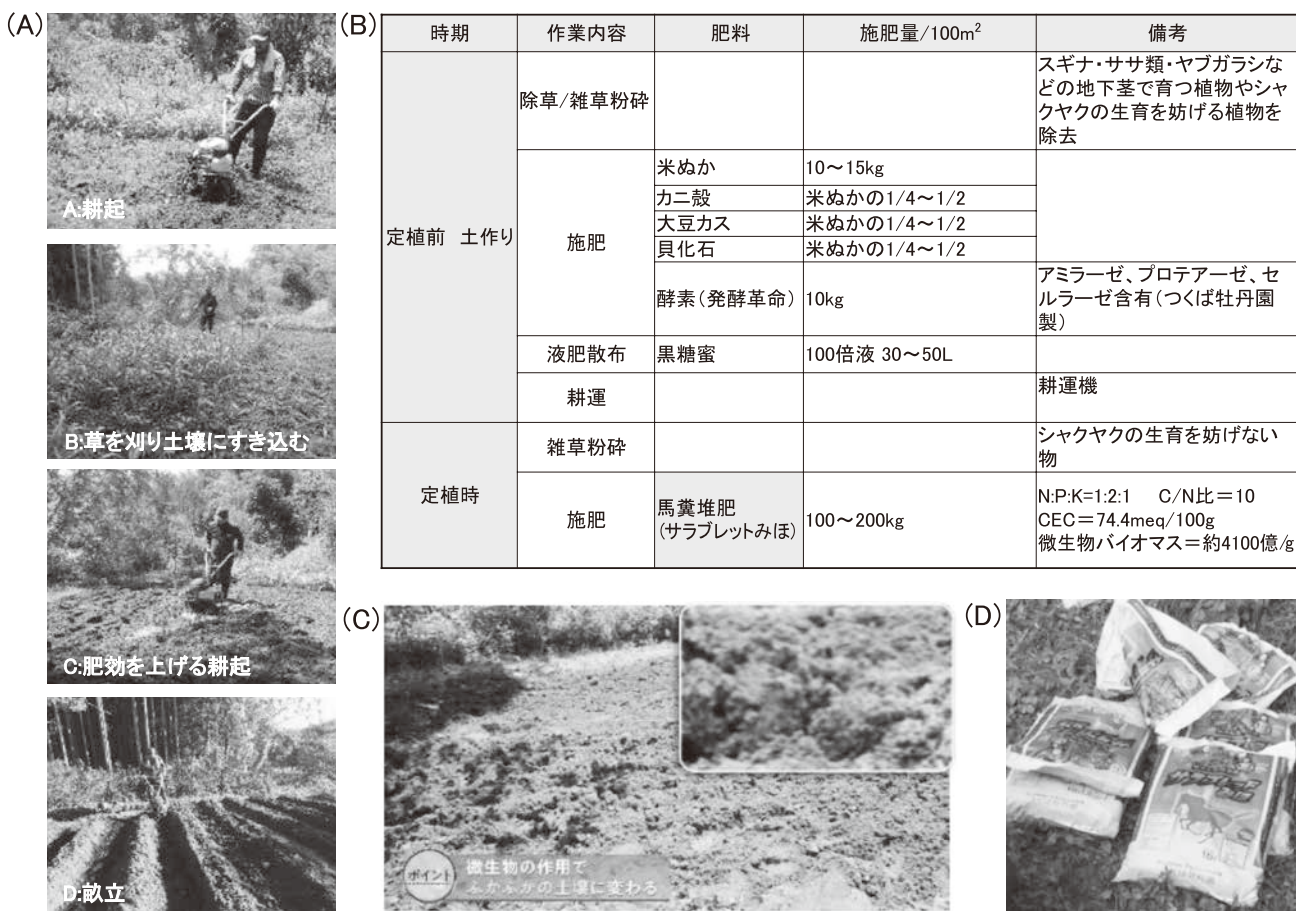


図2. 土作り~地力向上と維持 (A)作業状況, (B)土作り作業の概要, (C)地力向上の目安, (D)馬糞堆肥(サラブレットみほ・つくば牡丹園製)

が窒素飢餓を起こさず分解させ、地場の微生物がそれらを餌として活性・増殖し地力改善する^{8)・13)}。

「地力が向上したかどうか」その目安となる変化〔図 2-(C)〕を示す。微生物の作用でふかふかの土壌に変わり、ミミズや甲虫類などの小動物が活発に活動している。除草作業の負担軽減は重要課題で、コンパニオンプランツ（共生の相性の良否）についての研究は途上にある^{8)・10)・13)}。今回のシャクヤク圃場の場合、相性の悪い（シャクヤクの生育を妨げる）ドクダミやヤブガラシ、ササ類が消え、ハコベ、ホトケノザ、アカザ、メヒシバ、イヌムギ、オヒシバ、スギナ、カタバミ、ツユクサなどが見られた。

2020 年 10 月、定植日直前の準備作業は、雑草の繁茂状態や草高を確認して除草か粉碎か判断する。草丈が高いと発酵熱でシャクヤクの苗が傷ついたり、栄養競争に負ける場合があるが、今回は影響が少ないと判断し、堆肥と雑草を一緒に耕運機ですき込む事とした。土作りには土壌菌のコントロールが重要だが、一般的な動物糞堆肥では餌に混合された抗生剤の影響を受けやすい。そこで、ドーピング検査対応が厳格なサラブレッドの糞を利用した馬糞堆肥（サラブレッドみほ、つくば牡丹園製）を使用した〔図 2-(D)〕。その特性は、N:P:K=1:2:1, C/N 比 10, CEC 74.4 meq/100 g, 微生物バイオマス約 4100 億 /g で、100~200 kg/100 m² を施肥した。十分に耕運後、畝はできるだけ高畝（20~30 cm）に立てた^{5)・8)}。

3-3. 栽培作業：現在、生薬原料として使用されるシャクヤクのほとんどが伝統的な系統（あるいは系統群）で占められ、大和シャクヤクはその代名詞とされる。著者らは畿内古文書・記録・図譜の解析及び篤農・薬種専門家への取材と現地調査から、シャクヤク品種の変遷を検証した結果、現在実地臨床で汎用されている「重弁白花青茎品：梵天」、和芍系の赤～桃～白花単弁種、シャクヤク原種由来実生株を大和シャクヤクのルーツとして報告した⁴⁾。特に、「梵天」は湯液治療をする漢方医からの評価は高いが、栄養繁殖による増産性の制限や指標成分ペオニフロリン含量の再現性など

から医療用エキス製剤原料としてのニーズは低い現状がある。

まず、大和シャクヤク 4 年株を選別し、畝幅 90 cm, 株間 50 cm で植栽した。図 3-(A), (B) に畝の定植図を示す。ここに、実生株や梵天を含む和芍系の計 67 株を植えた〔図 3-(C)〕。本プロジェクトで使用する株はすべてナンバリング〔図 3-(A)〕し、遺伝子・花の色・指標成分を確認している^{5)・14)}。

植え付け前に黒糖蜜と酵素液を 500 倍に希釈した液に株を浸漬して、消毒と栄養を与えた。畝間芽の部分が露出しないよう丁寧に覆土した。定植後から萌芽までの期間中、12 月と 2 月に米ぬかと化成肥料による施肥を行い、畝の崩れを適宜、補修した。

2021 年春（4 月～5 月）に確認した萌芽から開花に至る生育の典型例を図 4-(A)-①～③に示した。4 月初旬、萌芽状況は株によって茎数や茎高は異なるが、定植したほぼ全株に認められた〔図 4-(A)-②〕。蕾が確認できる株もあった。シャクヤクの萌芽と共に雑草も芽吹くので、栄養競争を避けるために畝上の除草を行った。発芽時初期の除草は、特に重要と考えている。

開花は 5 月初旬から認められた〔図 4-(A)-③〕。シャクヤクの定植 1 年目は開花しないか、蕾があっても開花に至らず落ちるケースが一般的である。本検討では、翌年開花の目的で、意図的に根頭部の芽数を多くし定植した。今回、梵天以外の 3 タイプが開花し、賽郭が松山本草に描いた赤花単弁のシャクヤクも再現することができた^{4)・5)}。定植後半年未満で、半数以上の株で開花が認められ、土作りの成果が示唆できる。

薬草栽培において、シャクヤクは薬用に 4~5 年を要するが、比較的管理が容易な薬種と考える。花の観賞後の主な作業を図 5-(A)~(C)に示した。「摘花」は、葉の光合成促進や茎が倒れるのを防ぐ〔図 5-(B)-(1)〕。開花後の「施肥」は根の生育に必要で、図 5-C のように、複数時期に行う。

本圃場は、原則、土壌改良による無農薬管理で、うどん粉病対策には、重曹水・500 倍希釈を数回にわたり噴霧して「防除」を行った〔図 5-(B)-(2)〕。2021 年初夏は雨が多く、2~3 株にうどん粉病害

は発生した。秋になり地上部が枯れあがったら「茎葉を除去」するが、葉部の色に緑が残る場合はできるだけ刈り取りを遅らせた〔図 5-(B)-(3)〕。

一方、夏場の手作業による除草は負担が大きい。特に、定植 1 年目は、地下茎で増え、シヤクヤクと栄養競争になり生育を妨げる植物の除去に努力した〔図 5-(B)-(4)～(6)〕。圃場が小規模の場合、物理的除草も可能だが、今後、株の充実に従ってコンパニオンプランツ（共生作物・共存作物）¹¹⁾¹²⁾ の導入も視野に入れている。常に土の表面を何らかの植生で覆って、緑肥効果、根が土を耕す作用、混植による病害虫・雑草防除を行う農法は、植物アレロパシー（他感作用）を応用した技術だとされる^{8), 10)-13)}。栽培に良い影響を与える植物を共生させる草生栽培（緑肥や畝間にマルチシートの相性の良い植物を配する）には、地力向上と

維持が不可欠である。

3-4. 技術マニュアル動画制作：本プロジェクトは、①史跡内定植地の確保と認可, ②歴史検証と農水委託プロ研究に基づく定植品種の選抜⁹⁾, ③土作りによる無農薬/連作障害対策, ④栽培技術マニュアル動画の製作からなる。実践ツールとするには、伝統知に根差した地域振興（ブランディング）と生産者の求める土壌整備・栽培技術に関する情報をまとめる必要がある。図 4-B に技術マニュアル動画製作の編集方針を①～⑩にまとめた。実践マニュアルのポイントはスマートフォンやタブレットで閲覧可能なこと、技術を解りやすく短時間内にまとめること、必要な部分の視聴が容易、農機具の騒音や野外天候などの環境を想定して実用性を重視する。いずれの作業も実際の映像と共にテ

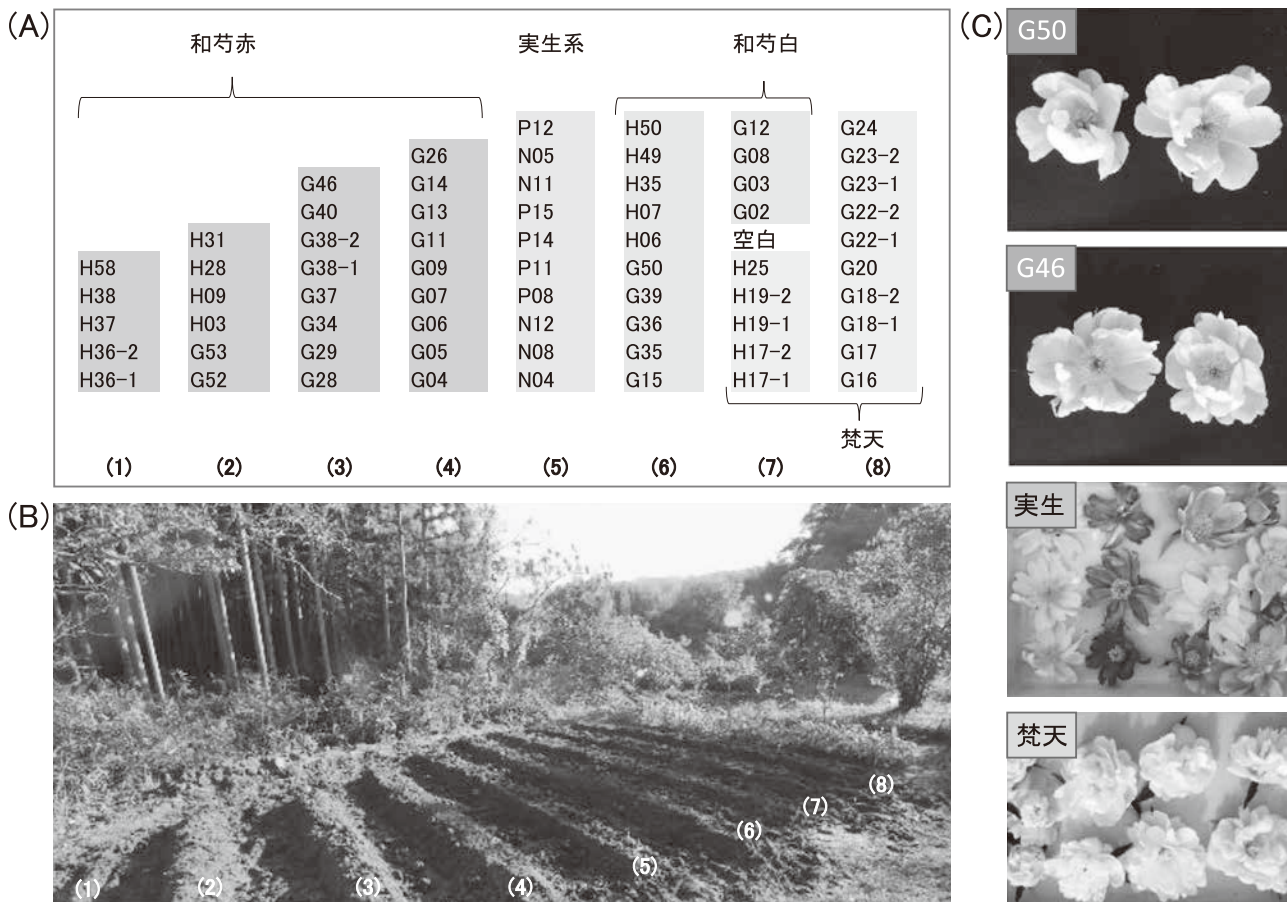


図 3. 森野旧薬園内定植状況
 (A) 森野旧薬園内定植図 (1)～(8)：畝位置を示す。株記号：先行研究時のナンバリング。
 (B) 圃場定植後（2020年10月）、(C) 代表的花容（2020年5月農水委託プロジェクト研究の圃場にて撮影）



図4. 技術マニュアル動画製作方針 (A) 植栽株の生育状況：①定植 ②萌芽 ③開花，(B)編集方針，(C)イラストデザイン



図5. 管理作業 (A)今後の管理一覧，(B)管理作業 (1)～(6)，(C)摘花後～翌年萌芽までの施肥量

ロップ表示し、施肥の順序や量などを視覚的に分かりやすくした〔図 4-(C)〕。特に土壌改良はすべての作物に共通する重要ポイントと位置付けた。また、旧薬園の歴史的意義をわかりやすく発信できるプロモーション性も意図し、季節や圃場周囲の環境を体感できるよう映像の美しさや選曲に配慮したが、DVD 放映時間の短縮と情緒的部分のバランスが難しい。旧薬園内での撮影ロケは天候やシャクヤクの生育経過に左右され、必須映像シーンの確保に課題が残る。

映像マニュアルの公開方法として、(1) DVD などで配布、(2) WEB サイトに公開の 2 パターンが考えられる。WEB サイトにて公開のメリットは、①映像にインデックスをつけ作業工程毎に確認ができる点、②詳細な作業工程が文字情報としても公開できる点である。例えば、施肥設計なども文字情報として公開することで、映像での作業の様子に加えて、配合すべき肥料の詳細情報も提供でき、これから取り組みたい農業者への情報として有益である。

現在、日本漢方生薬ソムリエ協会会員サイト内での視聴や、日本東洋医学会生薬原料委員会関係者に提供しているが、今後、著作権に配慮した公開方法を検討中である。

4. 結語

高品質生薬・大和物ブランドの種苗と篤農技術の継承を目指した研究活動を紹介した。実践ツールの一助として、伝統知に根差した地域振興（ブランディング）と生産者の求める土壌整備・栽培技術に関する情報をまとめた実践用マニュアル動画を製作した。短期目標は、圃場の拡張も視野に入れ、2025 年の収穫と育苗・増産である。長期的には、森野歴代藤助による薬草栽培の叢智を具現化すべく、大和芍薬のルーツとなるシャクヤク種苗の育成・管理や、旧薬園の管理と環境 / 生態維持、地域観光資源の両立など、次世代に亘る目標がある。今後も、シャクヤクの生育を管理・継続し、伝統知の啓発に研鑽する。

謝辞

本プロジェクト遂行に当たり、多大なるご協力・ご教示をいただいた森野旧薬園当主 11 代森野藤助（旧名 智至）氏、同顧問 森野薫子氏、株式会社 栃本天海堂 栃本久美子氏、松嶋成介氏、株式会社 前忠 前忠吾氏、福田商店 福田浩三博士、金沢大学名誉教授 御影雅幸博士、近畿大学教授 遠藤雄一博士の皆様に深謝する。本研究は、農林水産省委託プロジェクト研究「薬用作物の国内生産拡大に向けた技術の開発」（2016-2020 年度）、日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究 B（特設）〔分担〕課題番号:17KT0079（2017 - 2020 年度）、基盤研究 C〔分担〕17KT07987（2017-2019 年度）による成果の一部である。

引用文献

- 1) 山本豊, 笠原良二, 平雅代, 武田修己, 樋口剛央, 山口能宏, 白鳥誠, 佐々木博, 日本における原料生薬の使用量に関する調査報告 (2) 日本漢方生薬製剤協会 生薬委員会 生薬学雑誌 **75**(2) : 89-105 (2021).
- 2) 高橋京子, 小山鐵夫, 漢方今昔物語, 大阪大学出版会 94 頁 (2015).
- 3) 高橋京子, 大和薬種の伝統: 歴史と風土に守られた奈良の生薬, 季刊 approach 223 : 4-13 (2018).
- 4) 高橋京子, 高浦 (島田) 佳代子, 後藤一寿, 伝統的薬用芍薬の資源探査: 大和薬種のルーツと篤農技術解析, 日東医誌 **73**(4) in press (2022).
- 5) 薬用作物コンソーシアム (川嶋浩樹 研究総括), 薬用作物の手引き~薬用作物の国内生産拡大に向けて~シャクヤク編, 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 西日本農業研究センター 38 頁 (2020).
- 6) Zhu S. Yu X. Wu Y. Shiraiishi F. Kawahara N. Komatsu K., Genetic and chemical characterization of white and red peony root derived from *Paeonia lactiflora*, J. Nat Med. **69** : 35-45 (2015).
- 7) 高橋京子, 森野初代藤助賽郭真写「松山本草」~森野旧薬園から学ぶ生物多様性の原点と実践, 大阪大学出版会 572 頁 (2014).

- 8) 関浩一, 長谷川守文, 小松崎將一, 薬用シャクヤク栽培での中耕と草生管理の差異がペオニフロリン含有率と収量に及ぼす影響, 農作業研究 **56** (3) : 189-196 (2021).
- 9) 関浩一, 土壌改良による農産品の品質向上と収量増加に関する研究開発プラットフォーム, 農林水産省『「知」の集積と活用』 15-18 (2021). <https://kkleaf.com/>
- 10) 有機農業参入促進協議会, 有機農業を始めよう! 土づくり編, 31 頁 (2012).
- 11) 藤井義晴, 植物のアレロパシー, 化学と生物, **8** (7) : 471-478 (1990).
- 12) 藤井義晴, 植物の不思議な力で環境保全～アレロパシーを利用したこれからの農業～タキイ最前線 冬春号 : 57-60 (2013).
- 13) 木嶋利男, ネギ属植物や雑草との間・混作による作物病害の防除, 雑草研究, **56** (1) : 14-18 (2011).
- 14) Shimada K. Nakamura Y. Kawase M. Komatsu K. Satito T. Takahashi K., Establishment of a methodology for identifying *Paeoniae Radix* based on metallomic analysis. *J. Nat Med.* **68** : 407-413 (2014).

表紙の写真

カラスビシャク

Pinellia ternata (Thunb.) Breitenb.

史前帰化植物と考えられているサトイモ科の多年草。今では日本全国に分布し、薬用植物として、また畑の雑草として知られる。地下の塊茎が生薬「半夏」で、一度でも口にした経験がある方には忘れられない生薬であろう。マムシグサやウラシマソウを極小型にしたような姿は愛らしい。どこにでも見られる雑草ではあるが、有用植物で鑑賞価値もあるからであろうか、ヨーロッパの植物園でも中国・温帯東アジア産の説明のもと展示されているのを見た。この写真も富山県中央植物園での展示品である。

カラスビシャクの他にも生薬の原植物で畑の雑草として嫌われている植物がある。チガヤ（茅根）とハマスゲ（香附子）である。これらは全て重要生薬でありながら国産品は市場になく、需要の全てを輸入品で賄っている。資源的に豊富でありながら、時に除草剤で駆除され、利用されないのは何とも勿体無いと思われる。要は収穫と調製にかかる経費の問題であるが、容易に機械化ができそうな気がする。雑草としてではなく、薬用資源としての研究が進むことを願っている。

薬用植物栽培研究会第4回研究総会(大阪)のご案内

第4回研究総会(大阪大会)について案内いたします。第3回の佐賀大会ではオンライン開催でしたが、今大会は対面での開催を予定しております。口頭発表、ポスター発表での活発なご討論をお願いいたします。また、特別講演では、中国からの生薬供給の現状と展望について(演題は未定)株式会社栃本天海堂様から、甘草供給の現状と展望について(演題は未定)株式会社宏輝様からご講演を頂きます。さらに、ポスター発表の一部に、生薬・甘草の情報を集めたポスターシンポジウムを企画しました。皆様のご参加をお待ちしております。

1. プログラム

2022年11月26日(土)

会場：大阪医科薬科大学薬学部 阿武山キャンパス D棟講堂，ラウンジ，C棟講義室
〒569-1094 大阪府高槻市奈佐原4-20-1 (本部キャンパスとお間違いのないようにお願いします)
アクセス：<https://www.ompu.ac.jp/access.html>



9:30～ 受付

10:00 開会

10:15～ 一般講演，ポスター発表，会長講演，特別講演を予定しています。

また，ポスターシンポジウム(甘草関連)。

演題数にもよりますが，17:30の終了を予定しています。

昼食は，学生食堂がご利用いただけます。

*なお，飲食を伴うため懇親会は行いません。ご理解の程，よろしくお願い致します。

2022年11月27日(日)

エクスカージョン(現地集合)

武田薬品工業(株)京都薬用植物園 <https://www.takeda.co.jp/kyoto/>

9:30～ 受付

10:00～12:30 自由散策 各エリアに担当スタッフを配置します。(終了後，現地解散)

*紅葉シーズンのため京都市内のホテルや道路の混雑が予想されます。各自で早めにホテルをお手配ください。



2. 発表・参加申込要領

[1] 事前参加申込

(1)～(5)の事項を記載して，実行委員会 松田昂樹(yakusyokukenkyu@ompu.ac.jp)まで電子メールでお送りください。

(1) 参加者氏名，(2) 会員・非会員・学生の別，(3) 所属機関，(4) 連絡先住所・電話番号・電子メールアドレス，(5) エクスカージョン参加の有無

事前参加申込の締め切りは，2022年11月11日(金)です。

[2] 発表申込

発表の申込みは要旨の提出で受け付けます。

要旨（A4，1頁）は「要旨テンプレート」を薬用植物栽培研究会ホームページ（<https://www.e-nae.com/>）よりダウンロードして作成していただき，実行委員会 松田昂樹（yakusyokukenkyu@ompu.ac.jp）へメール添付でお送りください。

口頭あるいはポスター，甘草ポスターシンポジウムの希望を提出時に明記してください。

筆頭発表者は本会会員に限ります。

発表申込期間は，2022年9月1日（木）～2022年10月14日（金）です。

3. 参加費

大会参加費：

事前申込み：3,000円（会員），5,000円（非会員），1,000円（学生）

当日申込み：4,000円（会員），6,000円（非会員），1,000円（学生）

○日本生薬学会会員も会員として扱います。

*当日，受付にてお支払いください。

4. 宿泊

実行委員会では宿泊のお世話はいたしません。早目に各自でお手配ください。

5. 大会実行委員会

実行委員長：芝野真喜雄（大阪医科薬科大学薬学部）

実行委員：松田昂樹（大阪医科薬科大学薬学部），尾崎和男（大阪医科薬科大学薬学部），
野崎香樹（武田薬品工業 京都薬用植物園），吉岡達文（薬用植物栽培研究会事務局），
佐古久美（薬用植物栽培研究会事務局）

大会本部：〒569-1094 大阪府高槻市奈佐原4-20-1 阿武山キャンパス

大阪医科薬科大学薬学部 臨床漢方薬学研究室 TEL：072-690-1071

e-mail：yakusyokukenkyu@ompu.ac.jp

薬用植物栽培研究会会則

第1条（名称）

本会は「薬用植物栽培研究会」と称する。

第2条（目的）

本会は会員相互の親交や情報交換を図り、薬用植物の栽培と有効利用に関する研究等の拡大を図ることを目的とする。

第3条（会員）

本会の会員は正会員、学生会員および協賛会員とする。

正会員、学生会員は本会の目的に賛同し、入会した個人または団体とする。

協賛会員は、本会の事業に協賛するために協賛寄付または協賛広告をする団体または機関とする。

第4条（学生会員）

本会の学生会員は会費納付時に自己申告することとする。

第5条（事業）

本会は第2条の目的を達成するために、次の事業を行う。

- (1) 会誌「薬用植物研究」の発行
- (2) 研究総会の開催
- (3) その他必要と認める事項

第6条（役員）

1. 本会には次の各号に定める役員を置くものとする。

- (1) 会長 1名
- (2) 副会長 2～3名
- (3) 事務局長 1名
- (4) 幹事若干名
- (5) 会計監事 2名

2. 役員任期は3年とする。ただし、再任は妨げない。

第7条（顧問）

本会に顧問若干名を置くことができる。顧問は本会の運営に関する重要事項について意見を述べるができる。

第8条（選出）

会長、副会長は幹事会で候補者を決め、総会において出席会員過半数の承認を経て決定する。事務局長、幹事、会計監事は会長の委嘱による。

第9条（業務）

第6条に定める各役員は、次の各号に定める業務を遂行する。

- (1) 会長：会務を統括する。
- (2) 副会長：会長を補佐し、会長に支障ある場合これに代わる。
- (3) 事務局長：幹事を統括し、幹事とともに会長の命を受けて会務を処理する。
- (4) 会計監事：本会の会計を監査する。

第10条（会費）

本会の会費については、次の各号に定める金額とする。

- (1) 正会員年額 4,000円

(2) 学生会員年額 2,000 円

(3) 協賛会員 1 口以上 (年額, 1 口 20,000 円)

第 11 条 (経費)

本会の経費は会費およびその他の収入をもってこれに充てる。

第 12 条 (会計年度)

本会の会計年度は、毎年 2 月 1 日から翌年 1 月 31 日までとする。

第 13 条 (編集委員会)

本会会誌の編集のため、編集委員会を設置する。同委員会の委員は会員の自薦、他薦、または事務局長の委嘱によって構成されるものとする。

第 14 条 (入会手続き)

本会に新たに入会を希望するものは、氏名、住所、職業 (所属機関) を記入した入会申込書に 1 年分の会費を添えて提出する。脱会しようとするものは、事務局宛脱会届を提出する。ただし、脱会の場合すでに納めた会費は、原則払い戻さない。

第 15 条 (会則と役員等の変更)

本会の会則または役員等は幹事会の議を経て変更することができる。

第 16 条 (事務局)

事務局は下記住所に置く。

〒740-1231 山口県岩国市美和町生見 12609-1

E-mail : yakusou@sea.icn-tv.ne.jp

<https://www.e-nae.com>

振替口座 : 00130-3-127755 (株式会社ゆうちょ銀行)

附記 本会則は令和 2 年 1 月 1 日より施行する。

「薬用植物研究」発行につきまして、下記の企業から協賛ならびに賛助会員によるご支援を賜りました。厚くお礼申し上げます。

————— 協賛寄付 —————

株式会社常盤植物化学研究所

宏輝株式会社

小林製薬株式会社

————— 協賛広告 —————

株式会社栃本天海堂

————— 賛助会員 —————

株式会社ツムラ

「薬用植物研究」では協賛・賛助会員を常時募集しています。

(アイウエオ順)

投 稿 規 定

薬用植物栽培研究会

1 投稿資格

本誌への投稿は、原則として共著者も含め、本会の会員とする。

編集委員会が必要と認めた場合には、会員・非会員を問わず投稿を依頼することがある。

2 投稿採用

投稿論文の採否は、編集委員会において決定する。

3 編集方針

- (1) 薬用植物の国内栽培の活性化
- (2) 外国の天然薬用資源情報
- (3) 農商工連携と薬用植物栽培
- (4) 栽培に関連する研究
- (5) 薬用植物の文化発掘
- (6) 薬用植物園の情報発信
- (7) 重要薬用植物に関する誌上討論
- (8) その他

4 原稿一般規定

- (1) 報告は、原報、ノート、総説、解説、資料、随筆、書評、紹介などにわけ、原報及びノートについては審査委員2名を付け審査する。資料は審査委員1名を付ける。
- (2) Microsoft Office Word, Excel, Power Point, JPEG
上記のファイルで作成し、E-mail アドレスへ添付ファイルで送付するか、
E-mail : yakusou@sea.icn-tv.ne.jp もしくは、CD・USB で事務局宛送付する。
- (3) 用紙・項目 原稿はA4サイズとする。
項目は、a) 表題 b) 著者名・連絡先 c) 要旨 d) 本文 e) 図表・写真 f) 引用文献・注
E-mail アドレス
a)・b) は、英文も添え、原報及びノートには c) の英文とともに3~5語のkeywordを付ける。
- (4) 原報及びノート以外は、非専門家の読者にも理解できるように叙述し、特殊な専門用語などについては説明を加えることが望ましい。
外国語・外国語固有名詞・化学物質名などは原語。数字はアラビア数字。
外来語・動植物名はカタカナ。英字はTimes font。
- (5) 抜き刷り 30部を著者に無料で進呈する。これを超える部数については実費を徴収する。
- (6) 校正 編集委員長の決定した期日内で、校正は著者の責任によって願う。
- (7) 投稿論文等の内容上の責任は著者が負う。
- (8) 投稿についてのお問い合わせ

〒740-1231 山口県岩国市美和町生見 12609-1

薬用植物栽培研究会事務局

E-mail : yakusou@sea.icn-tv.ne.jp


2021(令和3)年度 薬用植物栽培研究会会計報告

2021. 2. 1~2022. 1.31

振込口座	残 金		0
通 帳	収 入	残金	687,180
		通帳利子	5
		口座振替より	(4,000円×201) 804,000
			(2,000円×3) 6,000
			(20,000円×10) 200,000
			1,697,185
		収入合計	1,697,185
	支 出	事務用品	23,962
		事務通信費	26,916
		郵メール	67,449
		印刷代 (封筒代)	11,590
		印刷代 (43-1)	246,070
		印刷代 (43-2)	349,800
		ウェブサイト維持費	46,640
		事務局費	200,000
		発送人件費 (2名×2)	20,000
		口座振込手数料	3,981
			996,408
		支出合計	996,408
振込口座	残 金		0
通 帳	残 金		700,777
		差引残高	700,777

監 査 報 告

令和3年度(2021)「薬用植物栽培研究会」収支決算について監査いたしましたところ、収支は正確であり、適切に処理されたことを認めます。

令和4年(2022) 3月7日 金子哲夫 

令和4年(2022) 3月7日 山野幸子 

編集後記

会員先生方のご協力で、本号も充実した内容で発行することが出来ました。この場をお借りしてお礼申し上げます。新型コロナウイルス感染症の拡大により、計画通りに研究が進まなかった時期ではありますが、次号においても薬用植物に関する様々な研究、情報提供をお願いいたします。一方、本誌の編集委員会は、ご投稿いただいた論文を他の雑誌よりも丁寧に査読し、より質の高い論文に仕上がることを目指しています。大学院生や論文投稿の経験の少ない会員の皆様からの積極的な投稿もお待ちしております。

また、薬用植物栽培研究会第4回研究総会（大阪）へのご参加を心よりお待ちしております。

…………… 事務局からのお知らせ ……………

投稿原稿は、随時お待ちしております。

総説・解説・資料・随筆・書評・紹介につきましては、各巻1号は5月10日までに、2号は11月1日までにご連絡をお願いいたします。

薬用植物研究 年2回（6月・12月）刊行予定

個人会員（年会費4,000円、学生の方は2,000円〔自己申告でお願いいたします。〕）、

協賛・賛助会員（年会費1口2万円以上）

入会・原稿の投稿・その他のお問合せは下記研究会事務局宛

薬用植物研究 44巻1号	2022年6月20日発行
発行責任者	御影 雅幸
発行	薬用植物栽培研究会 〒243-0034 神奈川県厚木市船子1737 東京農業大学農学部 生物資源開発学科 薬用資源学研究室内 ----- 薬用植物栽培研究会事務局 〒740-1231 山口県岩国市美和町生見12609-1 TEL 0827-72-2077 E-mail: yakusou@sea.icn-tv.ne.jp https://www.e-nae.com ゆうちょ銀行 振替口座 00130-3-127755
編集責任者	芝野 真喜雄
印刷所	(有) 広瀬印刷 〒740-0724 山口県岩国市錦町広瀬2-4 TEL 0827-72-2600 FAX 0827-71-0003

本誌へ記載された画像・文章を無断で使用することは著作権法上での例外を除き禁じられています。必要な場合は、必ず薬用植物栽培研究会の承諾を得るようお願い致します。

ウラルカンゾウ



母本株 (甘草屋敷系統)



父本株 (御薬園系統)



実生由来 2年目の生育状況



交配後の袋掛けの状況



交配により結実した果実

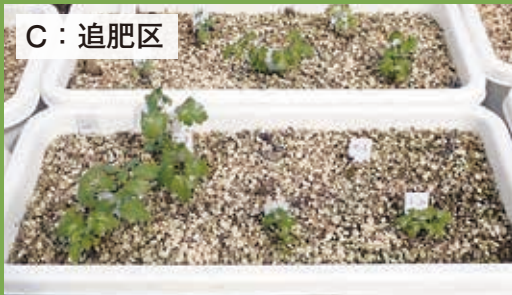
サラシナショウマ



A: 標準施肥区



B: 倍量区



C: 追肥区



D: 遮光区

中国におけるサフランの栽培・生産状況



サフラン球茎を並べる杉棚



生のサフランの重量を測定する



柱頭が伸びた状態で乾燥したサフラン



植え付け前に鱗皮を全て剥がれた球茎



サフランの間に稲わらを敷く



球茎が動かないようにするための網