

薬用植物研究

The Japanese Journal of Medicinal Resources

42巻2号 (2020年2号)

令和2年12月



チョウセンゴミシ

Schisandra chinensis (Turcz.) Baill.

薬用植物栽培研究会

Japanese Society of Research for the Cultivation of Medicinal Plants

目 次

原報

芍薬 (PAEONIAE RADIX) の自給向上に関する栽培技術の検討

園芸的手法の導入による栽培管理の省力化

矢野孝喜・川嶋浩樹・吉越恆・福田浩三・高浦佳代子・高橋京子 …………… 1

原報

ジャノヒゲの栽培研究 (その1)

栽培種の選定と膨大部の形成に及ぼす環境要因について

尾崎和男・古平栄一・芝野真喜雄 …………… 10

原報

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

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 …………… 22

原報

マオウ属植物の栽培研究 (第16報)

－ 施肥及び地上茎の刈込みが栽培株のアルカロイド含量に与える影響 －

安藤広和・伊藤ほのか・落合真梨絵・金田あい・工藤喜福

佐々木陽平・倪斯然・野村行宏・御影雅幸 …………… 30

資料

渡来薬「失鳩答」(ドクニンジン全草)の本草学(後編)

ドクニンジン

姉帯 正樹 …………… 40

紹介

牧野植物図鑑原図集

牧野図鑑刊行80周年記念出版編集委員会編

水上 元 …………… 51

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		

芍薬 (PAEONIAE RADIX) の自給向上に関する栽培技術の検討 園芸的手法の導入による栽培管理の省力化

Study on cultivation for stable supply of Paeoniae Radix
Labor-saving cultivation by introducing horticultural methods
for medicinal peonies

矢野孝喜¹⁾・川嶋浩樹¹⁾・吉越恆¹⁾・福田浩三²⁾・高浦佳代子³⁾・高橋京子³⁾

¹⁾ 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

²⁾ 福田商店

〒633-0054 奈良県桜井市大字阿部477

³⁾ 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

Takayoshi Yano¹⁾, Hiroki Kawashima¹⁾, Hisashi Yoshikoshi¹⁾

Kozo Fukuda²⁾, Kayoko Takaura³⁾ and Kyoko Takahashi³⁾

¹⁾ *Western Region Agricultural Research Center, NARO*

1-3-1, Sen-yu-cho, Zentsuji, Kagawa 765-8508, Japan

²⁾ *Fukuda Shoten*

477, Abe, Sakurai, Nara 633-0054

³⁾ *The Museum of Osaka University*

1-13, Machikaneyama-cho, Toyonaka, Osaka 560-0043, Japan

受付日：2020年8月18日

受理日：2020年10月1日

要 旨

漢方薬原料生薬・芍薬の自給向上に関する安定生産と省力化に特化した技術開発を目的とした。薬用種と園芸種の計4品種を対象に、シャクヤクの生育と収量に対するマルチの利用および自動灌水装置を用いた灌水/灌水同時施肥法の影響を検討した。マルチを使用した灌水処理は気象環境の影響が少なく、土壌水分が安定し、定植2、3年目株の地上部の生育が促進され、4年目株の根頭部新鮮重が増加した。灌水同時施肥法における至適窒素施肥量は、年17.5~37.5 kg・10a⁻¹で3段階に設定後、生育を調査した結果、年17.5kg・10a⁻¹で十分であることが示唆された。

キーワード：シャクヤク、灌水、窒素施肥量、生育、省力化

Abstract

In peony production for crude drugs material, we aimed to develop a new cultivating technique that leads to labor saving and stable production by introducing horticultural methods such as mulching and drip irrigation. We investigated the effects of mulching and the simple fertigation system, which is the solar radiation-powered pulsating drip irrigation combined with controlled-release fertilizers (CRF), on growth and yield in four cultivars. In addition, we investigated the appropriate amount of nitrogen fertilizer in the drip irrigation at three levels between 17.5 and 37.5 kg · 10a⁻¹ · year⁻¹. The results showed that mulching and irrigation stabilized the soil moisture content. Irrigation enhanced above-ground growth in the 2nd and 3rd year of planting and tended to increase the fresh weight of root heads in the 4th year plants. Within the range of fertilizer application in this study, 17.5 kg · 10a⁻¹ · year⁻¹ of nitrogen fertilizer at simultaneous irrigation was considered to be sufficient.

Keywords: peony, drip irrigation, amount of applied nitrogen fertilizer, growth, labor-saving

緒言

生薬原料として需要の大きいシャクヤク¹⁾は、中山間地域の活性化を図る新規導入作物として期待されているが、その生産には4~5年の生育年数を要する²⁻⁴⁾。薬用作物の場合、栽培技術と生薬生産技術が求められ、中でも、品質維持と収量性の向上には、適切な肥培管理に基づく生育促進と省力化が重要となる。

従来、医薬品原料を目的としたシャクヤクの栽培はほぼ天水のみに依存しており、定植時以外の灌水については何ら記載していない栽培指針が多い^{2),4-8)}。しかし、乾燥の激しい場所では芽の生育が悪く、花が咲かないことがある⁹⁾。ほか、薬用種のシャクヤク育種研究において、栽培1,2年目に降水量が少なかった場合に収量が低下した可能性¹⁰⁾が報告されている。また、除草作業の省力化にマルチの使用が有効とされるが、収穫までに4年以上を要するシャクヤク栽培の場合、年に数回必要となるマルチ下への追肥作業は煩雑で、その簡略化が課題となる。

そこで、乾燥ストレスを緩和させ、施肥作業の省力化を意図して、農研機構が開発した日射量対応型拍動灌水装置を利用した。本装置は、給水タンクに肥効調節型肥料 (Controlled-Release

Fertilizer, 以下 CRF とする) を投入することで、灌水と同時に施肥することが可能となる。本研究では、自動灌水装置を用いてシャクヤクの栽培を行い、マルチの有無、施肥方法が生育および収量に及ぼす影響について検討した。

なお本研究は、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」により実施された。

実験材料

医薬品原料として利用される在来系統‘梵天’は、富山県薬事総合研究開発センター薬用植物指導センターから、薬用種とされる‘北宰相’は(国研)医薬基盤・健康・栄養研究所薬用植物資源研究センター北海道研究部から、収穫株の根頭部を分割した株分け苗の分譲を受けた。また、園芸種である‘春の粧’、‘ラテンドール’については、福花園種苗(株)より花き営利生産用苗を購入した。園芸種は、村上ら¹¹⁾および新潟県農業総合研究所¹²⁾、内山・小林¹³⁾の報告を基に選定した。なお、定植した苗の平均重量は、‘梵天’、‘北宰相’、‘春の粧’および‘ラテンドール’でそれぞれ79g, 88g, 77g および94gであった。

実験方法および結果

2016年10月27日（‘梵天’のみ11月7日）に西日本農業研究センター四国研究拠点内圃場（香川県善通寺市）に畝幅80cm，通路幅60cmの1条で定植した。なお，確保できた苗数の都合により，1処理区の株数は，‘春の粧’，‘梵天’，それら以外の品種でそれぞれ17株，3株，4株であった。‘春の粧’では毎年各処理区4株を掘り上げて地下部の調査を実施したことにより，地上部の生育調査は定植翌年は17株，定植2年目は13株，定植3年目は9株となった。

灌水は定植2年目から3年間の，4月上旬から9月末または10月上旬まで実施した。自動灌水装置は，薬用シャクヤクを栽培している圃場では商用電源がない場合が多いと考えられることから，日射量対応型拍動灌水装置〔ソーラーパルサーⅡ，（株）プティオ〕を利用した。当装置はソーラーパネル（20W）で発電された電力を制御装置内のバッテリーに蓄電し，発電量と設定した動作時間および休止時間に依存した条件で水中ポンプを動かし，タンクの水を灌水するものである¹⁴⁾。灌水には点滴チューブ〔ストリームライン60，（株）ネタフィム〕のうち，定植後3年目までは吐出孔が20cm間隔，4年目は10cm間隔のものを使用した。

定植4年目の2019年11月26日に，供試株をトラクターに取り付けた振動掘取機〔SVS-30，川辺農研産業（株）〕で掘り上げ，地下部の生育を

調査した後，根を福田商店（奈良県桜井市）において同社慣行の調製方法により加工したものを，製品収量として調査した。

生育量の調査データは，品種と各処理を主成分に2元配置の分散分析を行った。統計処理はエクセル〔日本マイクロソフト（株）のアドインソフト Mac 統計解析 ver.3.0〔エスミ（株）〕により行った。

実験1：マルチ，灌水，施肥方法が生育および収量に及ぼす影響の検討

処理区は，灌水を行う灌水区，灌水と同時に施肥も行う灌水同時施肥区，従来の慣行栽培に準じてマルチと灌水を利用しない慣行区を設定した。灌水区および灌水同時施肥区の畝は白黒ダブルマルチ〔みかど化工（株）〕で被覆した。基肥と定植2年目以降の窒素施肥量，施肥の方法を表1に示した。追肥作業の省力化のため，灌水区では溶出期間が長いCRF〔ロング・溶出360日タイプ（N，P₂O₅，K₂Oはそれぞれ13%，9%，11%），ジェイカムアグリ（株）〕を年1回畝上面に置き肥し，灌水同時施肥区では網袋に入れたCRF〔エコロングトータル・溶出180日または140日タイプ（N，P₂O₅，K₂Oはそれぞれ13%，9%，11%），ジェイカムアグリ（株）〕を給水タンクに投入して溶出させることで，灌水と同時に施肥を行った。慣行区では，IB化成S1号（N，P₂O₅，K₂Oは各10%）〔ジェイカムアグリ（株）〕を施肥した。

表1. 各処理区における窒素施肥量，肥料の種類，施肥方法（実験1）

処理	窒素施肥量 (kg・10a ⁻¹)				肥料の種類	施肥方法
	基肥 ²⁾	2年目	3年目	4年目		
慣行区	7.5	20.0	27.5	27.5	IB窒素入り化成	畝上面置き肥
灌水区	27.5	0.0	27.5	27.5	CRF（溶出360日タイプ）	畝上面置き肥
灌水同時施肥区	7.5	20.0	27.5	27.5	CRF（溶出180日または140日タイプ）	給水タンク内投入

²⁾灌水同時施肥区と慣行区はIB窒素入り化成を，灌水区ではCRF（溶出360日タイプ）を省力のため2年目分も含めて畝内土壌に混和。

表2. 灌水同時施肥における10a当たりの施肥量（実験2）

処理	窒素施肥量 (kg)			リン酸施肥量 ²⁾ (kg)			カリウム施肥量 ²⁾ (kg)		
	2年目	3年目	4年目	2年目	3年目	4年目	2年目	3年目	4年目
少肥区	10.0	17.5	17.5	6.9	12.1	12.1	8.5	14.8	14.8
中肥区	20.0	27.5	27.5	13.8	19.0	19.0	16.9	23.3	23.3
多肥区	30.0	37.5	37.5	20.8	26.0	26.0	25.4	31.7	31.7

²⁾リン酸はP₂O₅，カリウムはK₂Oに換算

1-1. 降水量、灌水量と気温の推移

栽培期間中の月ごとの平均気温と降水量、平均灌水量の推移を図1に示した。灌水量は、高温である5~9月において、雨量と合わせて月87mm以上に維持された。

1-2. 土壌水分の推移

畝上面から深さ20cmの位置の土壌水分を、おんどり〔RTR-505V, (株)ティアンドディ〕と土壌水分センサー〔WD-3-W-5Y, (株)A・R・P〕を組み合わせて計測した。その結果、2017年の梅雨前後における土壌水分の推移は、マルチを使用せず灌水もしない慣行区では降雨による変動幅が大きかった。一方、マルチを使用するとともに灌水を行った灌水区では、土壌水分が安定して推移した(図2)。図2は乾燥期と梅雨期を含む典型例

だが、その後も各年同様の現象が再現できた。

1-3. 地上部の生育の検討

定植翌年以降、毎年、萌芽・茎の伸長が終了した後の時期に、各株の茎数および最大茎長を調査した。その結果、株当たりの茎数は品種によって異なったが、4品種すべてで栽培年数を経るほど増加し、慣行区と比べて灌水区または灌水同時施肥区で多かった(表3)。最大茎長の平均値は品種により異なり、‘ラテンドール’で大きく、‘梵天’と‘北宰相’では小さく、‘春の粧’ではその中間であった(表3)。最大茎長は、定植2,3年目の株では灌水をしなかった慣行区で小さかったが、定植4年目の株では処理区間の差は認められなかった(表3)。

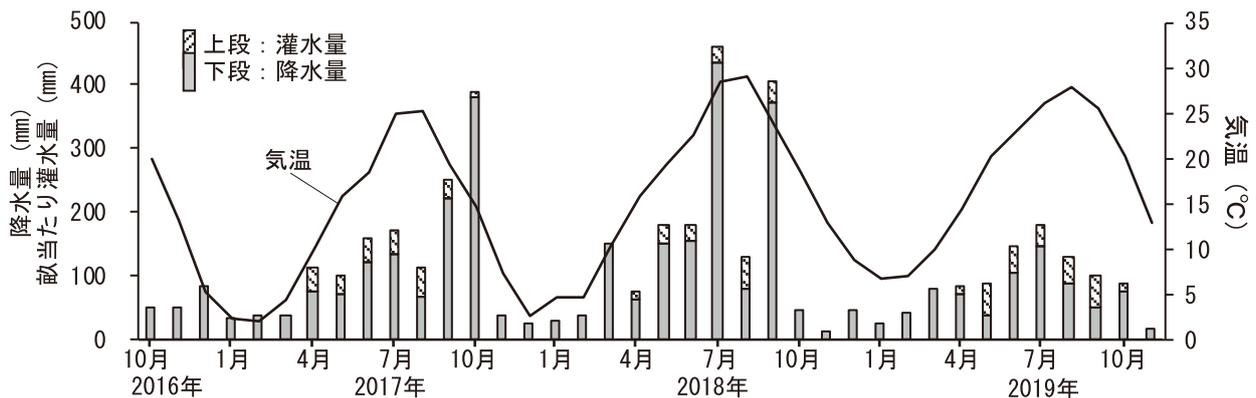


図1. 栽培期間における月別の平均気温、降水量および灌水量
灌水量は灌水区および灌水同時施肥区の平均

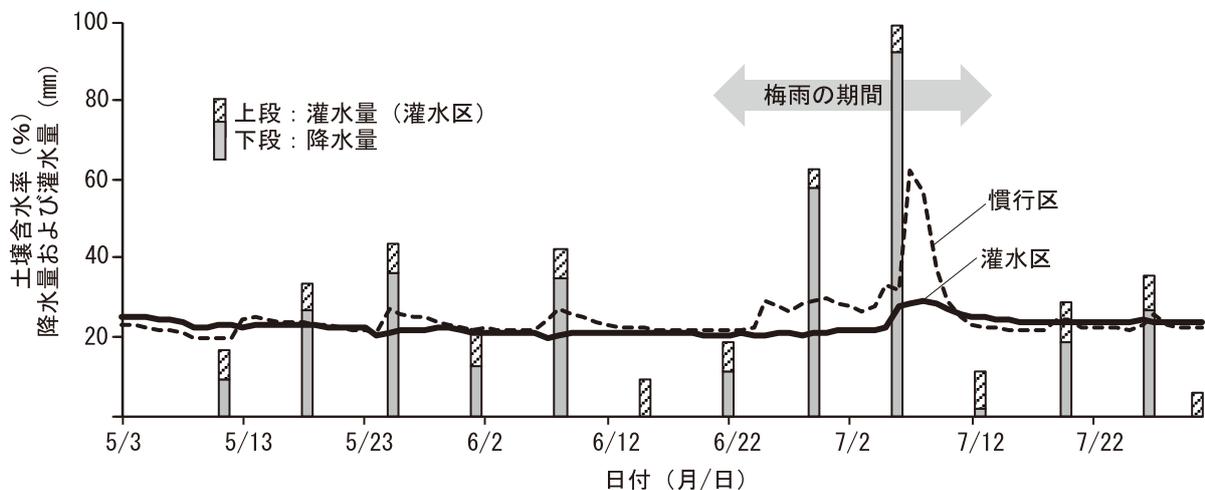


図2. 2017年5~7月における土壌含水率の推移と週当たりの降水量および灌水量
実線および破線は土壌含水率を示す

表 3. 灌水施肥法およびマルチの有無が地上部の生育に及ぼす影響 (実験 1)

品種	処理	株当たりの茎数			最大茎長 ^y (cm)		
		2年目	3年目	4年目	2年目	3年目	4年目
梵天	慣行区	5.0 ± 1.2	13 ± 3	28 ± 4	12 ± 1	28 ± 2	66 ± 4
	灌水区	4.3 ± 0.3	21 ± 2	29 ± 2	23 ± 2	37 ± 4	58 ± 5
	灌水同時施肥区	5.0 ± 1.0	16 ± 3	35 ± 6	19 ± 1	40 ± 8	62 ± 6
北宰相	慣行区	2.3 ± 0.5	7 ± 1	17 ± 4	13 ± 2	29 ± 9	50 ± 7
	灌水区	3.0 ± 0.0	15 ± 2	32 ± 4	16 ± 3	42 ± 2	62 ± 1
	灌水同時施肥区	2.8 ± 0.5	11 ± 1	24 ± 3	17 ± 1	40 ± 6	58 ± 3
春の粧	慣行区	2.9 ± 0.3	23 ± 1	32 ± 2	30 ± 2	50 ± 1	69 ± 1
	灌水区	2.6 ± 0.2	23 ± 1	36 ± 4	35 ± 1	53 ± 1	68 ± 2
	灌水同時施肥区	3.0 ± 0.2	23 ± 2	36 ± 3	35 ± 1	54 ± 1	72 ± 2
ラテンドール	慣行区	3.0 ± 0.9	13 ± 3	24 ± 2	25 ± 3	61 ± 9	75 ± 4
	灌水区	2.5 ± 0.6	22 ± 2	31 ± 3	37 ± 3	66 ± 2	76 ± 3
	灌水同時施肥区	5.3 ± 0.5	24 ± 1	33 ± 3	36 ± 2	71 ± 2	72 ± 5

2元配置分散分析^z

品種	**	**	**	**	**	**
処理	*	**	**	**	**	N. S.
交互作用 品種×処理	N. S.					

^z** , * , N. S. : それぞれ1%水準, 5%水準で有意差あり, 有意差なし

^y各株の最大茎長の処理区ごとの平均値

表 4. 灌水施肥法およびマルチの有無が定植 4 年目の地下部の生育に及ぼす影響 (実験 1)

品種	処理	根の伸長範囲 ^z (cm)		株当たり 新芽数	株当たりの新鮮重			収量 ^x	
		長径	短径		地下部全体 (g)	根頭部 (g)	根 (g)	重量 (kg・10a ⁻¹)	慣行比 (%)
梵天	慣行区	75 ± 6	48 ± 6	34 ± 4	2265 ± 586	428 ± 209	1837 ± 377	1142	(100)
	灌水区	69 ± 16	50 ± 9	42 ± 4	2739 ± 170	1383 ± 14	1356 ± 156	722	63
	灌水同時施肥区	70 ± 5	49 ± 4	45 ± 8	3060 ± 1090	1304 ± 571	1756 ± 581	1006	88
北宰相	慣行区	67 ± 5	44 ± 5	32 ± 5	1792 ± 482	452 ± 150	1340 ± 354	696	(100)
	灌水区	89 ± 2	51 ± 5	53 ± 5	3326 ± 509	1105 ± 203	2221 ± 312	1125	162
	灌水同時施肥区	88 ± 6	51 ± 3	42 ± 5	2481 ± 247	752 ± 106	1729 ± 181	946	136
春の粧	慣行区	96 ± 5	60 ± 5	39 ± 3	2612 ± 149	581 ± 23	2032 ± 143	1021	(100)
	灌水区	87 ± 6	61 ± 5	56 ± 8	3352 ± 542	976 ± 196	2377 ± 356	1134	111
	灌水同時施肥区	99 ± 3	61 ± 3	57 ± 8	3447 ± 371	1112 ± 248	2335 ± 178	1054	103
ラテンドール	慣行区	62 ± 5	43 ± 4	33 ± 2	2509 ± 503	625 ± 143	1885 ± 362	1054	(100)
	灌水区	74 ± 1	46 ± 7	48 ± 6	3197 ± 502	980 ± 168	2217 ± 365	1184	112
	灌水同時施肥区	76 ± 6	55 ± 5	45 ± 4	3431 ± 345	1119 ± 116	2312 ± 283	1217	115

2元配置分散分析^z

品種	**	**	N. S.				
処理	N. S.	N. S.	**	*	**	N. S.	N. S.
交互作用 品種×処理	*	N. S.	-				

^z掘り上げた株を真上から観察し, 根の広がりをもとに楕円とみなして長径と短径を測定した

^x** , * , N. S. : それぞれ1%水準, 5%水準で有意差あり, 有意差なし

^y加工後の製品の収量. 栽植密度1667株・10a⁻¹で算出

1-4. 地下部の生育, 収量の検討

定植 4 年目に株を掘り上げて地下部の生育調査を行った。その結果, 根の伸長範囲は, 品種によって異なり, ‘北宰相’の長径は慣行区で小さかったが, それ以外では処理区間に差はなかった (表 4)。株当たりの新芽数は, 灌水区および灌水同時施肥区で多かった (表 4)。地下部全体の新鮮重は, 慣行

区で小さい傾向があった。地下部のうち, 根頭部の新鮮重は灌水区および灌水同時施肥区で大きかったが, 根の新鮮重は処理区間に差がみられなかった (表 4)。乾燥後の製品収量は, ‘梵天’の灌水区では慣行区の 63%であったが, そのほかは概ね慣行区と同等かそれ以上であり, 大幅に増収した品種もあった (表 4)。

実験 2：灌水同時施肥での適切な窒素施肥量の検討

基肥として定植前に窒素量 $7.5\text{kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ の IB 化成 S1 号〔ジェイカムアグリ (株)〕を畝内土壌に混和し、実験 1 の灌水同時施肥区と同様にマルチを設置した。灌水同時施肥処理は、定植 2 年目から給水タンク内に CRF〔エコロングトータル, ジェイカムアグリ (株)〕を入れた網袋を投入して溶出させて実施した。設定した処理区は、CRF の窒素施肥量を $10\text{kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ずつ差をつけて 3 段階とした (表 2)。

2-1. 給液の電気伝導率 (EC)

CRF の溶出程度を調べるため、灌水同時施肥の実施期間中、週 1 回給液の EC を電気伝導率計〔導電率計 B-173, (株) 堀場製作所〕により計測した。EC とは溶液中の水溶性塩類の総量を表し、給液中肥料濃度の目安となる。その結果、2017 年の場合、多肥区 $0.37 \sim 1.9\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ 、中肥区 $0.36 \sim 1.6\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ 、少肥区 $0.25 \sim 1.1\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ と施肥量にはほぼ対応した範囲で推移した。2018 年以降の処理期間中も、概ね多肥区で最も高く、次いで中肥区、少肥区の順であることを確認している。なお、原水の EC は栽培期間を通じて概ね $0.2\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ であった。

2-2. 地上部の生育 (莖数および最大莖長) の検討

定植 4 年目の 2019 年 10 月 9 日に、地上部の生育を調査した。株当たりの莖数は、処理による違いはみられなかった (表 5)。最大莖長の平均値についても、‘ラテンドール’が多肥区で少肥区より大きかったほかは、処理区間に違いはみられなかった (表 5)。

2-3. 莖葉の枯れ程度

定植 4 年目の 2019 年 10 月 9 日に、莖葉の枯れ程度を 4 段階に分けて達観で調査した。莖葉の枯れ程度は、枯れなし：0、株の半分未満で枯れている：1、株の半分以上で枯れている：2、株全体で枯れた状態：3 とした。莖葉の枯れ程度は品種によって大きく異なり、‘北宰相’では施肥量に関わらず枯れ程度が低かった (表 5)。一方、‘春の粧’では中肥区および多肥区で枯れ程度が 2.7 以上と高く、莖葉がほぼすべて枯れた株が多数みられた。‘梵天’と‘ラテンドール’では明らか

な傾向はみられなかった。

2-4. 地下部の生育, 収量の検討

定植 4 年目に株を掘り上げて、各株の最も長い根の根長、新芽数および地下部新鮮重を調査した。その結果、いずれの項目も施肥量による違いは認められなかった (表 6)。収量についても処理区間に差はなかった (表 6)。一方、乾燥後の歩留まり率は、品種によって差があり、‘梵天’で高く‘春の粧’で低かった (表 6)。

結論および考察

1. 薬用シャクヤクの定植 2, 3 年目までの莖葉が少ない株では、被陰面積が小さいため雑草が繁茂しやすい。耕作放棄地でのシャクヤク栽培において、マルチの利用により定植後初年の除草作業時間が約 70%削減できると報告されており¹⁵⁾、除草作業の省力化にマルチの利用が有効であると考えられる。しかし、レタス栽培の例では、マルチ使用は、使用しない場合と比較して根圏が浅くなること¹⁶⁾が報告されており、根の形状が変化する可能性は否定できない。そこで実験 1 の 4 年目の株において、薬用部位である根の外部形態を比較観察した結果、マルチと灌水のない慣行区との間に大きな違いは認められなかった (表 4)。特に根の伸長範囲に品種及び処理による一定の傾向や有意な違いがないことから、マルチと灌水の併用により、根の形状に対して大きな影響を及ぼすことはないと考えした。
2. マルチと灌水が生育に及ぼす効果として、品種に関わらず定植 2, 3 年目の株で最大莖長が大きくなった (表 3)。これは、本処理により土壌水分が安定することで、定植後の短い生育期にみられる根の伸長が未発達による乾燥ストレスの軽減が考えられる。定植後初期の莖長の増加は、受光態勢の向上や葉数の増加、すなわち光合成産物量の増加をもたらす、地下部の生育促進にもつながると予想される。また、莖数は、定植後の年数を経ても灌水により増加した (表 3)。さらに、灌水区定植 4 年目の株は根頭部重が大きく、新芽数が多かった (表 4)。すなわち、マ

表 5. 灌水同時施肥における窒素施肥量の違いが定植4年目の地上部の生育に及ぼす影響 (実験2)

品種	処理	株当たりの 茎数	最大茎長 ^y (cm)	秋における 茎葉の枯れ程度 ^x
梵天	少肥区	37 ± 5	73 ± 2	2.0 ± 0.0
	中肥区	35 ± 6	62 ± 6	1.3 ± 0.3
	多肥区	40 ± 5	62 ± 4	1.7 ± 0.3
北宰相	少肥区	30 ± 4	56 ± 1	1.0 ± 0.0
	中肥区	24 ± 3	58 ± 3	1.0 ± 0.0
	多肥区	33 ± 0	63 ± 1	1.0 ± 0.0
春の粧	少肥区	34 ± 3	70 ± 3	1.9 ± 0.1
	中肥区	36 ± 3	72 ± 2	2.7 ± 0.2
	多肥区	40 ± 2	67 ± 2	2.9 ± 0.1
ラテンドール	少肥区	27 ± 2	63 ± 2	2.0 ± 0.0
	中肥区	33 ± 3	72 ± 5	1.8 ± 0.3
	多肥区	26 ± 1	81 ± 4	2.8 ± 0.3
2元配置分散分析 ^z				
	品種	**	**	**
	処理	N. S.	N. S.	**
交互作用	品種×処理	N. S.	**	**

^z**, N. S. : それぞれ1%水準で有意差あり, 有意差なし

^y各株の最大茎長の平均値

^x2019年10月9日に各株を達観により調査. 茎葉の枯れが, なし: 0, 株の半分未満: 1, 半分以上: 2, 株全体: 3とした

表 6. 灌水同時施肥における窒素施肥量の違いが定植4年目の地下部の生育に及ぼす影響 (実験2)

品種	処理	根長 ^z (cm)	株当たり 新芽数	地下部 新鮮重(g)	収量 ^x (kg・10a ⁻¹)	歩留まり率 ^w (%)
梵天	少肥区	41 ± 5	46 ± 7	3715 ± 402	1295	35.3
	中肥区	35 ± 4	45 ± 8	3060 ± 1090	1006	34.4
	多肥区	42 ± 2	46 ± 6	3425 ± 483	1117	33.3
北宰相	少肥区	46 ± 4	41 ± 4	3567 ± 433	1225	32.3
	中肥区	42 ± 3	42 ± 5	2481 ± 247	946	32.8
	多肥区	43 ± 2	55 ± 1	3356 ± 278	1346	34.4
春の粧	少肥区	44 ± 3	53 ± 6	4004 ± 782	1354	30.7
	中肥区	43 ± 3	57 ± 8	3447 ± 371	1054	27.1
	多肥区	46 ± 3	55 ± 8	3716 ± 563	1154	28.6
ラテンドール	少肥区	39 ± 2	39 ± 2	3252 ± 247	1229	31.8
	中肥区	42 ± 2	45 ± 4	3431 ± 345	1217	31.6
	多肥区	43 ± 4	40 ± 2	3429 ± 529	1021	28.0
2元配置分散分析 ^y						
	品種	N. S.	*	N. S.	N. S.	**
	処理	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
交互作用	品種×処理	N. S.	N. S.	N. S.	-	-

^z各株の最も長い根について, 直径が5mm以上の部分の長さ

^y**, *, N. S. : それぞれ1%水準, 5%水準で有意差あり, 有意差なし

^x加工・乾燥後の重量. 栽植密度1667株・10a⁻¹で算出

^w根についての(乾燥後重量)/(新鮮重)×100

ルチと灌水の利用は、根頭部の生育が促進され、根頭部に着生する芽数や翌年の茎数の増加に繋がる。茎数の増加は葉面積の増加、すなわち光合成産物生産能力の増大となることから、さらなる根頭部の生育促進へつながっていると考えられる。特に、薬用作物の持続的栽培に必須となる種苗確保だが根頭部は、根を切り落とした後に分割（株分け）して次作の種苗とするため^{2),4),7),8)}、根頭部の生育促進は種苗生産の効率化を担保できる一因となる。

3. 生薬原料となる根の新鮮重の増加に対して灌水の有無の影響は認められなかった（表 4）。シャクヤクの原産地は中国北部・シベリア南東部・朝鮮半島北部などであり、冬季の低温多湿には強いが夏季の高温乾燥には弱く¹⁷⁾、冷涼な気候と排水性が良い土壌を好む⁸⁾とされる。今回の実験圃場は、瀬戸内気候のため夏季高温となる上、土壌は水田低地土で降雨時に湛水しやすく、土壌下層の排水が良い条件ではなかったことから、土壌深くに伸長する根の生育促進につながらなかったと考察した。水はけがよく乾燥しやすい火山灰土壌の畑地などでは、マルチと灌水を併用し土壌水分を安定させることで、根の生育促進効果が高められる可能性がある。
4. 灌水を実施した場合の施肥方法の違いが生育に及ぼす影響について、実験 1 で検討した。灌水同時施肥区では、灌水を実施している春～秋季のみの施肥となるため、冬季は施肥していない状態となる。一方、灌水区では畝上面に溶出期間の長い CRF を置き肥とすることで、灌水をしない期間においても施肥効果が継続して得られると推測した。しかし、地上部、地下部ともに検討項目における違いは認められなかった（表 3, 表 4）ことから、今回の施肥方法の違いは株の生育に大きな影響を与えないと結論づけた。
5. 灌水同時施肥を利用する場合の窒素施肥量については、実験 2 で今回設定した窒素量の範囲では、地下部の生育に違いや製品収量に差が認められなかった（表 6）。一方、地上部では、茎数や最大茎長に違いはなかった（表 5）が、定植 4 年目の秋の時点で、窒素施肥量が多い処理

区の茎葉の枯れ程度が大きい品種が存在した（表 5）。このことから、灌水同時施肥とする場合の定植 2 年目から 4 年目までの窒素施肥量は年 $17.5\text{kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ 程度で十分である可能性が示唆された。これまでの薬用シャクヤク栽培マニュアル^{2),4),7),8)}で示された窒素施肥量は年 $12 \sim 35\text{kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ であり、今回明らかにした施肥量は妥当であると考えられる。灌水同時施肥処理では、給水タンク内の CRF から温度に依存し肥料成分が徐々に溶出することから効率的な施肥となり、トマトでは施肥量の削減が可能であることが報告されている¹⁸⁾。施肥量の削減は生産経費の軽減や環境負荷の低減につながる。今回の実験では年 $17.5\text{kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ が最も少ない条件であったが、それ以下の窒素施肥量でも同等の生育および収量が得られるか否かについて、今後検討する必要がある。

6. 今回用いた自動灌水装置の導入経費は、10a 当たり 10 万円前後（2020 年 7 月現在）と一般的な自動灌水装置の約 10 分の 1 と非常に安価であり、露地栽培作物でも導入可能と考える。また、灌水同時施肥を実施した場合の製品収量は、平均で $1164\text{kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ となり（表 6）、同期間栽培した株の目標収量 $1\text{t} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ⁸⁾ を超えた。特に、乾燥した気象が継続するような地域では、灌水による生育促進効果が高いことを示唆したが、露地畑で栽培するシャクヤクにおいて手灌水を継続して行うのは困難である。マルチと今回用いた自動灌水装置による灌水同時施肥の導入は、薬用シャクヤク栽培での省力化、多収化に有効かつ合理的方法であると考えられる。

謝 辞

シャクヤク薬用種の種苗を分譲いただいた富山県薬事総合研究開発センター薬用植物指導センターの田村隆幸氏および医薬基盤・健康・栄養研究所薬用植物資源研究センターの林茂樹氏、栽培管理に尽力いただいた農研機構管理本部西日本技術支援センター第 2 業務科 2 班並びに調査補助に携わった農研機構西日本農業研究センター施設野菜生産グループの諸氏に深く感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 山本豊, 黄秀文, 佐々木博, 武田修己, 樋口剛央, 向田有希, 森祐悟, 山口能宏, 白鳥誠. 日本における原料生薬の使用量に関する調査報告. 生薬学雑誌. 73: 16-35. 2019.
- 2) 富山型薬用作物生産協議会. 薬都とやまのシャクヤク(薬用)栽培マニュアル. 1-8. 2015.
- 3) 山岡傳一郎, 伊藤隆, 浅間宏志, 佐橋佳郎, 三谷和男, 姜東孝, 安井廣迪, 渡辺均. 生薬国内生産の現状と問題. 日本東洋医学雑誌. 68: 270-280. 2017.
- 4) 山口県農林総合技術センター. 山口県薬用作物栽培マニュアル. 2016.
- 5) 仲島亮介. 北育ち元気村 花き栽培マニュアル. シャクヤク. 2008. <http://www.sorachi.pref.hokkaido.lg.jp/ss/nkc/shr/hanamanuaru/pdf/18syakuyaku.pdf>, (Accessed 26 Jun 2020).
- 6) 佐竹元吉, 飯田修, 川原信夫(編). 新しい薬用植物栽培法. 採取・生薬調製. p.169-172. 廣川書店, 東京. 2002.
- 7) 鈴鹿シャクヤク栽培産地化検討会. 薬用シャクヤク栽培マニュアル Ver. 1. 1-9. 2015.
- 8) 薬用作物産地支援協議会. 薬用作物栽培の手引き. トウキ シャクヤク センキュウ ミシマサイコ ジオウ. 42-68. 2017.
- 9) 福田真三. 芍薬の生産と資源. 現代東洋医学. 12: 77-85. 1991.
- 10) 林茂樹, 菱田敦之, 熊谷健夫, 佐藤正幸, 青柳光敏・林隆章・姉帯正樹・柴田敏郎. 成分含量, 生薬の性状および農業形質からみた薬用シャクヤク品種の育成(第1報)ー低開花率により摘花および摘蓄作業の省力が可能になる新品種についてー. 生薬学雑誌. 65: 129-133. 2011.
- 11) 村上守一, 寺西雅弘, 吉田幸雄. シャクヤクの栽培研究ー切花用品種の品質についてー. 富山県薬事研究所年報. 15: 112-121. 1988.
- 12) 新潟県農業総合研究所中山間地農業技術センター. シャクヤクの新潟県中山間地域における薬用品種の選定. 平成12年度新潟県農林水産業研究成果集. 2000.
- 13) 内山達也, 小林泰子. 生薬「芍薬」生産を目的としたシャクヤク切り花兼用品種の選定と栽培条件. 三重県農業研究所成果情報. 2015.
- 14) 吉川(山西)弘恭, 中尾誠司. ソーラーポンプを利用した拍動自動灌水装置の組み立て方法. 近畿中国四国農業研究センター資料. 7: 21-31. 2010.
- 15) 矢野孝喜, 山中良祐, 吉越恆, 添野和雄, 川嶋浩樹, 高浦佳代子, 高橋京子. 耕作放棄地での薬用シャクヤク栽培におけるマルチの有無および種類が定植1年目の生育に及ぼす影響. 園芸学研究. 17(別2): 276. 2018.
- 16) 村上敏文. 「考えよう野菜の水管理」その1. 葉野菜類の根の生育と水管理. 信州のそ菜(JA長野経済連). 490: 36-38. 1996.
- 17) 御影雅幸, 木村正幸(編). 伝統医薬学・生薬学. 南江堂, 東京. P.188-189. 2013.
- 18) Kinoshita, T., T. Yano, M. Sugiura and Y. Nagasaki. Effects of controlled-release fertilizer on leaf area index and fruit yield in high-density soilless tomato culture using low node-order pinching. PLoS one 9: e113074. 2014.

ジャノヒゲの栽培研究（その1） 栽培種の選定と膨大部の形成に及ぼす環境要因について

Studies on cultivation of *Ophiopogon* Plants (Part 1)
Selection of cultivar candidates and research for the conditions of root
enlargement formation

尾崎和男¹⁾・古平栄一²⁾・芝野真喜雄¹⁾

¹⁾ 大阪薬科大学

〒569-1094 大阪府高槻市奈佐原4丁目20番1号

²⁾ 北里大学薬学部附属薬用植物園

〒252-0373 神奈川県相模原市南区北里1丁目15番1号

Kazuo Ozaki¹⁾, Eiichi Kodaira²⁾, Makio Shibano¹⁾

¹⁾ *Department of Natural Products Research, Osaka University of Pharmaceutical
Sciences, 4-20-1, Nasahara, Takatsuki, Osaka 569-1094, Japan*

²⁾ *Medicinal Plant Garden, School of Pharmacy, Kitasato University, 1-15-1 Kitasato,
Minami-ku, Sagamihara, Kanagawa, 252-0373 Japan*

受付日：2020年8月19日

受理日：2020年10月12日

要 旨

生薬バクモンドウ（麦門冬）は、*Ophiopogon japonicus* Ker-Gawler の根の膨大部を基原する。国内生産を目的に、ジャノヒゲ（*O. japonicus*）、ナガバジャノヒゲ（*O. ohwii*）およびセッコウリュウノヒゲ（*O. chekiangensis*）の3種の *Ophiopogon* 属植物より13系統を一次選抜した。これら13系統の地下部の生育状況ならびに根の膨大部の形状について比較検討した結果、膨大部の形成数ならびにその形成位置から見て、大阪府河内長野市由来のジャノヒゲ2系統（S-6 および S-7）と奈良県桜井市より入手した中国由来のセッコウリュウノヒゲ1系統（S-11）が現状の栽培種として適正と判断した。

また、膨大部の形成と肥大過程に影響する環境要因としては、形成初期に10℃以下の低温の必要性が示唆された。また、土壤水分については、水分供給を制限した乾燥状態あるいは過度の冠水状態はいずれも不適であり、排水良好な状況での水分供給は有効と考えられた。さらに、膨大部の形成位置については、耕土の深さによって変化することが明らかとなり、その最適な深さは10 cmであった。

キーワード：麦門冬，系統選抜，ジャノヒゲ，セッコウリュウノヒゲ

Summary

The Japanese and Chinese herbal medicine, *Ophiopogonis Radix* (*Ophiopogon* root; *Bakumondo* in Japanese; *Maidong* in Chinese), is prepared from the enlarged part of the root of *Ophiopogon japonicus* Ker-Gawler. In this study, the 13 original strains were preliminarily selected from three species for cultivar development: *O. japonicus*, *O. ohwii* Okuyama, and *O. chekiangensis* Kimura et Migo. Two *O. japonicus* (S-6 and S-7, from Kawachinagano city, Osaka, Japan) and one *O. chekiangensis* (S-11, from FUKUDA SHOUTEN Ltd., Sakurai, Nara, Japan) were then selected from the 13 original strains based on the position and number of root enlargements.

Low temperature (less than 10°C) was required in the winter season to form the root enlargement. In addition, soil moisture conditions may also have been an important factor. The optimum position for root enlargement formation was 10 cm below the ground although the position depended on the depth of the cultivated field.

Key words: *Ophiopogonis Radix*, cultivar development, *Ophiopogon japonicus*, *O. chekiangensis*.

はじめに

生薬バクモンドウ（麦門冬）は、消炎、鎮咳、強壯などの作用を有し、経験的薬能分類では滋陰薬とされ、麦門冬湯、清肺湯、清暑益気湯、釣藤散など一般用漢方製剤の 23 処方に配合されている。その基原植物は第十七改正日本薬局方においてユリ科（Liliaceae）のジャノヒゲ（*Ophiopogon japonicus* Ker Gawler）で、その利用部位は根の膨大部と規定されている¹⁾。生薬の性状は紡錘形を呈し、長さ 1.0~2.5 cm、径 0.3~0.5 cm で、一端はややとがり、他端はやや丸みを帯び、外面は淡黄色~淡黄褐色で大小の縦じわがある。本植物は北海道南西部~九州、朝鮮半島、台湾、中国に分布することが知られており、その性状は常緑の多年生草本で、葉は多数根生し、その長さは 10~20cm で、幅は 2~3mm の細長い線形を呈している。初夏に葉より短い 7~12 cm の花茎を出し、数個から 10 個の花を 7~8 月に開花する。根茎からは匍匐枝とともに根を出す。その根の一部が紡錘状に肥大する^{2,3)}。

福田は国内の自生または植栽されているジャノヒゲ（広義）について、葉や根茎の形状あるいは根の膨大部の詳細な形態調査を行い、日本薬局方

の基原植物をジャノヒゲ（狭義）*O. japonicus*、ナガバジャノヒゲ *O. ohwii* Okuyama、およびセッコウリュウノヒゲ *O. chekiangensis* K. Kimura et Migo の 3 種とすることを提案している⁴⁾。その他にも、生薬学的研究として麦門冬の基原植物に関する報告がいくつか見られる^{5,6)}。

本邦では江戸時代末期から昭和 40 年代前半まで大阪府河内長野市において薬用として生産栽培が行われ、その一部が輸出されていた記録がある⁷⁾。しかし、その後の取引価格の下落によって生産が縮小し、それ以降は中国からの輸入品に依存しているのが現状である。国産化への取り組みを進める際には、当時の栽培方法を検証するとともに、それに適応した栽培種の育成が必要と考えられた。まず始めに当時の栽培者に聞き取り調査を行ったところ、「生薬素材である根の膨大部は 3 株植えて 20 個前後が得られ、野生種より大きい形状であった。」また、「植え付けた苗の主芽部から発生する地下匍匐枝は、野生種と比較して短く株元で萌芽するため収穫調製用の機具（カナコギ）による作業が容易であった。」さらに「ジャノヒゲを畑から収穫する際に人の手で容易に引き抜くことができた」等々の回答であり、既に選び出され

た栽培種が存在していたと推定される内容であった⁷⁾。なお、栽培地の条件としては「日当たりが良く、排水良好な水田が適切である」との事であった。

そこで本研究では、栽培化に向けた取り組みとして聞き取り調査をもとに、大阪府河内長野市の旧栽培地周辺から採集したジャノヒゲ^{8,9)}ならびに奈良県桜井市で系統保存されていた中国由来のセッコウリュウノヒゲ^{10,11)}について地下部の生育状況や膨大部の形状などを比較検討し、栽培種の選定を試みた。さらには栽培条件の基礎資料を得るため、膨大部の形成と肥大過程に影響すると考えられる環境要因として越冬期の温度条件、土壌水分および耕土の深さについて検討を行った。

材料および方法

1. 栽培種の選定

旧栽培地である大阪府河内長野市の加賀田地区およびその周辺に生育していたジャノヒゲを採集し、2014年5月より同地区の栽培経験者である屋納安治氏圃場において栽培を実施した(写真-1)。2016年5月に掘り上げた際、根の膨大部の形状あるいは形成位置(根基部からの長さ)などを指標に10系統(河内長野市由来のジャノヒゲ:系統番号S-1~S-10)を一次選抜した、また同年6月には奈良県桜井市の福田商店敷地内で保存されていた3系統(中国由来のセッコウリュウノヒゲ:系統番号S-11~S-13)を含めた計13系統について、それぞれを大阪薬科大学薬用植物園内で増殖させて供試材料とした。



写真1. 圃場での栽培状況 (河内長野市)

13系統の比較検討に関しては、2017年5月26日に用土を満たしたビニルポット(径15cm、深さ30cm)に1株植えで各系統12ポットを作製した。栽培期間は河内長野市での栽培歴⁷⁾に準拠し、1年間として2018年5月18日に掘り上げて水洗後に形状を調査した。調査は植え付け苗から成長した主芽部を主体に、その芽数、葉の長さ(最長値)、根数、根の長さ(最長値)および膨大部の形成数とその位置を計測した。なお、地下匍枝については、主芽より3cm以上に伸長した匍枝の中で先端部の葉束が展開したものを側芽部として、その個数と膨大部(縦長:20mm以上のタイプA)の形成数を測定した。地下部匍枝の膨大部形成数については、系統間あるいは株間での差が大きいため参考資料として表-2のみに表示した。

栽培条件としては、混合土壌3450ℓ(ココピート8.7:スミリンユーキ(スミリン農産工業株)13.0:キングパール(三井金属鉱業株)26.1:パーミキュライト26.1:川砂10.9:黒土15.2)に骨粉3.6kg、ぼかし(有機肥料N:P₂O₅:K₂Oは各4%:7%:5%)1.8kgおよび苦土石灰3.6kgを加味したものを用土とした。基肥としては、20ℓの用土に対して乾燥牛肥1ℓ(372g)、鶏糞1ℓ(505g)および石灰100gを混和した。追肥は9月上旬に化成肥料(N:P₂O₅:K₂Oは各8%)5g/ポットを、12月上旬および翌年3月に有機入り配合肥料(N:P₂O₅:K₂O:Mgは各2%:5%:3%:1%)5g/ポットをそれぞれ施用した。

根の膨大部の形状については、日本薬局方の性状の数値を基準として縦長(長さ)によって3タ

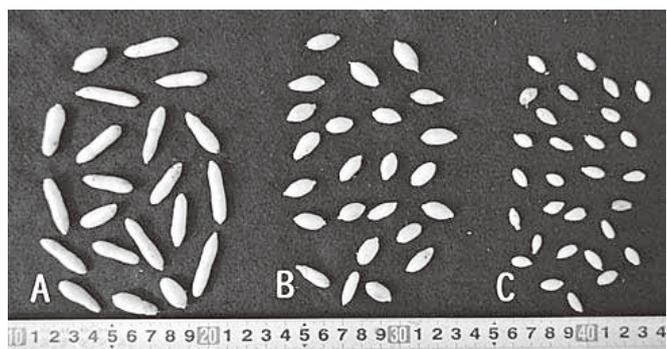


写真2. タイプの異なる膨大部の形状(縦長)

A:20mm以上 B:10~20mm未満 C:10mm未満

イブ（タイプ A：20 mm 以上，タイプ B：10～20 mm 未満，タイプ C：10 mm 未満）に区分けた。そのタイプ A および B は局方の値を満たすものと考えられた（写真-2）。なお，調査した膨大部の数値は，いずれも新鮮物を対象に測定したものである。そこで 2 系統（S-7 および S-11）を供試して新鮮物ならびに乾物時（電気温風乾燥機，設定 50℃，7 日間）における膨大部の縦長（長さ）と幅（径）を測定し，その減少率〔(1-乾物/新鮮物)×100〕を算出した。また，乾燥歩留〔(乾重/生重)×100〕についても調査して比較した。

統計処理に関しては，母集団の平均値について群間ですべての対比較を同時に検定するための多重比較法として Tukey 型の多重検定によって実施した。また，実験 2-2 に示した 2 つの母集団の比較には Student の t 検定で評価した。

2. 膨大部の形成に及ぼす環境要因について

2-1 越冬期の温度条件

用土を満たしたビニルポット（径 15 cm，深さ 10 cm）に一次選抜母集団株を 2017 年 6 月 16 日に 1 株植えた。膨大部の形成前と考えられる同年 10 月 20 日に 5 区（5，10，15，20 および 25℃）に設定した温度勾配恒温器（日本医化器械製作所 TG-180CCFL-5LE）に各 3 ポットを搬入した。2018 年 3 月 20 日からは屋外で管理し，5 月 20 日に掘り上げて主芽部における生育状況と膨大部の形状を調査した。

2-2 越冬期の土壌の水分環境

用土を満たしたビニルポット（径 15 cm，深さ 30 cm）に系統番号 S-6 を 2018 年 6 月 4 日に 1 株植えた。栽培場所は屋外に置き，膨大部が形成される同年 12 月 8 日～翌年 3 月末まで定期灌水（1 回/週間）で管理する処理 I 区（n=10）と定期灌水を制限（1 回/4 週間）した処理 II 区（n=6）を設定して比較した。2019 年 5 月 7 日に掘り上げて主芽部における生育状況と膨大部の形状を調査した。

2-3 耕土の深さ

用土を満たした 3 種類のビニルポット（径 15 cm）に系統番号 S-6 を 2018 年 6 月 4 日に 1 株植

えて各区 10～12 ポットを作製した。ビニルポットの深さとしては 10，20 および 30 cm の 3 区を設定して比較した。2019 年 5 月 10 日に掘り上げて主芽部における生育状況と膨大部の形状ならびにその形成位置（根基部からの長さ）を調査した。

結果および考察

1. 栽培種の選定

1-1 13 系統の外部形態形質

大阪府河内長野市において生産栽培を経験された方々からの聞き取り調査により，その選定基準を次の①～④に設定した。基準①：株あたり 7 個以上の膨大部を形成する（生産性）。基準②：株から出芽した地下匍枝は 3 cm 以内で全体的に株立ちの形状である（作業性）。基準③：根の膨大部は根基部より 10 cm 程度に形成する（作業性）。基準④：膨大部の長さは 1.1～3.0 cm で市場品と同等の大きさである（生産性，品質性）。

一次選抜した 13 系統については，外部形態形質により 3 つのグループ（I～III）に分かれることから，それぞれのグループ内で比較検討した。すなわち，河内長野市由来の S-1～S-7（グループ I）については，地上部が群生して地下匍枝を形成するもので，葉長は 20 cm 以下を示したのに対し，同由来の S-8～S-10（グループ II）は地上部が叢生しており，葉長は 20 cm 以上でやや細長く，地下匍枝の形成が見られない点で明らかに異なる形状であった。一方，奈良県桜井市より入手した S-11～S-13（グループ III）は，グループ I に近似するものの，大型で地下匍枝が太く，葉の長さは 20 cm 以上を示していた。これらの形状については，福田によって報告された内容と類似するものであり，グループ I はジャノヒゲ (*O. japonicus* 狭義) に，グループ II はナガバジャノヒゲ (*O. ohwii*) に，グループ III はセッコウリュウノヒゲ (*O. chekiangensis*) に相当するものと考えられた。

グループ I の 7 系統の地下部については，表-1 に示したように S-7 の根長が 26.0 ± 2.7 cm で最も短く，その根数は 17.3 ± 3.7 本と少ないものであった。一方，S-3 はそれぞれ 33.2 ± 2.4 cm および 25.9 ± 3.8 本を示し，系統間に差がみられた。また，

膨大部の形成数について比較したところ、縦長 20 mm 以上 (タイプ A とする) は S-6 が最も多い 4.1 ± 1.9 個を、縦長 10~20 mm 未満 (タイプ B とする) では S-3 が同様に 8.9 ± 2.0 個を形成していた。それらの合計数 (A+B) でも S-3 が 11.5 ± 2.7 個で最も多く、つぎに S-6 および S-7 がいずれも 8.0 個以上であった。膨大部 (タイプ A+B) の形成位置については、S-6 が 8.9 ± 2.4 cm で根の基部から最も短い位置に形成が見られ、S-5 および S-7 も 10.0 cm 以下の数値を示し、他の 4 系統との差が認められた。根数から算出した膨大部 (タイプ A+B) を形成する根の比率 (形成率) については、形成数の多い 3 系統 (S-3, S-6, S-7) において高い値を示していた (表-1)。なお、膨大部を形成している根を観察したところ、その形状は分枝が少なく直根性を示しているのに対し、膨大部を形成しない根は多くの分枝根が見られ、前者に比べてやや細い形状であると観察された (写真-3)。

グループ II の 3 系統の根長は 30 cm 前半の数値を示し、その根数は 20 本前後であった。膨大部については、いずれもタイプ B を多く形成しており、特に分枝した根には、縦長 10 mm 未満 (タイ

プ C とする) の膨大部を多数形成する状態を示し、他のグループと異なる形状であった (写真-3)。一方、グループ III の 3 系統の根長は 40 cm 前後と長く、その根数は 12 ~ 19 本と少ないものであった。S-11 の膨大部はタイプ A を 5.8 ± 2.2 個形成しており、S-12 や S-13 と比較しても有意に多く、タイプ B を含めると 9.2 ± 5.1 個であった。なお、グループ II および III における膨大部 (タイプ A+B) の形成位置は、いずれも根の基部から 13.0 cm 以上の長さを示していた。

つぎに膨大部 (タイプ A+B) の形成数が主芽部あたり 8.0 個以上を示す 6 系統 (S-3, S-6, S-7, S-8, S-9 および S-11) について比較したところ、主芽部における芽数 (直立根茎) については、グループ II の 2 系統が 5.5 個を計測しており、叢生型の特徴である地下匍枝を形成しないものであった。なお、他の系統はいずれも 2.5 個以下の数値であった。葉の長さはグループ間において、根長および根数は系統間において、それぞれ差が認められた。一方、膨大部の形成数に関しては、タイプ A と B のそれぞれに明らかな傾向は見られず、それらの合計数は 8.3 ~ 11.5 個の範囲内であった。

表 1. 系統間の主芽部における各部位の生育量ならびに膨大部の形成数とその形状に関する比較

グループ (G)	系統	n	葉長 (cm)	根長 (cm)	根数 (本)	膨大部の形成数 (個)				膨大部の形成率 (%)	膨大部の形成位置 (cm)
						A	B	C	(A+B)		
I	S-1	11	18.5 ± 1.4 a	32.4 ± 3.1 a	21.6 ± 5.2 ab	3.1 ± 1.4 ab	4.8 ± 3.3 b	11.5 ± 10.1 b	7.9 ± 4.2 a	36.0 ± 13.2 ab	13.2 ± 2.9 c
	S-2	12	13.0 ± 3.5 b	31.3 ± 3.3 ab	21.3 ± 6.4 ab	2.0 ± 1.7 ab	4.5 ± 1.7 b	12.7 ± 7.7 ab	6.5 ± 2.6 b	31.1 ± 10.1 b	12.2 ± 2.6 b
	S-3	12	19.3 ± 1.7 a	33.2 ± 2.4 a	25.9 ± 3.8 a	2.6 ± 1.6 ab	8.9 ± 2.0 a	22.4 ± 9.3 a	11.5 ± 2.7 a	44.6 ± 9.2 ab	13.0 ± 1.8 bc
	S-4	11	14.4 ± 2.1 b	30.4 ± 3.4 ab	25.5 ± 6.1 a	0.5 ± 0.7 c	7.3 ± 2.8 ab	14.9 ± 6.5 ab	7.5 ± 2.5 a	30.4 ± 10.8 b	12.2 ± 2.1 b
	S-5	7	18.6 ± 2.3 a	29.6 ± 3.3 ab	19.3 ± 8.1 ab	1.3 ± 2.2 bc	5.9 ± 2.8 ab	11.3 ± 13.4 ab	7.1 ± 4.5 a	36.4 ± 16.8 ab	9.6 ± 3.3 ab
	S-6	12	17.7 ± 2.3 a	27.8 ± 3.0 bc	18.8 ± 3.2 b	4.1 ± 1.9 a	5.0 ± 2.4 b	7.1 ± 2.8 b	9.1 ± 2.8 a	48.4 ± 11.4 a	8.9 ± 2.4 a
	S-7	12	17.8 ± 1.3 a	26.0 ± 2.7 c	17.3 ± 3.7 b	2.9 ± 2.4 ab	5.3 ± 2.6 b	7.4 ± 4.5 b	8.3 ± 2.1 a	47.8 ± 9.1 a	9.1 ± 1.0 a
II	S-8	11	22.5 ± 2.3 b	31.7 ± 4.7 ab	21.0 ± 4.4 a	3.2 ± 1.7 a	7.2 ± 3.2 a	48.9 ± 22.1 a	10.4 ± 3.4 a	48.8 ± 12.8 a	13.9 ± 2.8 a
	S-9	11	23.4 ± 2.2 b	30.8 ± 3.0 b	21.3 ± 5.6 a	2.8 ± 2.4 a	7.6 ± 3.6 a	48.7 ± 14.3 a	10.5 ± 4.4 a	49.0 ± 15.6 a	13.7 ± 3.2 a
	S-10	11	28.3 ± 2.5 a	35.4 ± 4.8 a	12.3 ± 4.4 b	0.3 ± 0.9 b	1.3 ± 1.3 b	47.8 ± 25.6 a	1.7 ± 1.6 b	15.2 ± 13.9 b	22.3 ± 4.3 b
III	S-11	6	25.8 ± 2.6 a	37.5 ± 2.2 a	18.5 ± 6.3 a	5.8 ± 2.2 a	3.3 ± 3.4 a	8.7 ± 12.9 a	9.2 ± 5.1 a	47.5 ± 12.2 a	13.9 ± 4.0 a
	S-12	6	26.8 ± 1.6 a	38.7 ± 3.4 a	13.0 ± 2.5 a	2.8 ± 1.2 b	2.0 ± 0.9 a	5.3 ± 4.1 a	4.8 ± 1.9 a	36.6 ± 12.1 a	16.0 ± 3.2 a
	S-13	6	23.5 ± 0.6 b	40.5 ± 4.9 a	11.8 ± 4.1 a	1.8 ± 1.7 b	3.8 ± 2.1 a	9.0 ± 10.1 a	5.5 ± 3.7 a	44.1 ± 24.2 a	15.9 ± 6.2 a

平均 ± 標準偏差

膨大部のタイプ (縦長) A: 20mm以上, B: 10~20mm未満, C: 10mm未満

同一項目の異なる英文字間では Tukey 多重検定により5%水準で有意差があることを示す。(グループ間で比較)

形成率: 膨大部 (タイプAまたはタイプB)を形成した根の数/すべての根数×100

形成位置: 根基部から膨大部 (タイプAまたはタイプB)までの長さ

表 2. 選り出した 6 系統における各部位の生育量ならびに膨大部の形成数とその形状に関する比較

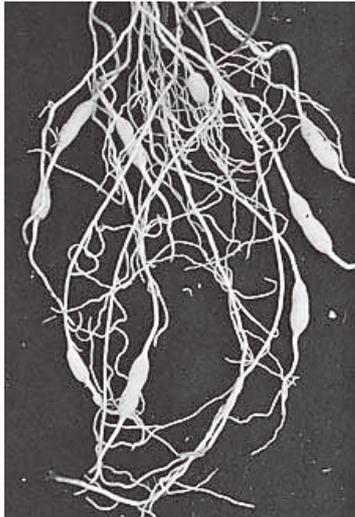
G 系統	n	芽数 (個)	葉長 (cm)	根長 (cm)	根数 (本)	主 芽 部			側芽部 (地下匍枝)					
						膨大部の形成数 (個)	膨大部の形成率 (%)	膨大部の形成位置 (cm)	芽数 (個)	膨大部数 A				
I	S-3	12	2.5 ± 1.0 b	19.3 ± 1.7 c	33.2 ± 2.4 ab	25.9 ± 3.8 a	2.6 ± 1.6 b	8.9 ± 2.0 a	22.4 ± 9.3 b	11.5 ± 2.7 a	44.6 ± 9.2 a	13.0 ± 1.8 b	1.8 ± 1.5 a	0.7 ± 0.8 ab
	S-6	12	2.3 ± 1.4 b	17.7 ± 2.3 c	27.8 ± 3.0 bc	18.8 ± 3.2 b	4.1 ± 1.9 ab	5.0 ± 2.4 b	7.1 ± 2.8 c	9.1 ± 2.8 a	48.4 ± 11.4 a	8.9 ± 2.4 a	1.6 ± 1.1 a	1.6 ± 2.5 ab
	S-7	12	1.5 ± 0.9 b	17.8 ± 1.3 c	26.0 ± 2.7 c	17.3 ± 3.7 b	2.9 ± 2.4 ab	5.3 ± 2.6 b	7.4 ± 4.5 bc	8.3 ± 2.1 a	47.8 ± 9.1 a	9.1 ± 1.0 a	1.6 ± 1.2 a	2.7 ± 3.9 a
II	S-8	11	5.5 ± 2.5 a	22.5 ± 2.3 b	31.7 ± 4.7 b	21.0 ± 4.4 ab	3.2 ± 1.7 ab	7.2 ± 3.2 ab	48.9 ± 22.1 a	10.4 ± 3.4 a	48.8 ± 12.8 a	13.9 ± 2.8 b	0.0	0.0
	S-9	11	5.5 ± 3.1 a	23.4 ± 2.2 ab	30.8 ± 3.0 b	21.3 ± 5.6 ab	2.8 ± 2.4 ab	7.6 ± 3.6 ab	48.7 ± 14.3 a	10.5 ± 4.4 a	49.0 ± 15.6 a	13.7 ± 3.2 b	0.0	0.0
III	S-11	6	2.2 ± 1.2 b	25.8 ± 2.6 a	37.5 ± 2.2 a	18.5 ± 6.3 b	5.8 ± 2.2 a	3.3 ± 3.4 c	8.7 ± 12.9 bc	9.2 ± 5.1 a	47.5 ± 12.2 a	13.9 ± 4.0 b	1.8 ± 1.7 a	2.5 ± 1.4 ab

平均±標準偏差
 同一項目の異なる同一項目の異なる英文字間では Tukey 多重検定により 5%水準で有意差があることを示す。
 形成率：膨大部 (タイフAまたはタイフB) を形成した根の数 / すべての根数 × 100
 形成位置：根基部から膨大部 (タイフAまたはタイフB) までの長さ
 主芽部：植え付けた苗から成長したの直立根茎の部位
 側芽部：地下匍枝が 3cm 以上に伸長し、先端部が葉束として展開した部位
 膨大部のタイフ (縦長) A: 20mm 以上, B: 10~20mm 未満, C: 10mm 未満

表 3. 選り出した 6 系統の膨大部 (A) の形状とその乾燥歩留

G 系統	n	膨大部 (A タイフ) の形状 (新鮮)			乾燥歩留 (%)	
		縦長 (mm)	幅 (mm)	生重 (g)		
I	S-3	30	25 ± 3 b	7 ± 1 b	0.7 ± 0.1 c	36.2 ± 0.4 a
	S-6	30	26 ± 3 b	7 ± 1 b	0.7 ± 0.1 c	31.1 ± 1.6 b
	S-7	30	25 ± 2 b	7 ± 1 b	0.7 ± 0.1 c	35.9 ± 0.8 a
II	S-8	20	25 ± 3 b	8 ± 1 a	0.9 ± 0.2 b	34.3 ± 1.1 a
	S-9	20	26 ± 3 b	8 ± 1 a	0.9 ± 0.2 b	34.0 ± 0.4 a
III	S-11	30	30 ± 3 a	9 ± 1 a	1.3 ± 0.3 a	27.9 ± 0.3 c

平均±標準偏差
 同一項目の異なる英文字間では Tukey 多重検定により 5%水準で有意差がある。



グループ I (S-3) 系統



グループ II (S-10) 系統

写真 3. 膨大部の形成状況

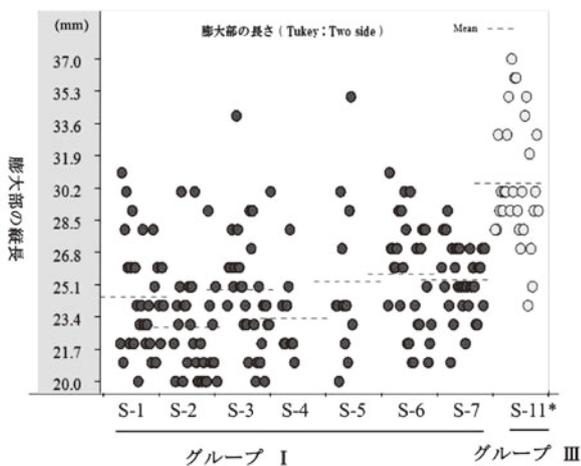
しかし、タイプ C については、グループ II の 2 系統がいずれも 50 個弱の値を示し、他のグループと差が認められた。なお、グループ I の S-3 は 22 個を示しており、同グループの他の 2 系統が 7 個であったことから、グループ内においても異なる形状を示す系統が存在していた (表-2)。

選定基準③である根基部から膨大部 (タイプ A+B) までの長さについては、グループ I の S-6 および S-7 がそれぞれ 8.9 ± 2.4 cm および 9.1 ± 1.0 cm で、いずれも選定基準を満たしていたのに対して、膨大部の形成数が多いグループ III の S-11 は 13.9 ± 4.0 cm と長く有意な差が認められた。

選定基準②を示す主芽より 3 cm 以上に伸ばした地下匍枝については、グループ II 以外において形成が確認されており、先端部の葉束が展開した数値 (側芽部の芽数) は 1.6~1.8 個の範囲を示し、基準を満たすものではなかった。なお、いずれも系統内での変異幅が大きく遺伝的要素以外に栽培条件を含めた環境要因の影響が大きいと考えられることから、既存の栽培条件である 3 株植えなど成長を抑制する方法での再検討を行い評価したいと考えている。また、それらに形成された膨大部 (縦長 20 mm 以上のタイプ A) は、S-7 が 2.7 個で、S-11 が 2.5 個であった。

1-2 膨大部の形状

選定基準④を満たす膨大部 (タイプ A+B) のうち、タイプ A の形状について調査した結果、グ



* Tukey多重検定によりS-1~S-7の各系統に対して1%水準で有意差がある。

図 1. 各系統における膨大部の形状の分布図



写真 4. 系統別の膨大部タイプ A の形状

表 4. 膨大部の新鮮物と乾物における形状の変化

系統	膨大部 タイプ	縦長 (mm)		縦長 減少率 (%)	幅 (mm)		幅 減少率 (%)	重量 (g)		乾燥 歩留 (%)
		新鮮物	乾物		新鮮物	乾物		新鮮物	乾物	
S-7	A	26 ± 4 b	25 ± 4 a	6.6 ± 2.0 ab	8 ± 1 b	5 ± 1 b	34.1 ± 5.3 a	0.93 ± 0.13 b	0.35 ± 0.06 b	37.6 ± 3.6 a
S-7	B	15 ± 1 c	14 ± 1 b	5.8 ± 3.0 a	8 ± 1 b	5 ± 1 b	36.7 ± 7.1 a	0.55 ± 0.11 c	0.21 ± 0.06 c	38.2 ± 9.7 a
S-11	A	30 ± 6 a	27 ± 6 a	7.9 ± 2.5 b	10 ± 1 a	7 ± 1 a	32.4 ± 6.2 a	1.69 ± 0.34 a	0.44 ± 0.12 a	25.5 ± 3.6 b

平均±標準偏差 (n=20)

膨大部のタイプ (縦長) A: 20mm以上, B: 10~20mm未満

同一項目の異なる英文字間では Tukey 多重検定により5%水準で有意差がある。

減少率: (1-乾物/新鮮物) × 100

乾燥歩留: (乾物重/新鮮物重) × 100

グループ I である S-6 の膨大部の縦長 (長さ) と幅 (径) および生重 (1 個) は, それぞれ 26 ± 3 mm, 7 ± 1 mm および 0.7 ± 0.1 g であったのに対し, グループ III の S-11 は, それぞれ 30 ± 3 mm, 9 ± 1 mm および 1.3 ± 0.3 g で有意な差が認められた。なお, S-11 の形状は中国から入手する大きい形状の生薬「バクモンドウ (麦門冬)」に近似するものと推測された^{10,11)}。乾燥歩留についてはグループ I の 3 系統 (S-3, S-6 および S-7) が 31.0 % 以上を示したのに対し, グループ III の S-11 は 27.9 % と低い値で差が認められた (表-3, 写真-4)。グループ I の 7 系統については, 河内長野市での試作栽培の時点から選定基準を意識して予備的に一次選抜したものであり, 栽培条件あるいは調整状況が異なるものの, すでに報告されている膨大部の大きさと比較しても大形な形状を示していた⁹⁾。なお, グループ III のセッコウリュウノヒゲの膨大部は, さらに大きいものであった。膨大部の長さに関する系統間の分布状況を図-1 に示した。

つぎに生薬としての視点より評価するため, 新鮮な膨大部を乾燥した時の形状の変化について見ると, S-7 (タイプ A) の縦長 (長さ) および幅 (径) の減少率は, それぞれ 6.6 ± 2.0 % および 34.1 ± 5.3 % であったのに対し, S-11 (タイプ A) のそれは 7.9 ± 2.5 % および 32.4 ± 6.2 % で系統間に差は見られなかった。しかし, いずれの減少率も縦長 (長さ) よりも幅 (径) において大きく, 形状的に細く縮んでいるように観察された。一方, 乾燥歩留に関しては S-7 が 37.6 ± 3.6 % であったに対し, S-11 は 25.5 ± 3.6 % と低く明らかな差が認められ

た (表-4)。

このように栽培に適応した系統を選定するために設定した基準①~④を目標に検討を行ったところ, 再検討を要する基準②を除く, 株あたりの膨大部 (タイプ A+B) の形成数が 7 個以上で, かつ地表下 10 cm 以内であることを指標にした場合, 現状では選定基準に相当する値を示した大阪府河内長野市由来のジャノヒゲ 2 系統 (S-6 および S-7) ならびに膨大部の形成数と大きさに優れた奈良県桜井市より入手した中国由来のセッコウリュウノヒゲ 1 系統 (S-11) が有望と考えられた。今後はこれらの系統を供試して基準②を満たす栽培条件の検討を行うとともに, 圃場での実証栽培を進める予定である。

2. 膨大部の形成に及ぼす環境要因について

2-1 越冬期の温度条件

膨大部は植付けた株の新たな根に形成され, その形成時期は概ね 10 月以降であり, 収穫される翌年の 5 月までの期間に緩やかに肥大生長すると考えられた。そこで, 膨大部の肥大促進を目的に温室内で促成を試みたところ, 葉数や根数などに大きな成長が見られたものの, 想定外に根の膨大部は甚だ小さく少ないものであった (写真-5a)。これは形成時と想定される越冬期の温度あるいは土壌の水分環境等が影響したと考えられたことから, それらを検証するため, まず膨大部の形成時における生育温度について検討を行った。

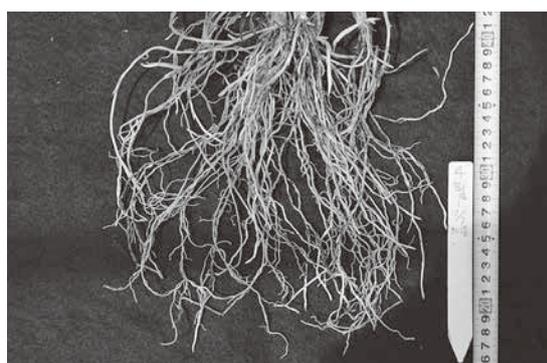
葉長については, 設定温度が高くなることで成長が促される傾向が見られたものの 11.7~19.0 cm

表 5. 主芽部における根の膨大部の形成と肥大に及ぼす越冬期の温度の影響

温度 °C	葉 長 (cm)	根 長 (cm)	根 数 (本)	膨大部の形成数 (個)			
				A	B	C	計
5	12.7 ± 0.5 a	18.0 ± 0.8 a	16.3 ± 3.3 a	0.0	5.0 ± 2.2 a	5.7 ± 1.9 ab	10.7 ± 2.4 a
10	14.3 ± 0.5 a	17.7 ± 1.2 a	19.7 ± 1.9 a	0.0	5.3 ± 1.2 a	8.7 ± 1.9 a	14.0 ± 0.8 a
15	11.7 ± 0.5 a	18.0 ± 1.4 a	20.0 ± 7.8 a	0.0	0.0	10.3 ± 2.5 a	10.3 ± 2.5 a
20	15.3 ± 4.0 a	19.3 ± 1.2 a	25.0 ± 3.7 a	0.0	0.0	4.0 ± 2.2 ab	4.0 ± 2.2 b
25	19.0 ± 4.5 a	18.3 ± 0.5 a	18.7 ± 1.2 a	0.0	0.0	2.0 ± 0.8 b	2.0 ± 0.8 b

膨大部のタイプ (縦長) A: 20mm以上, B: 10~20mm未満, C: 10mm未満
平均±標準偏差 (n=3)

同一項目の異なる英文字間では Tukey 多重検定により5%水準で有意差があることを示す。



a. 温室内で生育させた地下部の状況



b. 各温度帯で生育させた状況

写真 5. 膨大部の形成と肥大に及ぼす越冬期の温度の影響

の範囲内であり、根の長さおよび根数も含め、いずれの形質においても差は見られなかった。一方、膨大部の形成数については、大きい形状のタイプ A の形成は見られなかったものの、タイプ B では 10℃ 以下の区に形成が見られた。タイプ C を含めた膨大部の合計数では、10℃区が 14.0±0.8 個と最も多く、温度が上昇するとともに減少し、有意な差が認められた (表-5, 写真-5b)。

このように膨大部の形成と肥大に対しては、明らかに低温の必要性が示唆されたことから、今後は低温要求の時期あるいはその期間等の詳細な検討を実施する予定である。

2-2 越冬期の土壌の水分環境

ジャノヒゲの仲間は樹林下等に生育する植物であり、比較的湿潤な場所を好むと考えられた²⁾。また長期の冠水状態でも枯死せず、その際にはイネなどと同様に通気組織が根に形成されて、茎葉部の光合成で作られた酸素が根系に移動することが知られている^{12,13)}。

環境が制限されたポット栽培においては、膨大部が細く小さいものや、その形状が瓢箪型あるいは珠数状に分離してタイプ B あるいは C の形状を呈する株が見受けられた。これは圃場栽培では見られることが少ないものであり、ポット栽培における土壌水分等の保持状況が影響しているものと

表 6. 主芽部における膨大部の形成と肥大に及ぼす土壤水分の影響

区	草丈 (cm)	根長 (cm)	根数 (本)	膨大部の形成数(個)			
				A**	B	C	計*
I	15.2 ± 2.5 a	29.2 ± 1.7 a	15.3 ± 3.2 a	2.6 ± 1.1 a	5.0 ± 1.8 a	3.9 ± 3.2 a	11.5 ± 3.9 a
II	12.7 ± 2.0 a	30.0 ± 3.5 a	13.4 ± 3.4 a	0.2 ± 0.4 b	3.8 ± 1.6 a	2.8 ± 1.9 a	6.8 ± 3.1 b

区分け I : 灌水1回/週間 (n=10) II : 灌水1回/4週間 (n=6) 平均±標準偏差
 膨大部のタイプ(縦長) A : 20mm以上, B : 10~20mm未満, C : 10mm未満
 同一項目の異なる英文字間ではStudent T検定により**1%, *5%水準で有意差があることを示す。



左：制限区 右：対照区

写真 6. 越冬期の水分の制限が膨大部に及ぼす影響

考えられた。

実験区としては、単純に膨大部が形成される越冬期間中に灌水を継続実施した区 (I) と灌水回数を制限した区 (II) の 2 区を設定して比較したところ、葉の長さ、根の長さおよび根数に差は見られなかった。しかし、膨大部 (タイプ A+B+C) の形成数については、I 区が 11.5 ± 3.9 個であったのに対し、II 区のそれは半数近い 6.8 ± 3.1 個で明らかな差異が認められた。特に大きい膨大部 (タイプ A) においては、I 区が 2.6 ± 1.1 個を形成していたが、II 区では 0.2 ± 0.4 個と顕著に少ないものであった (表-6, 写真-6)。なお、膨大部の形成時期に水を満たした冠水状態で栽培を試みたところ、植物体は枯死に至らないものの膨大部は形成されず、すでに形成されていた膨大部も容易に腐敗していることが観察された。

このように膨大部の形成とその肥大に対して

は、適度な水分を供給した土壤環境で栽培することが有効と考えられた。一方、水分供給を制限した乾燥状態あるいは過度の冠水状態はいずれも不適であった。これは栽培経験者から得た栽培地の条件「日当たりが良く、排水良好な水田が適切である」を追認するものであった。なお、膨大部の形状として瓢箪型あるいは数珠状の形成に対する土壤水分の影響は明らかではなかった。今後は土壤水分の適正値を数値化して把握することで、栽培に適応した地域あるいは圃場を見出すことが可能と考えられた。

2-3 耕土の深さ

河内長野市での試作栽培を実施した際、明らかに根の長さが短く、膨大部が根基部に近い位置に形成している株がいくつか見受けられた。それは S-7 のように遺伝的な特性を示したのものや、それ以外の環境要因が影響したものが含まれると考えられた。そこで深さの異なるビニルポットを用いて、膨大部の形成位置 (根基部からの長さ) について比較検討した。

葉の長さおよび根数に差は見られなかったが、根の長さは当然のごとくポットの深さ (耕土の深さ) に比例して長くなり、10 cm 区が 20.7 ± 3.6 cm, 30 cm 区が 29.2 ± 1.7 cm を示し、その差が認められた。一方、膨大部の形成数については、タイプ A と B の合計数が 6.3 ~ 6.8 個の範囲内であったが、その膨大部の形成位置については、10 cm 区が 4.9 ± 0.9 cm を示したのに対し、30 cm 区は約 2 倍の 10.7 ± 2.5 cm で有意な差が認められた (表

表 7. 耕土の深さが主芽部における根の生育および膨大部の形成に及ぼす影響

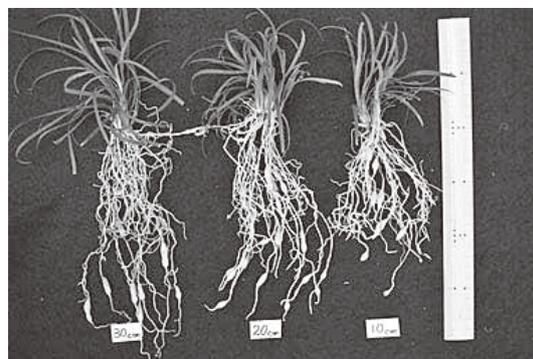
区	葉長 (cm)	根長 (cm)	根数 (本)	膨大部の形成数(個)			膨大部の 形成位置 (cm)
				A	B	計	
10cm	14.4 ± 2.1 a	20.7 ± 3.6 a	14.7 ± 4.0 a	3.6 ± 1.5 a	2.7 ± 2.1 b	6.3 ± 1.6 a	4.9 ± 0.9 a
20cm	14.6 ± 1.9 a	24.3 ± 2.1 b	14.6 ± 2.8 a	2.5 ± 1.9 a	4.3 ± 1.4 ab	6.8 ± 1.7 a	7.9 ± 2.2 b
30cm	15.2 ± 2.5 a	29.2 ± 1.7 c	15.3 ± 3.2 a	2.6 ± 1.1 a	5.0 ± 1.8 a	7.6 ± 1.8 a	10.7 ± 2.5 c

平均±標準偏差 (n=10~11)

膨大部のタイプ(縦長) A: 20mm以上, B: 10~20mm未満

同一項目の異なる英文字間では Tukey 多重検定により5%水準で有意差があることを示す。

形成位置: 根基部から膨大部(タイプAまたはタイプB)までの長さ(形成根での比較)



深さの異なるビニルポットで生育させた状況

写真 7. 耕土の深さが根の生育ならびに膨大部の形成に及ぼす影響

7, 写真7). なお, 根長に対する形成位置の比率 [(形成位置/根長) × 100] を算出して比較したところ, 10 cm 区が 23.7 を, 20 cm 区が 32.5 を, 30 cm 区が 36.6 を示し, 形成位置と同様に 10 cm 区が最も小さな数値であった。

このように膨大部の形成位置がポットの深さ(耕土の深さ)によって変化することが明らかとなり, 今回の実験における耕土の深さは 10 cm が適切であった。しかし, これは土壤水分あるいは肥料が充当している状態の管理された環境であり, 圃場での検証栽培が必須であると考ええる。

まとめ

栽培種の選定を目的に一次選抜した 13 系統については, 既に報告されているジャノヒゲ (*O. japonicus*), ナガバジャノヒゲ (*O. ohwii*) およびセッコウリュウノヒゲ (*O. chekiangensis*) の 3 種

に相当する形状を示していると考えられ, いずれもバクモンドウ(麦門冬)の基原植物である広義のジャノヒゲ (*O. japonicus*) に属するものと推定された⁴⁾。それらの地下部の生育状況ならびに根の膨大部の形状について比較検討した結果, 膨大部の形成数ならびにその形成位置から見て, 大阪府河内長野市由来のジャノヒゲ 2 系統 (S-6 および S-7) と奈良県桜井市より入手した中国由来のセッコウリュウノヒゲ 1 系統 (S-11) が現状の栽培種として適正と判断した。

膨大部については植付けた株の新たな根に形成され, その形成時期は概ね 10 月以降であり, 収穫される翌年の 5 月までの期間に緩やかに肥大生長すると考えられた。膨大部の形成と肥大過程に対する環境要因としては, 明らかに 10℃以下の低温の必要性が示唆された。また, その土壤水分については, 水分供給を制限した乾燥状態あるい

は過剰な冠水状態は不適であり、排水良好な状況での適度な水分供給は有効と考えられた。さらに膨大部の形成位置は耕土の深さによって変化し、耕土 10 cm が適切であった。

今後は膨大部の形成と肥大に対して必要性が示唆された環境条件について詳細な検討を進め、その要因を解明するとともに、膨大部の形状（数珠状等）の是正や施肥条件等を含めた栽培条件についても検証する予定である。また、栽培種の選定についても継続して取り組むことが必要であると考える。

参考文献

- 1) 第十七改正日本薬局方, じほう, 1881 (2016)
- 2) 神尾信治;新しい薬用植物栽培法(第2版) ジャノヒゲ, 廣川書店(東京), P173-175 (2002)
- 3) 大井次三郎;日本植物誌, 至文堂(東京), P377-379 (1965)
- 4) 福田達男;生薬バクモンドウ(麦門冬)の基原植物ジャノヒゲ(広義)(クサスギカズラ科)の根の膨大部について, 植物研究雑誌 **94** (5), 306-317 (2019)
- 5) 田中俊弘, 水野瑞夫, 野呂征男, 木村康一; 麦門冬の生薬学的研究(第5報)本草文献学的考察, 生薬学雑誌 **33** (2), 77-83 (1979)
- 6) 田中俊弘, 水野瑞夫, 野呂征男, 木村康一; 麦門冬の生薬学的研究(第3報) *Ophiopogon* を基原とする麦門冬について, 生薬学雑誌 **33** (3), 136-148 (1978)
- 7) 芝野真喜雄, 屋納安治;河内長野市におけるジャノヒゲ栽培の調査報告, 薬用植物研究, **36** (2), 16-21 (2014)
- 8) 日本の野生植物, 草本 I 単子葉植物, 平凡社(東京), P21-23(1982)
- 9) 米倉浩司, 梶田忠;「BG Plants 和名 - 学名インデックス」(YList)
- 10) 木村孟淳;漢方生薬学(麦門冬), たにぐち書店(東京), P172-173 (2012)
- 11) Toshihiro Tanaka, Eiji Sakai, Mizuo Mizuno ; Studies on the Cultivation Period of *Ophiopogon chikiangensis*, *Shoyakugaku Zasshi*, **42** (3), 193-196 (1988)
- 12) 中村幸恵, 鈴木貢次郎, 近藤三郎;ヤブラン亜科5系統の冠水抵抗性の比較, 東京農大農学集報 **49** (3), 98-104 (2004)
- 13) 鈴木貢次郎, 井出美奈子, 中村幸恵;長期間冠水したジャノヒゲ(*Ophiopogon japonicus*)の根の形態的特性, 芝草研究, **36** (2), 105-108 (2008)

マオウ属植物の栽培研究 (第15報)¹⁾
Ephedra sinica Stapf 種子の発芽に関する新知見

Studies of Cultivation of *Ephedra* Plants (part 15)
New Findings on the Germination of *Ephedra sinica* Stapf Seeds

倪斯然¹⁾・井上穂香¹⁾・加藤由華¹⁾・金田あい²⁾・野村行宏¹⁾・安藤広和²⁾
佐々木陽平²⁾・御影雅幸¹⁾

¹⁾ 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

²⁾ 金沢大学大学院医薬保健研究域薬学系分子生薬学研究室
〒920-1192 石川県金沢市角間町

Si-Lan NI¹⁾, Honoka Inoue¹⁾, Yuka Kato¹⁾, Ai Kaneda²⁾, Yukihiro Nomura¹⁾, Hirokazu Ando²⁾
Yohei Sasaki²⁾ and Masayuki Mikage¹⁾

¹⁾ *Laboratory of Medicinal Plant Resources, Department of Bio-Resource Development,
Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture,
1737, Funako, Atsugi, Kanagawa, 243-0034 Japan*

²⁾ *Laboratory of Molecular Pharmacognosy, Graduate School of Medical Sciences, Kanazawa
University. Kakuma-machi, Kanazawa, 920-1192 Japan*

受付日：2020年5月19日

受理日：2020年10月8日

要 旨

Ephedra sinica Stapf 種子の発芽に関する実験を種々行った結果、以下のことが明らかになった。種子は休眠せず、光発芽性の傾向を有する。発芽最適温度は20~25℃である。毬果が膨らみ赤くなり始めれば採種可能である。毬果のまま播くよりも種子を取り出して播く方が発芽率が高い。市販培養土の種類によって発芽率が大きく異なる。茎頂につく毬果の種子よりも側枝につく毬果の種子の方が発芽率が高い。実験に供した中国産野生種子よりも栽培品から得た日本産種子の方が発芽率が高かった。日本産種子の発芽率は種子選別しないと約50%であったが、目視的に選別を行うと約80%になった。採集した花粉は冷蔵庫内で保管することにより1年間受粉能力を維持した。

Abstract

The germination of *Ephedra sinica* Stapf seed under various conditions was studied and the results are summarized as follows. (1) the seed was non-dormant and have a tendency of photoblastic, (2) the optimum germination temperature was between 20 and 25 degrees Celsius,

(3) seeds collected when female cones had begun to swell and turn from green to red showed germination ability, (4) the germination rate of seeds which had been taken from female cones was higher than the seeds covered by female bracts, (5) the germination rate varied significantly when gardening soils produced by different suppliers were applied, (6) seeds collected from the female cones beard on axillary buds showed higher germination rates than seeds taken from the female cones beard on apical buds, (7) seeds produced by cultivated *Ephedra* plants in Japan showed higher germination rates than seeds produced by wild *Ephedra* plants in China, (8) the germination rate of seeds produced in Japan could be increased from 50% to 80% by removing the visibly identifiable empty seeds, (9) the fertilizing ability of the pollen could be maintained for one year by storing the pollen in a refrigerator.

緒言

我々は漢方生薬「マオウ（麻黄）」の国産化を目的として石川県金沢市内（金沢大学）及び羽咋郡志賀町の圃場、神奈川県厚木市内（東京農業大学）及び伊勢原市内の圃場において栽培研究を行っている。主たる栽培種を現行の第十七改正日本薬局方²⁾ 収載種の1種である *Ephedra sinica* Stapf とし、種苗生産方法については実生の作成、挿し木³⁾、株分け⁴⁾ などについて種々検討してきた。挿し木や株分けによる増殖においてはクローン苗が得られるという利点があるが、大量生産するには実生苗の生産が適している。中国における麻黄栽培においても主たる種苗生産は実生に依っているが、流通する種子の発芽率にばらつきが大きく、概して低いことが問題になっている⁵⁾。 *Ephedra* 属植物種子の発芽に関する資料はこれ迄にほとんどない。本報では我々がこれまでに検討してきた *E. sinica* 種子の発芽に関する種々の知見を報告する。なお、実験には形態学的及び DNA 解析⁶⁾ により種同定した株を使用した。

1. 種子の光発芽性及び発芽適正温度

実験方法： *E. sinica* の種子は神奈川県伊勢原圃場栽培株から 2019 年 6 月下旬に成熟毬果を採集し、種子を取り出し、紙袋に入れて室温で保管した。人工気象器の庫内温度を 15℃、20℃、25℃、30℃、35℃の 5 条件に設定し、それぞれ明条件 (8,000 lux, 24 h 照射) および暗条件 (24 h 暗黒) で実験を行った。種子は各群 150 粒を準備し、硬

質ポリポット（直径 85 mm, 深さ 85 mm）に鹿沼土細粒を入れ、1鉢に 50 粒ずつ深さ約 2 cm で播種し（各群 3 鉢）、人工気象器内に各群が偏らないように配置した。2019 年 11 月 1 日に播種し、腰水で管理し、播種後 22 日目まで適宜発芽状況を観察した。

結果： 観察日における各群の総発芽数（生存苗数）を 3 鉢の合計数で表 1 に示す。明条件下では 15℃以外の条件では 6～7 日目から発芽が見られ、15℃では 11 日目から発芽が見られた。20℃及び 25℃では概ね 14 日目に芽が出揃った。22 日目での総発芽数が最も多かったのは 20℃の 77 個（発芽率 51.3%）で、次いで 25℃の 63 個（同 42%）であった。なお、20℃で 15 日目に最大値 81 個（同 54%）を示した。最も発芽数が少なかったのは 35℃で 11 個（同 4.7%）、次いで 15℃の 14 個（同 9.3%）であった。なお、全体で発芽後に数本が枯死したが、庫内温度との相関は認めなかった。

暗条件においても 15℃以外の条件では 6～7 日目から発芽が見られ、15℃では 11 日目から発芽が見られた。15℃以外の条件で概ね 14 日目に最大苗数を示し、以後は枯死する株が多くなり、生存苗の総数は減少した。14 日目での総発芽数が最も多かったのは、20℃の 53 個（発芽率 35.3%）で、次いで 25℃の 39 個（同 26.6%）であった。最も発芽数が少なかったのは 15℃で 6 個（同 4.0%）、次いで 35℃の 8 個（同 5.3%）であった。明条件と暗条件における 14 日目の発芽率は、20℃で前者 51.3、後者 35.3%、25℃では前者 42.7、後者

表 1. 明条件と暗条件及び温度条件の違いによる発芽数

明条件											
	11月1日	11月6日	11月7日	11月8日	11月11日	11月12日	11月14日	11月15日	11月18日	11月20日	11月22日
15℃	0	0	0	0	3	5	10	10	12	14	14
20℃	0	0	5	23	65	72	77	81	76	79	77
25℃	0	1	21	39	60	60	64	65	64	64	63
30℃	0	4	6	8	18	21	22	24	27	28	29
35℃	0	0	1	2	7	7	7	8	11	11	11
合計	0	5	33	72	153	165	180	188	190	196	194

暗条件											
	11月1日	11月6日	11月7日	11月8日	11月11日	11月12日	11月14日	11月15日	11月18日	11月20日	11月22日
15℃	0	0	0	0	1	1	6	9	12	13	16
20℃	0	0	9	35	58	53	53	53	47	36	34
25℃	0	0	2	7	24	29	39	39	32	30	22
30℃	0	1	1	2	7	7	14	15	11	7	8
35℃	0	1	1	1	4	4	8	8	7	7	8
合計	0	2	13	45	94	94	120	124	109	93	88

播種日：11月1日。各温度条件につき150粒を3鉢に三等分して播種。各欄の数値は各群3鉢の当日の生存苗の合算数を、合計は各測定日の積算値を示す。明条件：8,000 lux, 24 h 照射。暗条件：無点灯。

26.6%であった。

以上、*E. sinica* 種子は暗条件下よりも明条件下の方が発芽率が高い光発芽性の傾向を有し、明条件下・暗条件下ともに20℃で最も高い発芽率を示し、次いで25℃で、発芽至適温度は概ね20~25℃であると判断でき、至適温度下では約2週間発芽が出揃うことが明らかになった。

なお、中国産の野生種子（内蒙古自治区通遼近郊野生株・2018年7月採種室温保存品）を入手して同様に検討した結果、すべての検討項目で同様の傾向を示したが、発芽率は最も優れた明条件20℃で12.0%（発芽数18/150粒）であった。

2. 適正採種時期及び休眠性

E. sinica の毬果は成熟すると仮種皮が肥厚して赤くなり、その後も形状を維持したまま落下せず、ビニールハウス内では晩秋に仮種皮の水分が無くなってひからびるまで落下しない。採種の適期を検討する目的で、石川県志賀町での栽培株を用い、2020年6月27日及び7月12日に、それぞれ異なる2株について仮種皮が膨らみ一部が緑色から淡紅色になり始めた毬果（以下、淡紅色毬果。図1）と全体が赤く成熟した毬果（以下、紅色毬果）を採集し、6月27日採集毬果については6月29日

に、7月12日採集毬果については7月26日に、それぞれ種子を取り出してポットに20粒ずつ播種し、明るい室内で20~25℃で管理した。それぞれ20日後に発芽数を計測した結果を表2に示す。その結果、淡紅色毬果の種子と紅色毬果の種子の発芽率は同様で、毬果（仮種皮）が赤くなり始め成熟の兆しを示した後はいつ採種しても良いことが明らかになった。また、実験1では種子採集後5ヶ月後に播種したが、本実験では採集後2日目及び2週間目に播種し、共に発芽したことから、種子に休眠性はないと判断された。



図1. 淡紅色になり始めた毬果

表 2. 淡紅色毬果及び赤色毬果中の種子の発芽率

株	毬果の色	毬果採集日	採種・播種日	播種数	発芽数
A	淡紅色	6月27日	6月29日	20	6
	赤色	6月27日	6月29日	20	6
B	淡紅色	7月12日	7月26日	20	10
	赤色	7月12日	7月26日	20	8

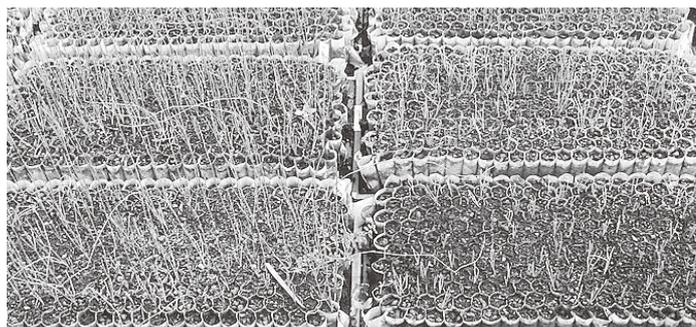
表 3. 市販用土 3 種における発芽率の相違

用土名	EC (dS/m)	pH	播種数	発芽数	発芽率 (%)
ガーデニング培養土	2.9	7.2	198	77	38.9
土太郎	1.2	6.6	197	155	78.7
種まき培土	0.8	7.0	198	162	81.8

実験には同一株から得られた種子を使用した



図 2. 選別した枇 (不良種子: 右)

図 3. 異なる市販用土における発芽率・発芽後の生長の相違.
左列: 土太郎. 右列: ガーデニング培養土

3. 市販用土の種類による発芽率の相違

実栽培において、ビニールハウス内で *E. sinica* 種子を播種育苗した際、使用する用土によって発芽率や発芽後の生長が異なる現象が観察されたため、用土による発芽率の相違を検討した。

実験方法: 市販用土として石川県下で入手できたガーデニング培養土 (かんでんファーム)、土太郎 (住友林業緑化株式会社)、種まき培土 (有限会社廣田商店) の 3 種を準備し、用土の性質を調査するため、試料 10g を 50ml の精製水に懸濁させた上澄み液について EC と pH を 2 回測定し、平均値を求めた。それぞれの用土をペーパーポット (日本甜菜糖株式会社, No.2-264 : 264 穴) に充填し、2019 年度東京農業大学厚木キャンパス内

で同一株 (SPS-104) から得た種子を 2019 年 10 月 16 日に、1 穴に 1 粒ずつ約 1 cm の深さで約 200 粒ずつ播種した。種子は播種前に指で押すと凹む枇 (しいな) を選別除外した (図 2)。金沢大学薬用植物園内のビニールハウス内で管理し、2 週間後の 2019 年 10 月 30 日に発芽率を評価した。灌水は土の表面が乾燥したところに適宜行った。

結果: 各用土における発芽率を表 3 に示す。発芽率は種まき培土が最も高く、土太郎がそれに続き、ガーデニング培養土が最も低かった。最高値は種まき培土の 81.8%、最低値はガーデニング培養土の 38.9%であった。顕著な差が認められたガーデニング培養土と土太郎における発芽状況を図 3 に示す。

4. 側枝につく毬果と茎頂につく毬果の種子の発芽率

E. sinica の毬果は前年枝の節から萌芽する短い側枝の先端につくもの（以下、側枝果）と、その年に基部から伸びた長い茎の頂につくもの（以下、茎頂果）があり、通常後者は前者よりも遅れて成熟する（図4）。両者の種子発芽率に相違があるか否かを検討した。

実験方法：厚木キャンパス内の圃場に隣り合わせ（株間 40cm）で植えられている播種後5年目の2株（C,D）について検討した。適宜採種し、目視的に不良種子を除外した（方法は実験3を参照）。2020年3月6日にC,Dの側枝果種子と頂果種子のそれぞれ1群60粒を準備し、鹿沼土細粒を入れた硬質ポリポット（直径85mm、深さ85mm）3鉢に播種（各鉢20粒）し、人工気象器内（20℃、24時間全灯照明）に保管した。



図4. 側枝につく毬果（下方：→）と、茎頂につく毬果（上方：←）

結果：播種後21日目に発芽率を評価した結果、C株では側枝果種子が76.7%、茎頂果種子が50%、D株では側枝果種子が48.3%、茎頂果種子が30%であり、両株とも側枝果の種子の発芽率が約1.5倍高かった（表4）。また、播種後7日目の発芽数は、側枝果種子ではC株13個、D株12個、茎頂果種子ではC株0、D株2個で、側枝果種子の方が発芽時期が早い傾向が認められた。

5. 毬果のまま播く方法と種子を取り出して播く方法

成熟毬果（図5）から種子を取り出す作業は時間と労力を要するため、取り出さずに毬果のまま播く方法を検討した。

実験方法：ミニプランター（内径230×120mm）に鹿沼土小粒を入れて3区分し、2019年7月12日に採集した毬果（石川県羽咋郡志賀町第

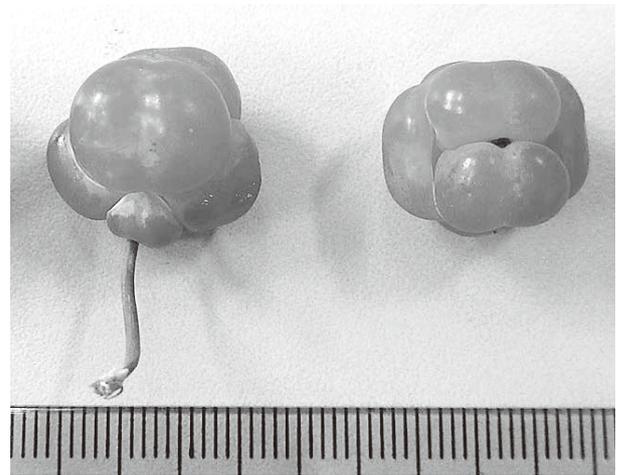


図5. 側面から見た毬果（左）と上から見た毬果（右）

表4. 側枝果種子及び茎頂果種子の発芽率

株	種子の由来	播種数	7日後発芽数	21日後発芽数	21日後発芽率(%)
C	側枝果種子	60	13	46	76.7
	茎頂果種子	60	0	30	50
D	側枝果種子	60	12	29	48.3
	茎頂果種子	60	2	18	30

一圃場産)を1群20個とし、7月14日にそれぞれ正立、横向き、倒立の位置で約1cmの深さで埋めた。別に対照群として20個の毬果から取り出した全種子を鹿沼土細粒に深さ約1cmで播種した。

結果:20日後に発芽数を評価した結果、毬果のままでは正立が10個、横向きが9個、倒立が1個であった。対照群では発芽数は19個であった。以上、毬果のまま播種するよりも種子を取り出して播種した方が約2倍発芽率が高いことが明らかになった。なお、*E. sinica*では1毬果に通常2個の種子が入っている。実験には正常な大きさの毬果を選択したことから1群40種子となり、発芽率は毬果のままの播種では正立や横向きで約25%、種子を取り出した場合は約50%になる。

6. 花粉の保存性

*E. sinica*は同一環境下では一般に雌毬花が受粉器官である珠孔管を形成するよりも先に雄毬花が花粉を出し始める傾向が認められる。花粉は人工的な授粉作業のためにも重要で、我々は採集した花粉を市販の石松子で5倍程度に希釈して使用している。2018年5月に採集した花粉の保存性を検討する目的で家庭用冷蔵庫内に保管した。翌年春にポット栽培の雌株3株を毬花が成熟する前(珠孔管の出現以前)から隔離栽培し、適期に1年間冷蔵保存した花粉で受粉した結果、毬果が成熟し、発芽能力のある種子を得ることができた(図6)。なお、受精しなかった毬果は膨らまずに枯れて淡褐色になり脱落する。

結論及び考察

1. *E. sinica*の種子は採種後すぐに播種しても1週間程度で発芽が見られ、休眠しないことが明らかになった。実験的に発芽至適温度は20~25℃で、これ迄の経験から、屋外や暖房施設が無いハウスの場合は日本の本州中・西部では秋口に播種し、翌年春迄育苗し、3月頃に植付けるのが最適である。なお、ナメクジやカタツムリによる被害があるので注意を要する。

2. *E. sinica* 種子は光発芽性の傾向があること

が明らかになったが、暗黒状態でも明条件の二分の一程度の発芽率を示した。播種の際の覆土は厚くせず1cm程度が適当であろう。

3. 採種時期については、毬果が赤く色づき始めればいつでも可能であることが明らかになった。その後も毬果はすぐには落ちないので長期間採種可能であるが、成熟毬果は鳥に食べられることがあるので注意が必要である。自然界では鳥類がマオウ種子の散布に寄与していることが考えられる。

4. 前年枝の節から出る短い茎の先端につく毬果(側枝果)と、その年に株の基部から伸びた長い新梢の先端につく毬果(茎頂果)では、得られる種子の発芽率に違いが認められ、前者に比して後者は6割程度低かった。側枝果は概ねほぼ同時期に成熟し全体的な収穫量も多いが、茎頂果は側枝果に遅れて成熟しかつ成熟時期が一定でなく全体としての収量も少ない。茎頂の毬花が受粉適期となる頃には通常、雄毬花による花粉の散布時期が過ぎていたため、受粉可能期間中の花粉飛散量が少ないことが発芽率の低下原因である可能性が考えられる。なお、野生地においても栽培環境においても同一環境下では雄毬花が雌毬花よりも先に開花して花粉を出し始める傾向が認められる。マオウ属植物の野生地は一般に乾燥地帯であるため、散布された花粉が長期間受粉能力を維持し、後に開花する毬花の受粉に関与しているものと考えられる。なお、茎頂果を作らない株もある一方



図6. 1年前に採集し冷蔵庫保管した花粉により授粉結実した雌毬果

で、中国の野生地では生育地の気象条件により冬期間に地上部（前年枝）がすべて枯れる株では形態的に茎頂果のみの結実となり、その場合の開花成熟時期は揃っている（図7）。茎頂果の種子の発芽後の生長については未検討である。

5. *E. sinica* の花粉の受粉能力の持続性について検討した結果、冷蔵庫内での保管により1年間受粉能力を維持することが明らかになった。保存した優良株の花粉は優良品種の作出などに利用できるが、今後は保存期間と授粉能力の低下との相関などを精査する必要がある。また、本研究では当年度産の花粉や雄株の違いによる授粉能力などを検討しなかったが、実験4で示したように同一畑の隣同士の雌株の種子でも発芽率に大きな差が認められ、保有株の中には雌毬果側の問題で糝しかできないと考えられる株がある（未発表）など、花粉の授粉能力だけでは説明できない現象が認められており、今後の研究課題としたい。

6. 日本産種子に比して中国産野生種子の発芽率が低かったことの原因は不明である。中国の栽培者から得た情報では発芽率は5~30%である⁵⁾としているので、中国産野生種子の性質とも考えられる。なお、我々は圃場で積極的に人工授粉をしており、発芽率の向上に寄与していることも考えられる。一方、今回の実験により、同一環境下で育てた株においても、採種する個体によって発芽率が大きく異なることが明らかになった。マオウの1群落はときに直径50m以上の群落が同一クローン株から構成されており⁷⁾、野生株から採種する場合も1群落内で大量の種子を得ることができるため（図8）、市中に出回った種子がたまたま発芽率の悪い株から採種された可能性も考えられる。なお、内蒙古自治区の栽培地における現地調査では数年前からマオウ種子は需要が無いため市販されていない。

7. 前述したように、中国産種子の発芽率は低い。実験1及び5で示したように、我々が生産する国産種子の発芽率は不良種子を除外しない場合概ね50%であるが、採種する株によっても発芽率に大きなばらつきがあり、確たる原因は不明である。目視的に正常種子よりも極端に小型のものは



図7. 茎頂にのみ毬果をつけた *Ephedra sinica* 群落
(内蒙古自治区南載河：2005年7月上旬)



図8. *Ephedra sinica* 群落で毬果を採集する村人
(2017年7月上旬、内蒙古自治区)

容易に識別できるため、実験1で使用した種子には混入していない。一方、目視的に色がやや薄いもの、細長いもの、種子の厚さが薄いものなどが見られ、そうしたものの中にはいわゆる糝（しいな）があり、外見だけでは区別し得ないものもあるが、糝は指で押すと凹むので選別除外した結果、80%前後の発芽率が得られるようになった（実験3, 4）。発芽率が低いと播種に際しての手間や資材などに多くの無駄が生じることになる。一方、目視及び手指による選別作業には多大な時間を要するため、一般に種子選別で行われる水、エタノール、硫酸アンモニウムなどを利用した比重による選別法を検討したが、水に浮いても発芽する種子があるなど確たる方法が見出せず、現在さらに検討中である。

8. 実生苗作成を目的に播種する際の市販用土による発芽率の相違を検討した結果、用土によつ

て発芽率に大きな差が認められた。一般に高塩条件 (EC が高い用土) では発芽が遅れるとされており⁸⁾, 今回の実験値はその傾向を示しているが, マオウは発芽時にもある程度の耐塩性があることから⁹⁾, 他の要因であることも考えられる。国産化を目指して実生苗の生産を行っている現時点では種子は貴重であり, 播種・育苗に際しての用土の選択が重要であることが示唆された。

9. 毬果から種子を取り出す作業にも手間と時間を要するが, 種子選別をしない場合でも毬果のまま播くよりも種子を取り出して播く方が得られる苗数は約2倍多いことが明らかになった。毬果のまま播くと仮種皮が光の透過を妨げることが予想されることから, 本研究で明らかになった光発芽性傾向が関連している可能性が考えられる。なお, 仮種皮に発芽抑制物質が入っているか否かは不明である。

謝 辞

本研究は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 2 年度) により実施され, 一部に平成 17 年度科学研究費補助金 (海外学術調査: 17405014) による調査結果を加えた。

引用文献

- 1) 前報: 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).
- 2) <https://jpd.db.nihs.go.jp/jp17/jp17-6.pdf> マオウ: 1916.
- 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).
- 4) 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).
- 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).
- 6) 伊藤ほのか, 安藤広和, 御影雅幸, 佐々木陽平: マルチプレックス PCR 法による *Ephedra* 属種間雑種および *Ephedra sinica* の簡易鑑別法の開発, 薬用植物研究, **41**(2), 36-44 (2019).
- 7) Si-ran Ni, Ai Kaneda, Yoshitomi Kudo, Hirokazu Ando, Marie Ochiai, Shaoqing Cai, Masayuki Mikage: Analysis of *Ephedra sinica* Plant Community in Natural Habitat. *The Japanese Journal of Medicinal Resources*, **40**(2), 37-50 (2018).
- 8) 佐藤庚: 作物の生態生理, 文永堂, 東京, 1988, pp.17-18.
- 9) Masayuki Mikage, Yukihiro Nomura, Chika Mouri, Naoko Fushimi, Tatsuya Ide and Shao-qing Cai: Salt Tolerance of *Ephedra sinica* Stapf in the Germination Period, *The Japanese Journal of Medicinal Resources*, **34**(2), 1-6 (2012).

マオウ属植物の栽培研究 (第16報)¹⁾

— 施肥及び地上茎の刈込みが栽培株のアルカロイド含量に与える影響 —

Studies of Cultivation of Ephedra Plants (Part 16) Effects of Fertilization and Pruning above Ground on Alkaloid Content of Cultivated Individuals

安藤広和¹⁾, 伊藤ほのか¹⁾, 落合真梨絵²⁾, 金田あい¹⁾, 工藤喜福¹⁾,
佐々木陽平¹⁾, 倪斯然²⁾, 野村行宏²⁾, 御影雅幸²⁾

¹⁾ 金沢大学大学院医薬保健研究域薬学系分子生薬学研究室
〒920-1192 石川県金沢市角間町

²⁾ 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

Hirokazu Ando¹⁾, Honoka Ito¹⁾, Marie Ochiai²⁾, Ai Kaneda¹⁾, Yoshitomi Kudo¹⁾,
Yohei Sasaki¹⁾, Si-ran Ni²⁾, Yukihiro Nomura²⁾, Masayuki Mikage²⁾

¹⁾ *Laboratory of Molecular Pharmacognosy, Graduate School of Medical Sciences, Kanazawa
University. Kakuma-machi, Kanazawa, 920-1192 Japan*

²⁾ *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：2020年6月1日

受理日：2020年10月15日

要 旨

我々は麻黄の国産化を目的に *Ephedra sinica* の栽培研究を行っている。一般に栽培品に由来する麻黄は野生品に比して総アルカロイド含量が低いとされており問題となっている。これまでに我々は尿素水溶液の散布により総アルカロイド含量が有意に増加することを明らかにしたが、国内栽培を行ううえで総アルカロイド含量を安定的に増加させる手法に関する情報は未だ不十分である。そこで、本研究では施肥及び前年秋の地上部刈込み処理が次年度の栽培株に与える影響について含有成分や成長度合いの視点から検討した。その結果、醜醇油かすは含有成分への影響は少ないが、株を大きく成長させるためには効果的であった。尿素水溶液は有意に総アルカロイド含量を増加させたが、株の成長に対しては影響が小さかった。緩効性窒素肥料は含有成分及び成長に対して効果的であったが、施肥量については更に検討が必要である。また、地上部を刈込むことにより、次年度に生じる地上茎の総アルカロイド含量が増加することが明らかになった。

Abstract

We are conducting researches on the cultivation of *Ephedra sinica* for the purpose of domestic production in Japan. In general, Ephedra herb derived from cultivation are considered to have total alkaloid content lower than those derived from wild, which indicates a problem. So far, we have shown that the total alkaloid content is increased by foliar spraying of liquid urea, but the information about the method to increase alkaloids content of Ephedra plant is still insufficient for domestic production. In this study, the effects of fertilization and pruning were examined in detail. As a result, Fermented oil meal has little effect on the total alkaloid content, but it is considered to have a large effect on growth. Controlled-release nitrogen fertilizer does not require labor as it was effective for the total alkaloid content and growth when applied only once. However, the application rate needs to be reexamined. Foliar spraying of liquid urea significantly increased the total alkaloid content and is thought to have little effect on growth. In addition, it became clear that the total alkaloid content is increased by pruning.

Key words: Ephedra, cultivation, fertilization, controlled-release fertilization, alkaloid content.

緒言

我々は漢方生薬「麻黄」の国産化を目的に、主に日本薬局方収載の *Ephedra sinica* Stapf について圃場での栽培研究を行っている。麻黄の栽培生産は中国において 1980 年代から行われているが、栽培品は野生品に比してアルカロイド含量が低いことが問題となっており^{2),3)}、野生品に比して取引価格が低いことから近年は栽培を断念する農家も多く、中国における安定供給も懸念される状況にある。日本における予備的実験においても第 17 改正日本薬局方 (JP17) で規定されている総アルカロイド含量 (エフェドリン及びプソイドエフェドリンの和) 0.7% 以上を満たすことは困難であり⁴⁾、栽培方法の改善が必要である。一方、我々は中国での自生地や栽培地の現地調査等を通じて種々検討した結果、2013 年から石川県下で栽培研究を開始した試験圃場において、生育期に週に 1 回、1 株に対して約 3 g の尿素を水溶液で計 14 回灌水施肥することにより、播種後 3 年で総アルカロイド含量が規定値を超えることを明らかにした⁵⁾。しかし、尿素水溶液の頻繁な施肥は労力を要し、広い面積となる実用栽培においては現実的ではない。また、国内栽培生産を行う上でのアルカロイド含量が規定値を超える手法に関する情報は未だ

不十分である。

緩効性窒素肥料にはホルムアルデヒド加工尿素、イソブチルアルデヒド縮合尿素、アセトアルデヒド縮合尿素、メチロール尿素などの尿素化学修飾によって溶解性や分解性を調節したものや、硫黄やポリエチレンなどの被膜によって溶出を調節したものなどがあり、チャ、ダイズ、ホウレンソウなど様々な作物で利用されている^{6),7),8)}。本研究で試験したホルムアルデヒド加工尿素は主に微生物によって分解し、約 3 ヶ月間有効であるとされていることから施肥に伴う労力を軽減できると考え、固形尿素及び尿素水溶液とともに施肥量の検討を行った。また、醗酵油かすは NPK のバランスが取れた有機肥料であり、汎用性が高く様々な植物の追肥に使用されていることから株の生育に対して期待できると考え検討を行った。一方、中国における *E. sinica* の実用栽培暦では、毎年 9～10 月に地上茎を株元で刈り取って収穫し、翌年の 4 月頃に株元から地上茎が萌芽し、再び 9～10 月に収穫している。中国の栽培地では降水量が少ないため定期的な灌水が不可欠であるが、日本では基本的に灌水は不要であるなど、自ずと栽培条件が異なり、日本に適した栽培方法を検討する必要がある。そこで本研究では、施肥労力の軽減を

目的に窒素肥料として緩効性窒素肥料の利用を検討し、さらに肥料の種類や施肥方法、また地上茎の刈り込みが総アルカロイド含量や総ポリフェノール含量、株の生育（収穫重量、草丈、株幅、枯死数）などに及ぼす影響について調査した。

実験の部

【窒素系肥料】

粒状固形尿素（朝日工業株式会社，成分組成 N:P:K, 46:0:0, 以下適宜「固形尿素」，水溶液を「尿素水」と記載する）。緩効性窒素肥料（サンウレア：サンアグロ株式会社，成分組成 N:P:K, 40:0:0, 以下適宜「緩効窒素」）。醃酵油かす（日清ガーデンメイト株式会社，成分組成 N:P:K, 3:7:4, 以下適宜「油粕」）。

【総アルカロイドの定量方法：HPLC 法⁹⁾】

十分乾燥した *E. sinica* の地上茎を粉碎し、得られた粉末をオーブンで 105℃, 15 時間乾燥させた。粉末を正確に 30 mg 量り取り、移動相を 1.5 mL 加え、30 min 超音波抽出した。15,000 rpm, 5 min 遠心分離し、上清を 0.45 μm のメンブランフィルターで濾過したものを試料溶液とし、HPLC 法にて定量分析を行った。定量分析には外部標準法を採用し、標準物質としてエフェドリン塩酸塩 (Sigma-Aldrich), プソイドエフェドリン塩酸塩 (東京化成工業株式会社) をそれぞれ 0.5mg/mL に調整し、希釈液を用いて検量線を作成した (エフェドリン塩酸塩: $y = 23375207x - 8338$, $r = 0.9999$, プソイドエフェドリン塩酸塩: $y = 20585329x - 1723$, $r = 0.9999$)。HPLC 条件は以下の通りである。

Column: COSMOSIL Packed Column 5C₁₈-MS-II (4.6 mm I.D. × 150 mm). Column temperature 40℃, Flow rate: 1.0 mL / min, Detection wavelength: 210 nm, Injection volume: 10 μL, Mobile phase: CH₃CN / H₂O / H₃PO₄ / SDS = 195 mL / 305 mL / 0.8 mL / 2.4 g.

【総ポリフェノールの定量方法:Folin-Ciocalteu 法¹⁰⁾】

十分乾燥した *E. sinica* の地上茎を粉碎し、得られた粉末を 20 mg 量り取り、1.5 mL の MeOH で抽出したのち 15,000 rpm, 5 min 遠心分離し、上清を 10 倍希釈した。希釈後の抽出液 100 μL に

10% Folin-Ciocalteu's phenol reagent 200μL, 0.7 M Na₂CO₃ 800 μL を加えて 2 時間反応させた。反応後、200 μL を 96 穴マイクロプレートに入れ、マイクロプレートリーダー (TECAN Spark 10M) により 765 nm における吸光度を測定した。各プレート別に Gallic acid による検量線を作成し、試料中の総ポリフェノール濃度 (%GAE) を算出した。

実験 1. 神奈川県伊勢原市内の試験圃場における施肥実験

方法

実験には 2016 年に植え付けた *E. sinica* 378 株 (発芽 4 年目) を用いた (平畝, 防草シートマルチ)。2018 年に、固形尿素区, 緩効窒素区, 尿素水区および対照区を設置した。各肥料区では施肥量を変化させ、固形尿素区では 3 条件 (1 g, 2 g, 3 g / 株), 緩効窒素区では 2 条件 (10 g, 20 g / 株), 尿素水区では 3 条件 (1 g, 2 g, 3 g / 株) を設定した。肥料区 8 条件に対照区を加えた 9 条件を 3 反復設置し、合計 27 区画 (1 区画 14 株) で実験を行った。中国の麻黄栽培地における尿素施肥回数が 4 月から 6 月にかけて 1~2 回であること^{2),3)} に合わせ、固形尿素及び尿素水は 4 月 17 日及び 5 月 2 日の 2 回施した。なお 4 月 18 日及び 5 月 2 日午後には降雨があった。固形尿素は各株の株元に散布し、尿素水区は 1 株あたりに設定した尿素有量りとした後、水に溶解し (尿素 1 g の場合: 240 倍希釈, 同 2 g: 120 倍希釈, 同 3 g: 80 倍希釈), じょうろで地上部全体にかかるよう施した。緩効窒素は 5 月 2 日に 1 回株元に施した。以上の固形肥料については必要に応じてシートを切開して内側に施した。同年 10 月に各区の全株について今年新たに伸びた地上茎を基部から 5 本ずつ採集し、株ごとに総アルカロイド含量を測定した。

結果

E. sinica 地上茎の総アルカロイド含量 (平均 ± 標準誤差) を分析した結果、固形尿素 1 g の施肥で 0.57% ± 0.05, 2 g で 0.44% ± 0.03, 3 g で 0.48% ± 0.05 であった。緩効窒素区ではサンウレア 10 g で 0.64% ± 0.05, 20 g で 0.69% ± 0.05 で

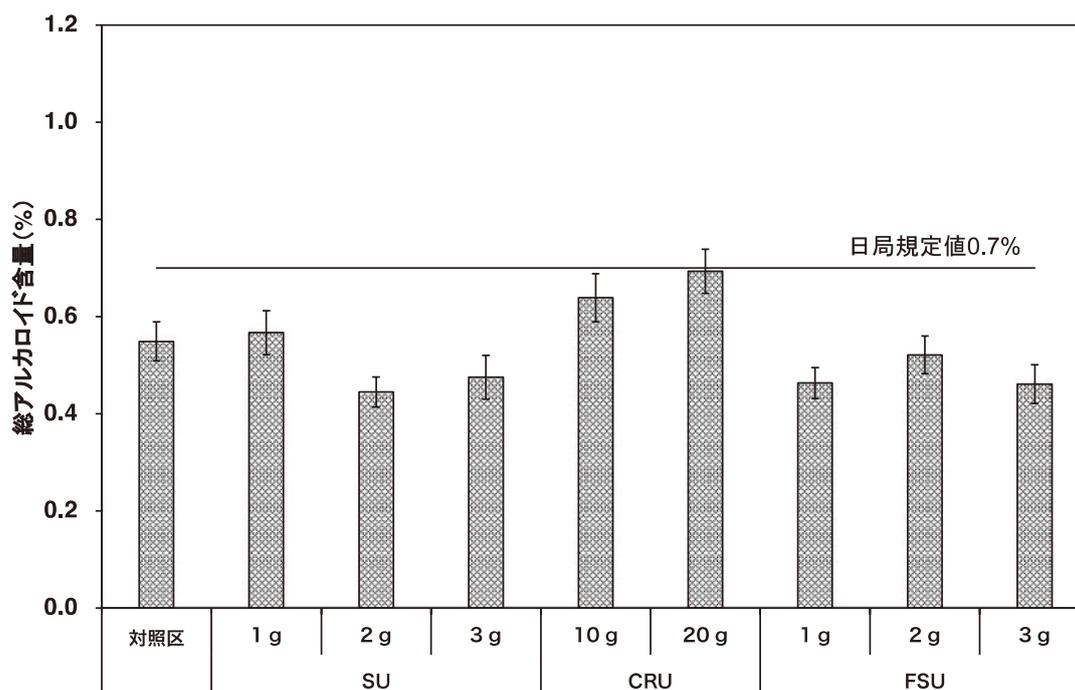


図1. 施肥条件の違いによる総アルカロイド含量 (伊勢原圃場)
 SU: 固形尿素区, CRU: 緩効窒素区, FSU: 尿素水区
 Mean ± S.E., n=40~42, 全ての実験区で有意差なし (Dunnett 法)

あった。尿素水区では尿素 1 g で 0.46% ± 0.03, 2 g で 0.52% ± 0.04, 3 g で 0.46% ± 0.04 であった。また、対照区では 0.55% ± 0.04 であった (図 1)。以上、いずれの条件でも枯死株は認められなかった。

実験 2. 石川県羽咋郡志賀町の圃場における施肥実験

方法

実験には 2016 年に植え付けた *E. sinica* 192 株 (発芽 4 年目) を使用した (高畝, 黒ビニールマルチ)。2018 年 3 月, 地上茎を株元から約 5 cm を残してすべて刈り込んだ刈込み株 (94 株) および非刈込み株 (98 株) を準備し, さらにそれぞれの株がほぼ同数含まれるように油粕区, 緩効窒素区, 尿素水区および対照区を設置した (1 区画 20~25 株, 計 8 区)。同年 4 月から施肥を開始し, 同年 10 月に株ごとに地上茎を全て収穫し, 生重量を測定し, 乾燥後に木質部を除去した地上茎の総アルカロイド含量および総ポリフェノール含量を測定した。また, 施肥の影響を継続的に評価するため, 翌年

の 2019 年 6 月に, 前年度の刈込み株の枯死数を調査し, また各実験区から無作為に選んだ 10 株の草丈および株幅を計測した。本研究で設定した施肥量は実験 1 を参考に尿素水の 1 回施肥量を設定し, 8 回分の積算窒素成分量を基準に緩効窒素の施肥量を設定した。しかし, 使用した油粕は窒素成分が 3% で尿素系肥料に比べて著しく低く, 尿素の窒素成分量に合わせると施肥量が常用量から大きく外れるため, 油粕区では 3 回分の積算窒素成分量を実験 1 の固形尿素と同等になるよう設定した。施肥方法は以下の通りである。

油粕区: 1 株あたり株元に毎回 15 g, 2018 年 4 月 30 日, 5 月 29 日, 7 月 3 日の計 3 回施肥した (積算窒素量 = 1.35 g / 株)。

緩効窒素区: 1 株あたり株元に 12 g, 2018 年 5 月 2 日に施肥した (積算窒素量 = 4.8 g / 株)。

尿素水区: 1 株あたり毎回 1.25 g の固形尿素を水に溶解 (300 倍希釈) して, 2018 年 4 月 30 日, 5 月 8 日, 5 月 18 日, 5 月 29 日, 6 月第 2 週, 6 月第 3 週, 6 月第 4 週, 6 月第 5 週の計 8 回, 株の上から散布した (積算窒素量 = 4.6 g / 株)。

結果

枯死数については、油粕区で 2 株、対照区では 7 株で、緩効窒素区および尿素水区では枯死が見られなかった (表 1)。

総アルカロイド含量を測定した結果、刈込み株では、油粕区:0.76%±0.09, 緩効窒素区:0.79%±0.06, 尿素水区:0.90%±0.06, 対照区:0.69%±0.06 であった。非刈込み株では、油粕区:0.58%±0.06, 緩効窒素区:0.65%±0.07, 尿素水区:0.73%±0.05, 対照区:0.52%±0.06 であった (図 2)。

総ポリフェノール含量を測定した結果、刈込み区では、油粕区:7.67%±0.59, 緩効窒素区:

7.80%±0.37, 尿素水区:7.85%±0.47, 対照区:8.76%±0.61 であった。非刈込み区では、油粕区:7.87%±0.54, 緩効窒素区:7.66%±0.52, 尿素水区:7.68%±0.51 で、対照区:7.73%±0.49 であった (図 3)。

生育への影響評価については、前年度に刈込みを行わなかった株では旧年度枝と新年度枝の区別が困難であるため生長量の正確な評価ができないと判断し、評価は刈込み株のみを対象として行った。その結果、収穫直後の 1 株あたりの生重量は、油粕区:174.4 g±17.70, CRU 区:183.9 g±15.06, 尿素水区:159.8 g±13.11, 対照区:128.8 g±

表 1. 肥料の種類が生存率に与える影響 (志賀町圃場)

実験区	施肥期間	評価日	実験株数	枯死数	生存率 (%)
対照区	—	2019 年 6 月	25	7	72
FOM	2018 年 4 月から 7 月	2019 年 6 月	20	2	90
CRU	2018 年 5 月	2019 年 6 月	25	0	100*
FSU	2018 年 4 月から 6 月	2019 年 6 月	24	0	100*

全ての実験区の株について施肥前に刈込みを実施した。*: $P < 0.05$ vs 対照区 (二項検定)

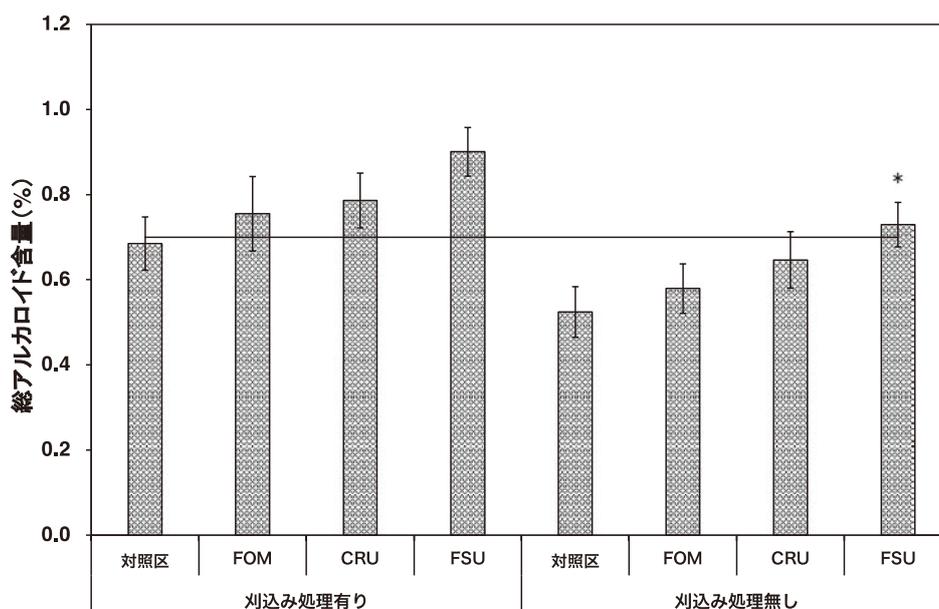


図 2. 肥料の種類及び刈込みが総アルカロイド含量に与える影響 (志賀町圃場)
 FOM: 油粕区, CRU: 緩効窒素区, FSU: 尿素水区
 Mean±S.E., n=20~25, *: $P < 0.05$ vs 対照区 (Dunnett 法)

10.34 であった (図 4).

施肥年度の生長評価は地上茎の生重量によって行ったが、施肥効果による株の大型化を評価する

ため、次年度に草丈、株幅および枯死数によって生育を評価した. その結果, 草丈については, 油粕区 : 49.9 cm ± 2.17, 緩効窒素区 : 49.8 cm ± 1.70,

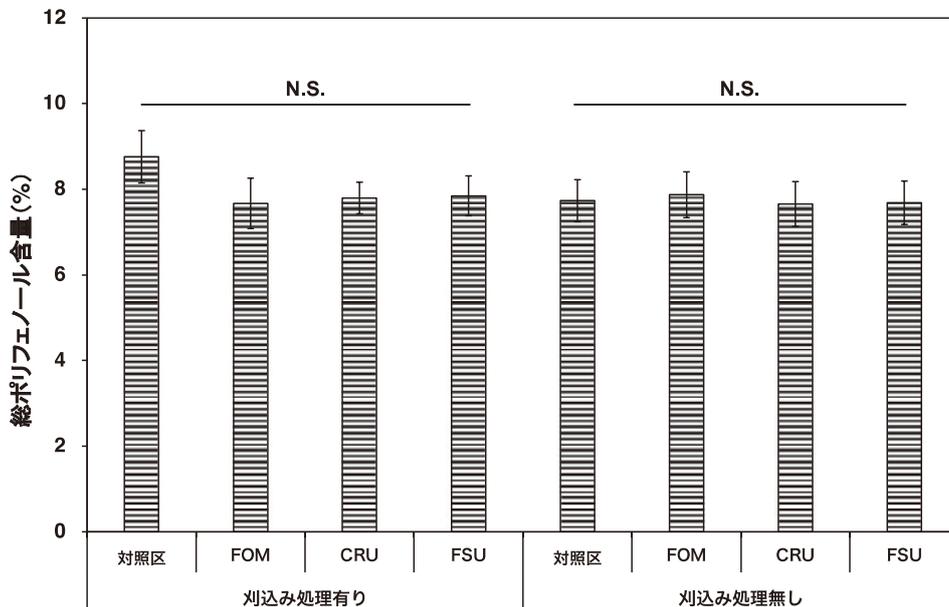


図 3. 肥料の種類による総ポリフェノール含量の比較
 FOM: 油粕区, CRU: 緩効窒素区, FSU: 尿素水区
 Mean ± S.E., n=20~25,
 N.S.: 対照区と比較し, 全ての実験区で有意差なし (Dunnett 法)

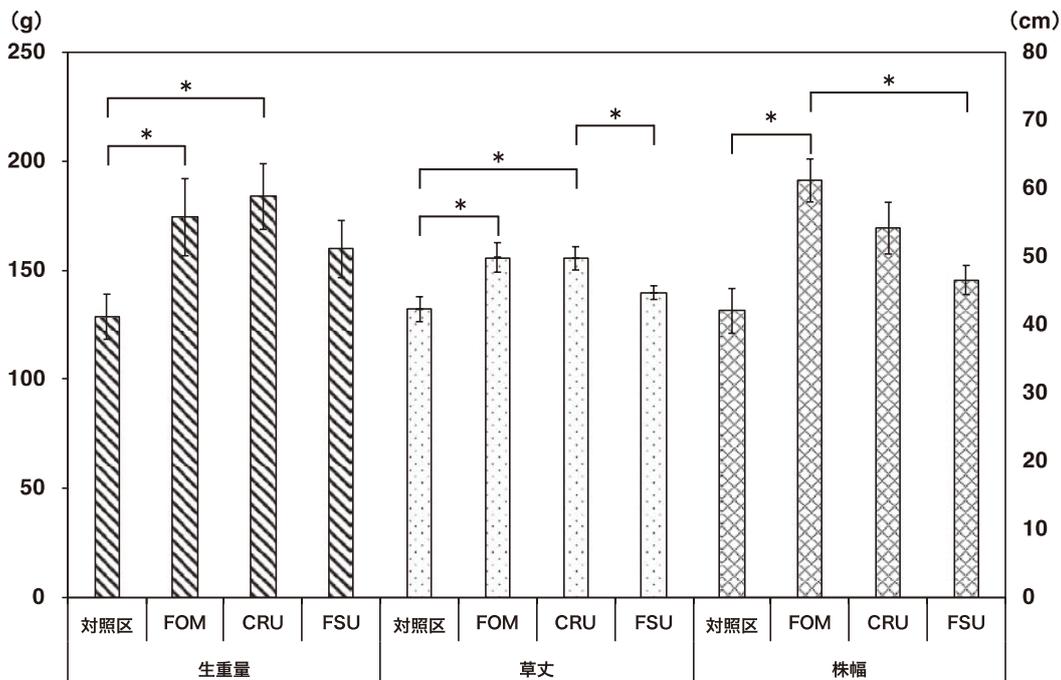


図 4. 肥料の種類が生育に与える影響
 FOM: 油粕区, CRU: 緩効窒素区, FSU: 尿素水区
 Mean ± S.E., 生重量 : n=20~25, 草丈および株幅 : n=10,
 * : P < 0.05 (Holm 法)

尿素水区：44.7 cm±1.01，対照区：42.3 cm±1.83であった（図4）。また，株幅は，油粕区：61.2 cm±3.16，緩効窒素区：54.2 cm±3.80，尿素水区：46.6 cm±2.14，対照区：42.1 cm±3.29であった（図4）。草丈では対照区と油粕区，対照区と緩効窒素区，緩効窒素区と尿素水区の間に有意差が認められた（ $P<0.05$ ）。

結論及び考察

1. 施肥労力軽減を目的に検討した緩効性窒素肥料では，施肥量を増加させると総アルカロイド含量が増加し，伊勢原圃場における20gの施肥では対照区に比して総アルカロイド含量が最も増加した。以上，緩効性窒素肥料1回の施肥により総アルカロイド含量を増加させることが可能となり，所期の結果が得られた。一方，固形尿素及び尿素水溶液による施肥の場合は最大量の尿素3gであっても窒素換算量は1.38g/株であり，緩効性窒素肥料の8g/株に比して少ないため，1回の施肥では総アルカロイド含量に影響しなかったものと考えられる。故に，固形尿素及び尿素水溶液を施用する場合は繰り返し施肥を行う必要がある。伊勢原圃場における実験では，尿素の施肥量と回数は概ね中国における栽培に倣ったが，総アルカロイド含量に顕著な変化は認められなかった。

2. 先行研究⁹⁾では，300倍希釈した尿素を週1回合計8回，株の上から散布することによって総アルカロイド含量が増加した一方で，三分の一の株が枯死した。本研究で設定した濃度（80倍希釈）は尿素濃度として非常に高いと考えられるが，今回は枯死株が見られなかった理由として，前回の実験株が1年若かったこと，今回の施肥回数が少なかったこと，マルチの有無などの影響も考えられる。

3. 志賀町圃場において肥料の種類と総アルカロイド含量について検討した結果，刈込み株では対照区<油粕区<緩効窒素区<尿素水区の順で含量が高くなり，非刈込み株においては対照区に比して尿素水区で有意に総アルカロイド含量が増加した（ $P<0.05$ ）。尿素水区で有意に総アルカロイド含量が増加したことは先行研究結果⁹⁾とも一致

しており，総アルカロイド含量の増加には尿素水溶液の株の上からの散布が有効であると判断できる。油粕区，緩効窒素区についても対照区に比して増加傾向を示したが尿素水区よりも低かったことは，窒素量が少なかったことや植物体への取り込みに差があることが考えられ，草質茎の総アルカロイド含量の増加には窒素量が重要であると考えられる。一方，刈込み処理の有無について比較すると，全ての実験区で刈込み株の総アルカロイド含量が増加する傾向が見られ，尿素水区では非刈込み株に比して有意に増加した（ $P<0.05$ ）。非刈込み株では昨年度の地上茎が太くなり徐々に木質化するため，そうしたものは含有成分の測定時には除去するが，太くなくても木質化しない草質茎もあり，収穫時期には今年度の枝との区別が困難で除外できない。我々はこれまでにマオウに含有するエフェドリン系アルカロイドは各茎において均一に含有しておらず局在していることを報告しており，草質茎の太さにおいては直径2mmを超えるような草質茎の場合，総アルカロイド含量は太くなるに従って減少することを明らかにしている⁹⁾。本研究では，前年度の刈込み処理によって収穫物はすべて新たに萌芽した細い地上茎のみとなったため，総アルカロイド含量が高くなったと考えられる。

4. 総ポリフェノール含量についても同様に肥料の種類，刈込み処理の有無について比較すると，刈込みを実施した対照区で最も高含量であったが，他の実験区では差異が認められなかった。施肥と総ポリフェノール含量について，これまで茶葉を用いた研究でカテキン類（ポリフェノール）は窒素施肥量の増加に従って減少し^{11),12)}，カフェイン（アルカロイド）は増加する¹²⁾と報告されている。本研究の場合においても，麻黄は茶葉と同様にカテキン類やアルカロイドを含有しており同様の結果が得られた。従って，栽培実績の少ない*E. sinica*などのマオウ属植物を栽培する際は，古くから栽培され，多くの情報が蓄積しているチャの栽培方法を参考にすることによって含有成分をコントロールすることができる可能性があると考えられる。

5. 収穫重量について肥料の種類で比較すると、対照区<尿素水区<油粕区<緩効窒素区の順で収穫重量が多い結果となった。対照区に比して油粕区および緩効窒素区で有意に収穫重量が増加しており ($P<0.05$)、施肥によって収穫重量が増加したと評価できる。また、緩効窒素区と尿素水区の積算窒素量は同等であるが収穫重量は緩効窒素区が 15% 多く、総アルカロイド含量は尿素水区が 14% 高い結果となった。植物体内の水分率が同じであると仮定すると両区の総アルカロイドの生産量 (収穫重量 × 総アルカロイド含量) は同等であり、収穫重量の多い緩効窒素区が最も窒素の利用率が高いと考えられる。一方、総アルカロイド含量に差異が生じた要因は緩効窒素区の収穫重量が多いためと考えられる。

6. 前年度の施肥が次年度の生長に及ぼす影響について肥料の種類で比較すると、草丈・株幅ともに、対照区<尿素水区<緩効窒素区<油粕区の順に長い結果となり、草丈では対照区と油粕区、対照区と緩効窒素区、緩効窒素区と尿素水区の間にそれぞれ有意差が認められた ($P<0.05$)。株幅では対照区と油粕区、尿素水区と油粕区の間それぞれ有意差が認められた ($P<0.05$)。窒素肥料は植物体を大きく成長させるためには必要不可欠であり、本研究においても窒素肥料によって収穫重量が増加し、かつ株が大型になったものと判断できる。なお、次年度までの枯死については対照

区 (7 株) が最も多く、今回の窒素系肥料の施肥条件では枯死に至るような影響はないものと判断された。

7. 施肥や刈込みの影響を明らかにするため含有成分 (総アルカロイド含量, 総ポリフェノール含量) の定量及び生育量 (収穫重量, 草丈, 株幅, 枯死数) の評価を行った結果、刈込みの有無に関わらず施肥により総アルカロイド含量, 収穫重量, 草丈, 株幅, 生存率が増加する傾向が認められた。これらの結果に基づき、各測定項目において最も効果の高い肥料を 3, 低い肥料を 1 とし、3 段階に評価したレーダーチャート (図 5) を作成した結果、以下の傾向が明らかになった。すなわち、醗酵油かすは含有成分への影響は少ないが、株を大きく成長させるためには効果的である。緩効性窒素肥料の効果は約 3 ヶ月間持続するとされ、施肥回数が 1 回で労力を要さず含有成分及び成長に対して効果的であったが、今後さらに施肥量, 時期, 回数などを検討する余地がある。尿素水溶液は有意に総アルカロイド含量を増加させたが、株の生長に対する影響は小さかった。また、刈込みにより地上茎の総アルカロイド含量が増加することが明らかになった。さらに、刈込みによって木質茎 (異物) が除去されるため、収穫物の色彩も鮮やかであった (写真 1-1, 1-2)。生薬「麻黄」は JP17 の純度試験によって木質茎を 5% 以上含まないと規定されている。前年度に収穫を行って

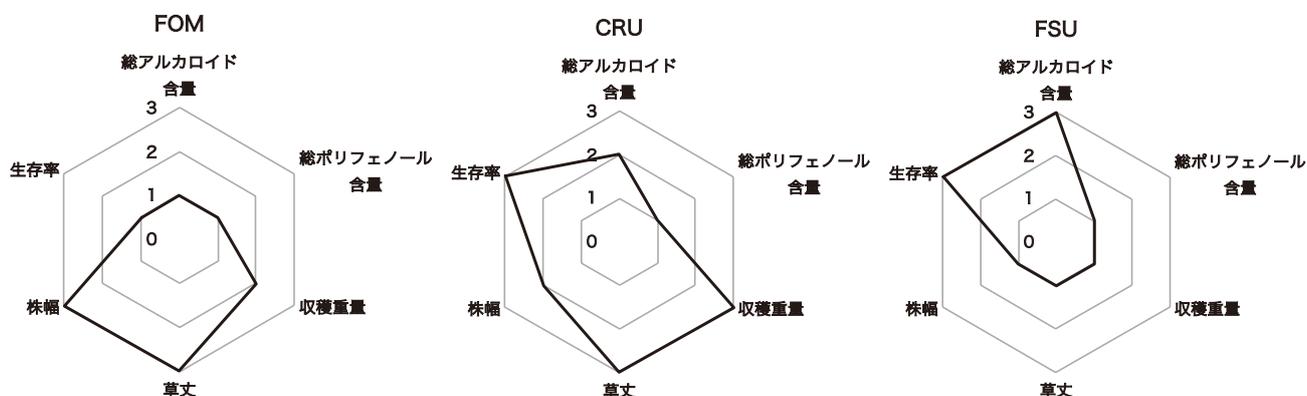


図 5. 各肥料が含有成分および生育に与える影響。最も効果の高い肥料を 3, 低い肥料を 1 とした。

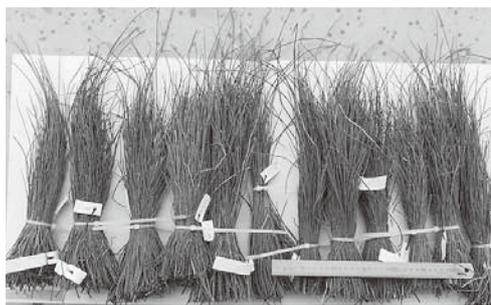


写真1-1：刈込み株の成長（左）と刈り取った地上部（右）



写真1-2：非刈込み株の成長（左）と刈り取った地上部（右）

ない株を製品化する場合は木質茎の混入が考えられ、その除去には多くの労力を要する。しかし、刈込みの実施は収穫物への木質茎の混入を防ぎ、総アルカロイド含量が増加することからマオウ属植物の栽培方法として有効な手段であると考えられる。なお、中国の栽培地においては株が大きく育つ概ね3年目以降から地上部の全刈りを行っている²⁾。一方、毬果は前年枝から伸びる新梢に着くため、種子採取を目的とする場合は前年枝を残す必要がある。

謝 辞

本研究は国立研究開発法人日本医療研究開発機構の研究開発経費（平成 27, 28, 29 年度）により実施され、また緩効性窒素肥料はサンアグロ株式会社から提供された。関係各位に深謝する。

引用文献

- 1) 前報: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).
- 2) 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).
- 3) 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 11 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).
- 4) 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).

- 5) 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).
- 6) 青久, 稲垣卓次 : 茶栽培における被膜尿素を
用いた省力施肥法と硝酸態窒素の溶脱低減効
果. 日本土壤肥料学雑誌, **71** (4), 546-549 (1995).
- 7) 大山卓爾, 大竹憲邦, 池主俊昭, 高橋能彦 :
緩効性窒素肥料 (被覆尿素) の深層施用がダ
イズの成分組成に及ぼす影響. 熱帯農業, **65**
(1), 41-47 (1994).
- 8) 建部雅子, 佐藤信仁, 石井かおる, 米山忠克 :
緩効性窒素肥料の施用がハウレンソウのシュ
ウ酸, アスコルビン酸, 糖, 硝酸含有率に与
える影響. 日本土壤肥料学雑誌, **67** (2),
147-154 (1996).
- 9) 安藤広和, 草場大作, 御影雅幸, 佐々木陽平 :
マオウ属植物の栽培研究 (第 9 報) マオウ属
植物 Ep-13 草質茎のアルカロイド含量の局在
について. 薬用植物研究, **38** (2), 10-16 (2016).
- 10) EA Ainsworth, KM Gillespie: Estimation of total
phenolic content and other oxidation substrates in
plant tissues using Folin-Ciocalteu reagent. Nat.
Protoc., **2**, 875-877 (2007).
- 11) 李家華, 石黒悦爾, 根角厚司, 石川大太郎,
清水圭一, 坂田祐介, 橋本文雄 : 肥料の違い
が茶ポリフェノール類の含量に与える影響.
農業生産技術管理学会誌, **14** (2), 87-92 (2007).
- 12) 阿南豊正 : 窒素施用量の違いが 'やぶきた,
さやまかおり, かなやみどり, めいりよく'
の新芽中の化学成分含有率に及ぼす影響. 茶
業研究報告, **96**, 33-47 (2003).

渡来薬「失鳩答」(ドクニンジン全草)の本草学(後編) ドクニンジン

Natural history of cicuta, whole plant of poison hemlock,
imported from Europe (Part 2)
Poison hemlock

姉帯 正樹

北海道大学薬学部附属薬用植物園
〒060-0812 札幌市北区北12条西6丁目

Masaki Anetai

Experimental Station for Medicinal Plant Studies
Faculty of Pharmaceutical Sciences, Hokkaido University
Kita12, Nishi 6, Kita-ku, Sapporo 060-0812 Japan

受付日：2020年9月12日

受理日：2020年9月24日

要 旨

江戸時代後期から主として鎮痛薬、麻酔薬として使用された失鳩答の基原植物であるドクニンジンの形態、学名の由来、ドクゼリとの混同、和名の変遷、我が国における栽培の歴史、野生化、誤食による食中毒などについて纏めた。

『遠西医方名物考』が記す失鳩答の形状

前編¹⁾で紹介した本書巻二十六に失鳩答の形状、則ちドクニンジン(写真1)全草の形態が詳しく記載されているので、以下に全文を転載する(下線は筆者)²⁾。なお、旧字体を新字体に、「。」を「,」に、「」を「.」に改めた。

更には、巻三十六にその地上部が描かれているので、図版1に示す³⁾。

シキツタ
失鳩答^羅「コニウム, マキュラチュム」羅「ゲフラックテ, ドルレケルフル」又「ゲフラックテ, シケールリンク」蘭

〔形状〕 此草, 高サ二三尺許, 円茎滑沢ニシテ中虚, 茴香ノ茎ニ似テ太ク, 節アリ, 是ヨリ傍枝ヲ生シテ^{ダンダン}逐次ニ小椶ヲ分ツ, 淡緑色ニシテ紅紫若ク



写真1. ドクニンジン
〈札幌市北区北大構内／1984.7.11〉



図版 1. 『遠西医方名物考』に描かれたドクニンジン
 〈巻 36-21 丁ウ/宇田川玄眞訳, 宇田川榕菴
 校補/1825 年/筆者蔵〉

ハ赭色ノ斑アリ宛モ蛇皮ノ如シ。葉ハ芹葉ニシテ
 粗糙, 光沢アリテ羊齒状ヲ為シ面緑色ニシテ背淡
 緑色, 揉テ鼻ゲバ嫌ヒ悪ムベキ毒様ノ臭気アリ,
 猫尿若クハ芫青ノ臭ノ如シ, 味辛苦ニシテ微甘,
 茎枝共ニ茎衣アリ, 葉柄ノ著ク処ハ凹ニシテ茎ヲ
 包囲ス。茎枝頭ニ五弁ノ小白花ヲ開キ大ナル繖ヲ
 為ス, 花後子ヲ結ブ遏泥子アチス苗香ニ似テ差大ニ似テ白ク
 五縦道アリ。根太サ指ノ如ク二三寸, 若クハ七八
 寸許, 白色, 其気苛烈ニシテ味微甘ヲ帯ブ, 嫩根
 ハ乳白色ノ汁ヲ含メリ。平原荒野ノ陰地, 路傍,
 溝池ノ辺ニ生シ二年ニシテ枯レ新苗生ス, 園生ノ
 者ハ薬用トセズ○此草種類多ク相似テ真ヲ乱ル,
 ヨク扱ムベシ茎ニ斑アレトモ臭気ナキハ本種ニ非
 ズ, 斯篤爾窟スドルク人名ノ説ニ此根ノ生汁ヲ舌ニ滴スレバ
 苦辛ニシテ舌麻痺シ次テ腫痛拘強シテ言フコト能
 ハズ, 本種ニ非レバ此苛烈ノ味ナシト云ヘリ。一
 種「ギフチヘ, ワートルシケールリング」ト名ク
 ル草アリ全形失鳩答ノ如クニシテ茎ニ斑ナク葉ノ
 臭気微ナリ, 茎ニ稜及ビ條理アリ, 根ニ近キ処赤
 色ヲ帯ビ葉差長ク鋸齒アリ, 根黒色, 拇指大ニシ
 テ末尖リ鬚根アリ, 截レバ焦黄色ノ汁出ツ, 味苦

シ榕按ニ是レ本邦ニ産スル毒芹ト呼フ者^{ウエーデン}和蘭及ビ勿能入爾馬泥亜ノ
 都ニ於テモ誤テ是ヲ失鳩答ニ充テ用ヒテ効驗ナシ
 トスル者多シ。一種「ベドウェルムデ, トイン,
 シケールリング」ト名ツル者ハ葉黒綠色ニシテ背
 光沢アリ一種「ベドウェルムデ, ペイプコロイド」
 ト名クル者ハ茎葉共ニ毛茸アリテ粗糙ナリ。又一
 種根太クシテ卵円形ノ者アリ此皆其種類ニシテ薬
 用トセズ○凡ソ野草ヲ食フ獸類ハ自ラ此草ノ毒ア
 ルコトヲ知テ是ヲ避ク

○榕按ニ本邦ニ大芹,^{オホセリ}毒芹,^{トクセリ}芹葉鉤吻ト呼ブ
 草, 毒アリテ形状失鳩答ニ似タリ故ニ失鳩答ニ充
 ル者アレトモ其茎ニ斑ナク, 葉ニ猫尿ノ如キ苛烈
 ノ臭気ナシ, 是レ右ノ訳説ニ挙ル一種ニシテ薬用
 ニ充ザル者ナリ, 和蘭ニ於テモ誤テ是ヲ本種トシ
 用ヒテ効ナシトスル者アリト云。江戸郊外ニ於テ
 未タ本種ニ充ツベキ者ヲ見ズ, 故ニ姑ク其形状ヲ
 記シテ後來充當ノ考證トス。

茎の赤い斑点と学名, 一般名

上記下線の「コニウム, マキュラチュム」及び「紅
 紫若クハ赭色ノ斑アリ」について。

1824 (文政 7) 年の巻二十六発刊当時, 学名
Conium maculatum L. は既に与えられていた (C.
 Linnaeus, 1753 年⁴⁾) が, 和名はまだなく, 生薬
 名で代用されていた。和名の変遷については後に
 述べる。

写真 2 に示す茎にある赤紫色の斑点は本種の大
 きな特長であり, リンネも種小名に反映している。
 則ち, 種小名は *maculatus*, -a, -um (adj. A) 斑点のあ
 る, しみのある (*maculate*; *spotted*) に由来する⁵⁾。
 この斑点は神がカインに付けた印 (創世記第 4 章
 15 節) と言われている⁶⁾。属名は古代ギリシャ名
koneion から。また, ギリシャ語の *konao* (円く廻
 る), 葉を食べると眼が廻ることに由来する⁷⁾。

筆者は見学者に対して斑点を「ソクラテスの血」
 と説明したところ, それまで大して興味を示さな
 かった者でも「どれどれ」と覗き込むなど急に熱
 心になった経験を有している。「うっそだ〜」と
 呟く学生もいたが, そこで対話が生まれ, 更にこ
 ちらのペースに引き込むことが出来た。なお, 「蛇
 皮ノ如シ」と榕菴は記しているが, ヘビ皮に似る



写真 2. ドクニンジン茎の赤紫色斑点
(札幌市北区北大構内 / 1994.6.10)

のはむしろコウライテンナンショウ (サトイモ科) の茎に見える葉の基部の鞘の方であろう。

諸外国における一般名を表 1 に示す⁷⁾。

異 臭

「毒様ノ臭気アリ，猫尿若クハ芫青ノ臭ノ如シ」について。

臭気は気分が悪くなるほど強烈で，衣服や靴底などに染み込むと容易には消えない。これもドクニンジンの大きな特長である。文献によっては「ネズミの尿のような臭い」と書いてあり⁸⁾，筆者も領けるため，北海道立衛生研究所在職中はそのように説明していた。山菜展来場者には葉を千切って臭いを実感してもらうことを常としていた。但し，ネズミの尿臭と言っても最近の若い人はほとんどが未体験で，納得してもらうにはネコの方が良かったかも知れない。

衛生研究所に隣接する野球場のバックネット裏と三塁ベンチ裏には本種が生い茂っている。ある夏の日の昼休み，風向きが変わって満開の花の臭いが球場内に漂ってきた。筆者はその強烈な臭気

表 1. ドクニンジンの諸外国における一般名

国 名	一 般 名
アルゼンチン	cicuta, conio
オーストラリア	hemlock
ブラジル	cicuta, funcho selvagem, cigue, cicuta da europa, cicuta maior
カナダ	poison hemlock, deadly hemlock, hemlock
中 国	毒参
デンマーク	akarntyde
フィンランド	myrkkykatko
フランス	grande cigue, cigue tache
ドイツ	Gefleckter Schierling
イタリア	cicuta maggiore
オランダ	gevlekte scheerling
ノルウェー	giftkjeks
ポルトガル	ansarina-malhada
スウェーデン	odort
イギリス	hemlock
アメリカ	poison hemlock
ユーゴスラビア	pegava (velika) kukuta

文献 7 をもとに作成

と暑さで吐き気を催し，早々に引き上げた経験がある。

芫青^{ほんせい}は『本草綱目』虫部第 40 巻に収載される生薬で，*Lytta caragana* (ツチハンミョウ科) の乾燥虫体とされる。カンタリジンを 0.6~1.0% 含有する^{9,10)}。血液中に含有されるカンタリジンは捕食性動物に対する防御物質と見做され，刺激により反射出血して特定の環節間膜から出血する¹¹⁾。カンタリジンは強力な発泡剤，利尿剤としての効果もあるため，日本薬局方初版から第八版まで収載されていた。ヒトの致死量は 30mg である¹²⁾。

栽培品

「園生ノ者ハ薬用トセズ」は栽培品を薬用に用いないという意味であろう。

栽培により地下部は肥大し，ハシリドコロの根茎 (ロート根) の場合，栽培品中のアルカロイド含量は野生品より低く，局方値を満足しなかった¹³⁾。また，ムラサキの根 (紫根) では栽培品の色素含量は野生品より著しく低く，肥大した根では周皮の割合が相対的に低くなって色素含量が低下する

ことが知られている¹⁴⁾。ウラルカンゾウの根が太る系統は、グリチルリチン酸の含量が低いことが経験的に知られている¹⁵⁾。

栽培することにより地上部の生育も良くなる。しかし、生育と二次代謝産物の関係はあまり分かっておらず¹⁶⁾、ドクニンジンの栽培と成分含量に關して的確なコメントは出来ない。

ドクゼリとの混同

「本邦ニ産スル毒芹ト呼フ者」及び「誤テ是ヲ失鳩答ニ充テ」について。

古くから有毒植物として知られるドクゼリ（セリ科、写真3）の古代ラテン名は *cicuta*、学名は1753年にリンネによって *Cicuta virosa* L. と命名された⁴⁵⁾。属名はラテン古名で、茎の節間が「中空 *cyein*」であることに由来。種小名は「有毒の」の意^{16,17)}。榕菴が「田茎滑沢ニシテ中虚」と記すように、ドクニンジンの茎も中空である。

表1中の *hemlock* はアングロサクソン語の *hem-laec*（岸辺の植物）に由来し、1500年以前は *Conium* と *Cicuta* は区別されていなかった^{6,18)}。現代の辞書にも *hemlock* は、①ドクニンジン、②①から作った毒薬、③ドクゼリ (*water hemlock*) などドクゼリ属植物の総称、とある¹⁹⁾。

これらのことから、榕菴も記しているようにドクニンジンとドクゼリはよく混同されており、江戸時代はもとより現在も不正確な記載が少なからず見られる。紙幅の関係上、具体的な例は稿を改める。



写真3. ドクゼリ
(札幌市北区北大構内／1987.8.19)

家畜に対する毒性

「野草ヲ食フ獸類ハ自ラ此草ノ毒アルコトヲ知テ是ヲ避ク」について。

本種に傷を付けると臭気がより強まることから、家畜は摂食を避けると思われるが、欧米では中毒例が少なくない。但し、その程度にはかなりの差があり、ヤギは免疫性を有し、ヒツジには一般に無害であるという。また、乾燥によって毒成分の大部分が消失することにより、中毒することは少なくなる。ウマ及びウシの自然中毒症状を例として以下に挙げる²⁰⁾。

ウマ：少量は軽度の虚脱、泡沫噴出、脈拍の増加、瞳孔散大、特に肩頸部の筋痙攣を来す。大量では悪心、嘔吐働作、咬牙、呼吸の増数並びに困難及び筋搐搦を招く。搐搦は後体より始まり次いで前体背部に及ぶ。更に運動の困難、断続性発汗、転倒半身麻痺に続いて全身麻痺、触覚の消失、体温低下、脈拍頻数、呼吸困難の増加等あり、呼吸停止によって斃死する。

ウシ：流涎、消化器蠕動音の消失、鼓脹、疝痛、便秘、衰弱及び昏睡を来し、妊牛では流産を招き、牡牛の場合は特に血尿を見ることがある。また、乳汁にその異臭が移り、食品としての価値を失う。

一方、上記とは全く逆の内容の文献も古くから存在する。即ち、ウマに生草約 1.6kg を与えても作用はない。ウシに生草約 1.4kg を与えても作用はないが、アルカロイドは乾燥後も残存するため干草約 450g では毒となる²¹⁾。

これらの相反する報告の理由について、今井は以下の3点を挙げている²²⁾。①開花期とその他の時期で毒成分含量に6倍の差。②毒成分の多い種子含有の有無。③摂食時における胃の内容物の有無。

江戸、明治時代における植物目録

「江戸郊外ニ於テ未タ本種ニ充ツベキ者ヲ見ズ」

ヨーロッパ原産のドクニンジンが文政年間の江戸市中及びその郊外において見られないのは当然であるが、当時の植物分布に関する文献を紹介しておく^{23,24)}。

- ・岩崎常正著, 武江産物志, 1824 (文政7) 年.
江戸とその周辺約20kmの範囲の薬草木類360種を記載.
- ・伊藤圭介著, 日本産物志 武蔵編, 1873 (明治6) 年.
薬草木及び雑草木類290種を記載.

和名と生薬名の変遷

和名と生薬名の変遷を表2に纏めた²⁵⁻⁵⁵⁾. 失鳩答は薬物名として紹介された後, しばらくの間は植物名としても用いられた. ドクニンジンの和名初出文献は, 筆者の調べた限りでは 1884 (明治17) 年2月の松村任三『日本植物名彙』であった³⁵⁾. 本書は日本人の手による最初の総覧である.

東京帝国大学教授を務めた松村は『和漢洋対訳

本草辞典』(1892: 明治25年)でも hemlock 及び poison hemlock にドクニンジン, water hemlock にドクゼリを充てていた³⁸⁾. しかし、『帝国植物名鑑』(1912: 明治45年)では「*Conium maculatum* L. doku-zeri. ドクゼリ」とし、『改訂植物名彙』(第10版, 1922: 大正11年)でも「*Conium maculatum* L. doku-zeri. ドクゼリ」として, 索引からドクニンジンの名を削除していた^{41,44)}. 医学史研究者の富士川游は『西洋民間薬』(1921: 大正10年)で「毒芹 (Schierling) *Conium maculatum*」と立項し, ドクニンジンの説明文を与えていた⁴³⁾.

このように大正時代まではドクゼリとの混同が見られた. また, 戦前まで古紐護草, コニウムソウ, シキユータ等の名称も見られたが, 徐々にドクニンジンに収束して今日に至っている. 生薬名も失

表2. ドクニンジンの生薬名及び和名の変遷

著者訳者編者名	書名	発行年	生薬名(ルビ)	学名・和名等	文献
Carl Linnaeus	Species Plantarum (植物の種)	1753	—	<i>Conium maculatum</i>	4
宇田川玄眞・榕菴	遠西医方名物考	1824 (文政7)	失鳩答 (シキウタ)	コニウム・マキユラチウム	2
横井 璣	薬名早引	1837 (天保8)	シキユータ	コニウム・マキユラチウム	25
ワートル・林 洞海	窓篤見薬性論	1856 (安政3)	矢鳩答 (シキユータ)	コニウム・マキユラチウム	26
	小石川薬園中有来草木品銘調書	1871 (明治4)	—	シキウタ	27
伊藤 謙	薬品名彙	1874 (明治7)	Conium 失鳩答	<i>Conium maculatum</i> 失鳩答	28
リレイ・小林義直	理札氏薬物学	1875 (明治8)	矢鳩答 Conium, Hemlock	大織花草 コニウム・マキユラチウム	29
ガグリエー・田中耕造	牙氏初学須知	1876 (明治9)	失鳩答 (シキユータ)	芹葉鉤吻	30
安川通済	新撰薬名早引	1877 (明治10)	失鳩答 (シキウタ) Hemlock (ヘムロック)	失鳩答 (シキウタ) <i>Conium maculatum</i> コニウム・マキユラチウム	31
樫村清徳	新纂薬物学	〃	矢鳩答 Herba Conii	—	32
松原新之助	講筈筆記薬用植物篇	1878 (明治11)	格尼由護草 Herba Conii maculati	格尼由護 <i>Conium maculatum</i>	33
伊藤 謙・柴田・村井	増訂薬品名彙	1883 (明治16)	Conium 古紐護草	<i>Conium maculatum</i> 古紐護草	34
松村任三	日本植物名彙	1884 (明治17)	—	<i>Conium maculatum</i> ドクニンジン Doku-ninjin	35
帝国大学	帝国大学理科大学植物標品目録	1886 (明治19)	—	<i>Conium maculatum</i> ドクニンジン	36
大久保三郎	帝国大学植物園植物目録	1887 (明治20)	—	<i>Conium maculatum</i> シキユータ	37
松村任三	和漢洋対訳本草辞典	1892 (明治25)	—	Poison Hemlock Doku-ninjin ドクニンジン	38
下山順一郎	薬用植物学	1893 (明治26)	—	<i>Conium maculatum</i> (どくにんじん)	39
下山順一郎	生薬学	1903 (明治36)	古紐護草 Herba Conii	<i>Conium maculatum</i> 古紐護草	40
松村任三	帝国植物名鑑	1912 (明治45)	—	<i>Conium maculatum</i> Doku-zeri ドクゼリ	41
梅村甚太郎	普通有毒植物誌	1917 (大正6)	—	どくにんじん <i>Conium maculatum</i>	42
富士川游	西洋民間薬	1921 (大正10)	—	毒芹 (ドクゼリ) <i>Conium maculatum</i>	43
松村任三	改訂植物名彙	1922 (大正11)	—	<i>Conium maculatum</i> Doku-zeri ドクゼリ	44
村越三千男	大植物図鑑	1925 (大正14)	—	ドクニンジン <i>Conium maculatum</i> 別称コニウムサウ	45
篠田平三郎	薬草と毒草	1928 (昭和3)	—	ドクニンジン <i>Conium maculatum</i>	46
今井 廉	日本薬草及有毒植物	〃	—	どくにんじん <i>Conium maculatum</i>	22
下山順一郎・柴田桂太	薬用植物学	1929 (昭和4)	—	どくにんじん <i>Conium maculatum</i>	47
牧野富太郎・根本莞爾	訂正増補日本植物総覧	1931 (昭和6)	—	<i>Conium maculatum</i> ドクニンジン シキユータ	48
陸軍衛生材料廠試験科	陸軍衛生材料廠薬用植物園目録	1935 (昭和10)	コニウム草	<i>Conium maculatum</i> どくにんじん	49
村越三千男	総合新植物図説	1936 (昭和11)	—	ドクニンジン <i>Conium maculatum</i>	50
根本莞爾	日本植物総覧補遺	〃	—	<i>Conium maculatum</i> ドクニンジン シキユータ	4
刈米達夫	有毒植物	1939 (昭和14)	—	ドクニンジン <i>Conium maculatum</i>	51
高瀬豊吉	植物成分ノ研究	1941 (昭和16)	—	どくにんじん <i>Conium maculatum</i> しきゆうた	52
村上師壽	薬用植物の研究	1943 (昭和18)	コニウム草	どくにんじん <i>Conium maculatum</i>	53
刈米達夫	世界の民間薬	1973 (昭和48)	ドクニンジン Conii Herba	ドクニンジン <i>Conium maculatum</i>	54
三橋 博	原色牧野和漢薬草大図鑑	1988 (昭和63)	—	ドクニンジン <i>Conium maculatum</i>	55
L. プレムネス	ハーブの写真図鑑	1995 (平成7)	ヘムロック Hemlock	ドクニンジン <i>Conium maculatum</i>	8

鳩答から矢鳩答（矢鳩答，矢鳩答），格尼由謨草，古紐謨草，コニウム草等と変遷を重ね，近年のハーブ分野ではヘムロックと称されるようである。

薬用植物園における栽培の歴史

①小石川御薬園

幕府の南薬園は1684（貞享元）年に麻布から小石川に移転した。1791（寛政3）年作成の『御薬草木書留』114種の中には見当たらない。薬園から植物園へ転換目前の1871（明治4）年に作成された植物リストの大部分は生薬名で示されており，シキウタの名も見える²⁷⁾。大場は白芷（ヨロイグサ），土木香（オグルマ），商陸（ヤマゴボウ），附子（トリカブト）などとカッコ内に現在の和名を与えているが，シキウタにはカッコがない。即ち，正体が分からない植物として扱っている⁵⁶⁾。その後，薬園はめまぐるしい変遷を経て，1877（明治10）年に東京大学の創立と共に附属植物園となった^{56,57)}。その栽培種を記した1887（明治20）年の目録には，学名に和名としてシキウタが付されている³⁷⁾。

②陸軍衛生材料廠薬用植物園

本園は1908（明治41）年に設置され，1928（昭和3）年に東京市品川区大崎町より世田ヶ谷区玉川用賀町（現世田谷区上用賀1丁目）に移転した。その目録に「*Conium maculatum* L. どくにんじん全草，コニウム草，鎮瘡，解熱」とある⁴⁹⁾。1946（昭和21）年から2017（平成29）年迄，その跡地は国立衛生試験所（現国立医薬品食品衛生研究所）の敷地であった。川崎市に移転する直前の2017年7月下旬に敷地内の調査を依頼したが，ドクニンジンは見当たらなかった⁵⁸⁾。

③内務省東京衛生試験所薬用植物栽培試験圃場

1918（大正7）年，国経営の最初の薬用植物栽培試験場が埼玉県南埼玉郡粕壁町（現春日部市）に設けられた。その1930（昭和5）年の目録には，有毒植物の一つとして「*Conium maculatum* L. どくにんじん 繖形科 有毒部分：全草」とあった⁵⁹⁾。本試験場は国立衛生試験所薬用植物栽培試験場などを経て，現在は北海道，筑波，和歌山及び種子島に栽培試験圃場を有する国立研究開発法人医薬

基盤・健康・栄養研究所薬用植物資源研究センターと称しており，ドクニンジンは北海道研究部（名寄市）の圃場でのみ保有している⁶⁰⁾。

④北海道大学薬学部附属薬用植物園

本園は1956（昭和31）年に開設され，1990（平成2）年発行の植物目録に「*Conium maculatum* Linn. ドクニンジン」とある⁶¹⁾。開設以来管理に当たった吉田尚利元助手は2017（平成29）年に鬼籍入り⁶²⁾し，また，当時の資料が残っていないため，その導入経緯等は不明である。しかし，「北大構内には昔から生えていた，と吉田さんから聞いた」（山岸談）とのことであり，開設直後に学内株を移植したと推察される。なお，同大農学部附属植物園（現北方生物圏フィールド科学センター耕地圏ステーション植物園）が1962（昭和37）年に発行した薬用植物園植物目録にも「*Conium maculatum* L. ドクニンジン，コニウム（欧州）鎮瘡」とある⁶³⁾。

⑤北海道医療大学薬学部附属薬用植物園

本園は1974（昭和49）年の本学開学と共に音別キャンパス（釧路管内音別町，現釧路市）に設置された。本種はその前年，国立衛生試験所北海道薬用植物栽培試験場（③参照）から寄贈された薬用植物113種に含まれていた。1985（昭和60）年に現在の当別キャンパス（石狩管内当別町）へ移転した後も，標本園内で実生継代されている^{64,65)}。園外への逸出記録は見当たらない⁶⁶⁾。

⑥北海道立衛生研究所薬用植物園

筆者が2014（平成26）年まで勤務した本園では，一般の薬用植物標本園に加え，平成に入ってから山菜毒草コーナーを設けた。その一角に，敷地内外一面に野生化している株を移植，樹名板を付した⁶⁷⁾。こぼれ種から，園内のあちらこちらに株が広がっている。

野生化

1972（昭和47）年，長田は「薬用として栽培され，千葉県（習志野）その他に帰化」，「参考標本は三重県四日市港（太田久次，VII 1959，TNS 217104）」と記している⁶⁸⁾。

東邦大学薬学部習志野キャンパスには薬用植物

園が設置されており、そのリストにドクニンジンも記載されている⁶⁹⁾。習志野市における帰化は園内からの逸出か？ 最近の状況を知るため、古書店の手も借りて千葉県及び習志野市の植物目録を調べたが、確認できなかった。

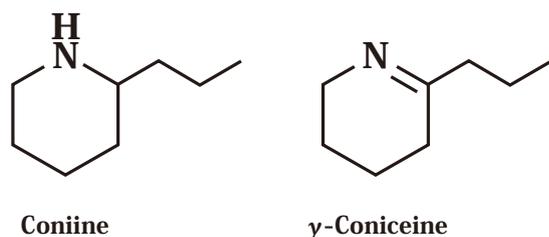
三重県では1959（昭和34）年に四日市港で見出され、更には、1965（昭和40）年までに度会郡小俣町、三重郡楠町、鈴鹿市旭が丘町で報告されている。後の3カ所にはいずれも毛織工場があり、四日市港に荷揚げされた原毛が各々の倉庫に運ばれることにより侵入したことは明白である。その後、原毛に付いたゴミや羊の糞（ロックス）は熱や薬品で処理されるようになったため、ロックスに紛れ込んだ種子から発芽することは少なくなったようである⁷⁰⁾。

以後、上記2県に加え、東京都、山梨県及び岡山県でも報告されている。清水は「古くから薬用植物として栽培されたが、渡来年代は不明」としている⁷¹⁾。

その他、道内では札幌市、石狩市及び釧路市で報告されている⁷²⁻⁷⁴⁾。札幌市では年々その分布範囲を市内から郊外へ広げている⁷³⁾。その原因の一つは、自生地の道路工事に伴う土砂の郊外への運搬であった^{73,75)}。なお、五十嵐はその侵入時期を「戦後」としていたが、後に「戦前？」としている^{76,77)}。

成分と毒性の強弱

ペペリジン骨格を有する簡単な構造のアルカロイド8種が知られ、主成分はconiine及び γ -coniineである（図版2）⁷⁸⁾。coniineの成人に対する致死量は60~120mgとされ⁵⁵⁾、 γ -coniineはその1/8の毒性を有している⁷⁹⁾。また、両含量は季節などにより変動することが報告されている



図版2. コニン及び γ -コニセイン

る⁸⁰⁾。葉は新葉と開花前が最も有毒である。未熟種子のconiine含量が最も高く2.6%以内、成熟すると1.1%以内という²⁰⁾。

筆者等の実験によると、5月上旬に採取した越冬株のconiine含量は0.12%、 γ -coniine含量は0.67%、11月中旬株では各々0.19%及び0.38%であった。また、両含量は沸騰水中で15秒間茹でることにより約半量に、1分間では約4分の1に減少した。1分以上茹でても減少量は少なく、20分間茹でても残存した。計算上、生の葉約7gを1分間茹でて食すと中毒する可能性がある⁸¹⁾。

余談であるが、全草を実験室内に持ち込むと、やがてその臭気が室内に充満して気分が悪くなった。また、実験台上で茹でるとその強烈な臭いで吐き気を催したため、以後、ドラフト内で実験を行った。

なお、毒成分の多少は緯度に関係があり、一般に南方において毒性の強い植物も北方においては微弱あるいは無毒のものがあるという。北極近くに産するドクニンジンにはconiineを欠き、ロンドンなど寒地では無害であるという^{20,82)}。

紀元1世紀の古代ローマに生きたプリニウスによると、最も強力なドクニンジンにはパルティア（カスピ海東南部）のササに生えるもので、それにつぐものはラコニア（ペロポネソス半島南部）、クレタ、アジア（小アジア）産のものであるという。ギリシャではメガラ（中部）産のものが最も強く、アッティカ産のものがそれにつぐという⁸³⁾。

山菜としての利用と中毒事例

一般に毒草として知られるドクニンジンであるが、自生地が高緯度になると毒性が低くなることもあってか、世界の食用植物辞典に記載されている⁸⁴⁾。即ち、ロシアの農民は煮て食べるという⁸⁵⁾。また、「毒性は熱で消失することから、ゆでて食用とする」と記す文献もある⁷⁾。更には、「(種子と葉には冷却作用があつて死をもたらずが) 茎は多くの人々によって生のままでも鍋で調理しても食べられている」と記す文献もある⁸³⁾が、子供が茎で笛を作って鳴らしているうちに中毒したという文献もある⁸⁶⁾。

なお、1997（平成9）年4月には札幌市内において、誤食中毒が2件連続して発生している^{87,88)}。2件目の事例は4月29日、行商人からシャク3把約300gを購入した夫婦がお浸しにして食したところ、ほぼ1把分を食した妻がめまい、手足のしびれ、歩行困難、嘔吐などの神経麻痺症状を呈し、救急車で病院に運ばれた。症状は軽く入院には至らなかったが、札幌市保健所はドクニンジン（鑑定は筆者）の誤食による食中毒と判断⁸⁷⁾し、報道機関に情報提供した。1件目の事例もシャクとしてドクニンジン一握り強を譲り受け、お浸しにして夫婦が食し、妻のみが同様の症状で救急車のお世話になっていた⁸⁷⁾。また、若芽をシャクと誤って茹でて食べた男性から、「間もなく気持ちが悪くなって、しばらく意識がなくなった」という体験談を筆者は聞いている。

一方、1m程に育ったドクニンジン指さして「これはコジャクと言って旨い山菜なんだ。花の咲く前、茎の先のやわらかい部分だけを摘み取って、茹でると白い油が浮いてくるのでそれを捨て、醤油漬にするんだ。毎年、ビン詰めにして保存し食べている。近所にも配って喜ばれている」と得



写真4. シャク
〈札幌市北区北大構内／1992.6.2〉

意げに説明する中年男性もいた。筆者は正しい名前を教え、中毒事例があることを説明したが、容易には納得してもらえなかった。しかし、最後には不承不承ではあるがそのビン詰め廃棄を約束してもらえた。

これらの数例から判断して、札幌及び石狩市内ではドクニンジンシャクと間違えて、かなりの数の市民が誤食している可能性がある。筆者が知る限り、シャク（セリ科、写真4）とドクニンジンが混生している場所は北海道大学構内のごく一部であり、他は全てドクニンジンのみが群落を形成している⁷²⁾。

おわりに

以上のように、普段はあまり目にする事の無い江戸時代から明治、大正、昭和初期にかけての古い文献を中心に、ドクニンジン歴史を紹介した。我が国では本種に関する研究報告は少ないが、諸外国では古くから研究が進められており総説も多い^{79,89,90)}。

自生地、採取時期、部位などの違いにより毒性が大きく異なるドクニンジンであるが、“It must, however, always be treated as a dangerously poisonous plant.”と記す文献もある⁸²⁾。札幌市の北緯は43度とロンドンの51度と比較してかなり南に位置することから、我が国に野生化したドクニジンは無毒とはなりえず、実際に中毒事例も報告されている。従って、今後とも有毒植物として扱い、誤食による食中毒を防止するための啓発活動が必要と考える。また、本種を栽培する全国の大学や試験研究機関においては逸出防止に努め、逸出した場合は速やかな拡大防止策が必要となろう。

謝 辞

情報提供して頂いた北見工業大学名誉教授山岸喬博士、東京農業大学農学部生物資源開発学科教授菱田敦之博士及び北海道医療大学薬学部生薬学研究室准教授高上馬希重博士並びに自生調査を行って頂いた国立医薬品食品衛生研究所安全情報部第三室長登田美桜博士に深謝します。

引用文献

- 1) 姉帯正樹：薬用植物研究，**42(1)**，47 (2020).
- 2) 宇田川玄眞譯述，宇田川榕菴校補：遠西醫方名物考 卷 26，青藜閣，1824，pp.4丁ウー6丁ウ.
- 3) 同著者：同書 卷 36，同，1825，p.21丁ウ.
- 4) 根本莞爾編：日本植物總覽補遺，春陽堂，東京，1936，pp.535-536.
- 5) 豊国秀夫編：覆刻・拡大版 植物学ラテン語辞典，ぎょうせい，東京，2009，pp.48, 118.
- 6) F. ギラム著，山田美明訳：毒のある美しい植物，創元社，大阪，2012，p.34.
- 7) 竹松哲夫，一前宣正：世界の雑草II—離弁花類一，全国農村教育協会，東京，1993，pp.16-17.
- 8) L. プレムネス：ハーブの写真図鑑，日本ヴォーグ社，東京，1995，p.243.
- 9) 邱徳文，吴家荣，夏同珩主編：本草綱目彩色薬図，貴州科技出版社，貴陽，1998，p.869.
- 10) 難波恒雄：原色和漢薬図鑑(下)，保育社，大阪，1980，pp.335-338.
- 11) 日高敏隆，高橋正三，磯江幸彦，中西香爾編：昆虫の生理と化学，喜多見書房，東京，1979，p.303.
- 12) 高橋信孝，丸茂晋吾，大岳 望：生理活性天然物化学，東京大学出版会，東京，1973，pp.164-165.
- 13) 姉帯正樹，山岸 喬：道衛研所報，**36**，66 (1986).
- 14) 林 茂樹，菱田敦之，渊野裕之，竹脇大気，和田浩志，京極春樹，川原信夫：生薬学雑誌，**68(2)**，58 (2014).
- 15) 菱田敦之：2020年6月16日付筆者宛電子メール.
- 16) 木村陽二郎監修，植物文化研究会編：図説花と樹の事典，柏書房，東京，2005，p.307.
- 17) 大橋広好，門田裕一，木原 浩，邑田 仁，米倉浩司編：改訂新版日本の野生植物5，平凡社，東京，2017，p.393.
- 18) J.M. Kingsbury：Poisonous Plants of the United States and Canada，Prentice-Hall，Englewood Cliffs，1964，pp.373-383.
- 19) 小学館ランダムハウス英和大辞典第二版編集委員会編：小学館ランダムハウス英和大辞典，小学館，東京，1994，p.1248.
- 20) 宮本三七郎，大川徳太郎：家畜有毒植物学，克誠堂書店，東京，1942，pp.26, 382-387.
- 21) 飯塚安喜雄：有毒植物，大日本獣医学会，東京，1940，pp.31-32.
- 22) 今井 廉：日本薬草及有毒植物，南江堂，東京，1928，pp.84-87.
- 23) 野村圭佑：江戸の自然誌『武江産物志』を読む，どうぶつ社，東京，2002，pp.344-363.
- 24) 伊藤圭介：日本産物志 前編武蔵上下，青史社，東京，1978.
- 25) 横井 璨纂輯：薬名早引 卷2，素道館，1837，p.15丁オ.
- 26) 窠篤児著，普勒歇校補，林 洞海譯補：窠篤児薬性論 卷8，存誠齋，1856，p.8丁オ.
- 27) 上田三平著，三浦三郎編：改訂増補日本薬園史の研究，渡辺書店，東京，1972，pp.39-78.
- 28) 伊藤 謙撰：薬品名彙，伊藤圭介，1874，pp.30, 31.
- 29) リレイ原著，小林義直譯述：理禮氏薬物学 卷7，英蘭堂，東京，1875，pp.32丁ウー35丁オ.
- 30) ガグリエー著，田中耕造譯，佐澤太郎訂：牙氏初学須知 卷4下，文部省，東京，1876，pp.37丁オー38丁オ.
- 31) 安川通濟輯：新撰薬名早引，松村文海堂，大阪，1877，p.77.
- 32) 檜村清徳纂輯，藁科松伯校訂：新纂薬物学 卷5，英蘭堂，東京，1877，pp.24丁オー26丁オ.
- 33) 松原新之助講義，安本徳寛筆記：講筵筆記薬用植物篇 卷5，青樹堂，1878，pp.78-81.
- 34) 伊藤 謙撰，柴田承桂，村井純之助校補：増訂薬品名彙，東京發兌書林，東京，1883，p.52.
- 35) 松村任三編纂：日本植物名彙，丸善，東京，1884，p.56.
- 36) 帝國大學編纂：帝國大學理科大学植物標品目録，丸善，東京，1886，p.79.
- 37) 大久保三郎編：帝國大學植物園植物目録，東京帝國大學，東京，1887，p.97.
- 38) 松村任三：和漢洋對譯本草辞典，敬業社，東京，1892，pp.84, 85, 155.
- 39) 下山順一郎：薬用植物学 下卷，丸善&南江堂，東京，1893，p.283.
- 40) 下山順一郎：生薬学 改正増補第6版，蒼虬堂，東京，1903，pp.172-174.
- 41) 松村任三編：帝國植物名鑑 下巻顯花部後編，

- 丸善，東京，1912，p.434.
- 42) 梅村甚太郎：普通有毒植物誌，名古屋丸善，名古屋，1917，pp.39-40.
- 43) 富士川游：西洋民間薬，吐鳳堂書店，東京，1921，pp.136-137.
- 44) 松村任三編：植物名彙（後編・和名之部）＜復刻版＞，有明書房，東京，1982，p.117.
- 45) 村越三千男：大植物圖鑑，大植物圖鑑刊行會，東京，1925，pp.286-287.
- 46) 篠田平三郎編：薬草と毒草 11版，板倉良吉，東京，1928（初版：1911），p.119.
- 47) 下山順一郎著，柴田桂太増訂：薬用植物學改正増補第24版，梅渥書院，東京，1929，p.232.
- 48) 牧野富太郎，根本莞爾：訂正増補日本植物總覽，春陽堂，東京，1931，p.839.
- 49) 陸軍衛生材料廠試験科：植物研究雑誌，**11**(3)，195（1935）.
- 50) 村越三千男：綜合新植物圖説，照文社，東京，1936，pp.114-115.
- 51) 刈米達夫：有毒植物，三省堂，東京，1939，p.45.
- 52) 高瀬豊吉：植物成分ノ研究，カニヤ書店，京都，1941，p.84.
- 53) 村上師壽：薬用植物の研究，三省堂，東京，1943，p.51.
- 54) 刈米達夫：世界の民間薬，廣川書店，東京，1973，pp.71-72.
- 55) 三橋 博監修：原色牧野和漢薬草大圖鑑，北隆館，東京，1988，p.356.
- 56) 大場秀章編：日本植物研究の歴史—小石川植物園三〇〇年の歩み，東京大学総合研究博物館，東京，1996，pp.29-41.
- 57) 岩槻邦男：日本の植物園，東京大学出版会，東京，2004，pp.102-124.
- 58) 登田美桜：2017年7月27日付筆者宛電子メール.
- 59) 内務省東京衛生試験所：内務省東京衛生試験所薬用植物栽培試験圃場一覽，東京衛生試験所，粕壁，1930，p.39.
- 60) 飯田 修，香月茂樹，木内文之，熊谷健夫，柴田敏郎，菱田敦之，淵野裕之，吉松嘉代編：国立医薬品食品衛生研究所薬用植物栽培試験場植物目録，国立医薬品食品衛生研究所筑波薬用植物栽培試験場，つくば，2003，p.89.
- 61) 北海道大学薬学部附属薬用植物園編：植物目録，北海道大学薬学部附属薬用植物園，札幌，1990，p.28.
- 62) 高上馬希重：薬用植物研究，**39**(2)，49（2017）.
- 63) 華園康次，吉田尚利，三橋 博，舘脇 操編：北大植物園薬用植物園植物目録，北海道大学農学部附属植物園，札幌，1962，p.8.
- 64) 縣 功，関崎春雄，木村康一：第8回生薬の栽培と品質に関する研究会講演要旨集（日本生薬学会北海道支部），1985，pp.1-2.
- 65) 北海道医療大学薬学部附属薬用植物園編：北海道医療大学薬学部附属薬用植物園植物目録，北海道医療大学，当別，2004，p.19.
- 66) 高上馬希重：2020年8月24日付筆者宛電子メール.
- 67) 姉帯正樹：薬用植物研究，**29**(2)，31（2007）.
- 68) 長田武正：日本帰化植物圖鑑，北隆館，東京，1972，p.88.
- 69) 東邦大学薬学部附属薬用植物園植物目録 (https://www.lab2.toho-u.ac.jp/phar/yakusou/mihon/mihon_top.html，2020年8月17日確認）.
- 70) 太田久次：三重県帰化植物誌，ムツミ企画，津，1985，pp.17-47，86.
- 71) 清水健美編：日本の帰化植物，平凡社，東京，2003，p.152.
- 72) 青柳光敏，姉帯正樹：道衛研所報，**52**，89（2002）.
- 73) 藤本 啓，佐藤正幸，兼俊明夫，姉帯正樹：北海道公衆衛生学雑誌，**28**(2)，135（2014）.
- 74) 滝田謙讓：北海道植物図譜，私家版，2001，p.661.
- 75) 佐竹元吉監修：日本の有毒植物，学研教育出版，東京，2012，p.97.
- 76) 五十嵐博：ワイルドライフ・レポート，**17**，17（1997）.
- 77) 五十嵐博：北海道帰化植物便覧 2000年版，北海道野生植物研究所，札幌，2001，p.79.
- 78) K.E. Panter, R.F. Keeler, D. Baker：J. Anim. Sci., **66**，2407（1988）.
- 79) T.A. Lopez, M.S. Cid, M.L. Bianchini：Toxicol., **37**，841（1999）.
- 80) J.W. Fairbairn, P.N. Suwal：Phytochemistry，**1**，38（1961）.
- 81) 青柳光敏，姉帯正樹：道衛研所報，**52**，93（2002）.

- 82) M. Stuart : The Encyclopedia of Herbs and Herbalism, Crescent Books, New York, 1987, p.178.
- 83) 大槻真一郎訳：プリニウス博物誌 植物薬剤篇, 八坂書房, 東京, 1994, pp.352-353.
- 84) T. Tanaka : Tanaka's Cyclopedia of Edible Plants of the World, Keigaku Publishing, Tokyo, 1976, p.206.
- 85) U.P. Hedrick : Sturtevant's Edible Plants of the World, Dover Publications, New York, 1972, p.188.
- 86) 伊藤道人編：週間朝日百科世界の植物 **26**, 朝日新聞社, 東京, 1976, pp.596-598.
- 87) 宮原誠一：食品衛生学雑誌, **39**(2), J-201 (1998).
- 88) 姉帯正樹：食品衛生学雑誌, **47**(2), J-178 (2006).
- 89) V.H. Heywood, Ed. : The Biology and Chemistry of the Umbelliferae, Academic Press, London, 1971, pp.361-368.
- 90) J. Vetter : Food and Chemical Toxicology, **42**, 1373 (2004).

牧野植物図鑑原図集

牧野図鑑刊行80周年記念出版編集委員会編

高知県立牧野植物園 水上 元

龍馬脱藩のちょうど1か月後、牧野富太郎は1862年（文久2年）4月24日（旧暦）、土佐国佐川町に生まれ、その94年の生涯を植物分類学の研究と普及にささげた。牧野富太郎は、今日でも我が国で最も有名な植物学者であり、1940年（昭和15年）に刊行した「牧野日本植物図鑑」は植物研究者・愛好家に必携の図鑑として、80年の年月を越えたロングセラーとなっている。

牧野は早くから日本の植物相の根本調査と植物誌出版の重要性を指摘し、1888年（明治21年）に私費を投じて刊行を開始した「日本植物志図篇」を皮切りに、「新撰日本植物図説」（1899年）、「大日本植物志」（1900年）、「増訂草木図説」（1907年）、「日本植物図鑑」（1925年）と出版を重ねてきた。78歳で自らの名を冠して出版した「牧野植物図鑑」は、牧野のそれまでの植物研究の集大成であると同時に、多くの気鋭の植物分類学者や植物採集会で指導してきた日本各地の植物愛好家による協力の産物でもあった。私が勤務する高知県立牧野植物園が所蔵している牧野自身が使用していた初版本には、全頁にわたって赤字がびっしりと書き込まれており、この図巻の改訂と増補に強い意欲を有していたことが伺える（写真右）。彼のこの努力が「牧野日本植物図鑑増補版」として結実したのは1955年（昭和30年）、93歳の時であった。

本書は、「牧野植物図鑑」刊行80周年記念事業として図鑑の出版元である北隆館から2020年4月に刊行された（写真左）。内容は大きく2部で構成されている。第1部では、北隆館に秘蔵されている牧野自身が描画した図鑑の原図180点がすべて紹介されている。新たに描き起こしたものに加えて、「日



（北隆館 税込み 14,300 円）



本植物志図篇」や「大日本植物志」に収載してきた牧野自身の作品をアレンジしたもの、イギリスで刊行されていた「Curtis's Botanical Magazine」を模写したものなど、その来歴が詳しく解き明かされている。我々に関係の深いジオウの植物画はなんと岩崎灌園の本草図譜を参考にして作図したものであるという。第2部は、最近になって東大総合博物館の倉庫から発見された植物画家・山田壽雄のものと思われる大量の植物画のうち、牧野図鑑の植物画と一致していると考えられる作品の1点1点について図鑑の原図と比較して考証したものである。全編を通じて、図鑑の植物図に対する牧野のこだわりが解き明かされており、興味深い。植物図鑑、植物図そして日本の植物に関心のある会員の皆さんにぜひ手に取っていただきたい。

なお、高知県立牧野植物園では展示館に「日本植物志図篇」や「大日本植物志」などに掲載された植物図やその下図などの原図を常設で公開している。機会があれば足をお運びいただきたい。

著者注：北隆館のご厚意により、本誌の読者には**11,000円(税,送料込)**の割引価格で販売していただけることになりました。ただし、北隆館編集部・角谷さん(hk-ns2@hokuryukan-ns.co.jp, Tel.03-5720-1161 / Fax.03-5720-1166)まで直接お申し込みください。割引価格での提供は**2021年2月28日**までです。

「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 —————

株式会社エーアンドエム
しなの薬局グループ
株式会社常盤植物化学研究所
株式会社前川総合研究所
宏輝株式会社
小林製薬株式会社
太邦株式会社
西田精麦株式会社

————— 協賛広告 —————

株式会社栃本天海堂
新日本製薬株式会社

————— 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)

表紙の写真

チョウセンゴミシ

Schisandra chinensis (Turcz.) Baill.

マツブサ科マツブサ属の細い蔓性の落葉低木で、和名は「朝鮮五味子」であるが、日本にも本州中部地方以北の山地に自生している。自生地では明るい林縁で他の木に絡まって立ち上がった株に花や果実がつく。一方、暗い林内では立ち上がらずに盛んに地下茎を延ばして横に生え広がり、この地下茎から生じた子株を移植すると容易に活着する。帯黄白色の花は小型で葉の陰に隠れて目立たないが、モクレンに似た甘い芳香がある。雌雄異株とされるが、同一株に雄花と雌花が見られることもある。

薬用部位の果実（液果）は秋に赤く成熟し、穂状に伸びた花托に大小異なる丸い果実が房状につく。野生では果実の房はそれほど大きくなるが、栽培すると写真のように大型の房をつける。韓国では民間的に薬用茶としての利用もあり、栽培研究も行われてきた。日本では暖地での栽培は生育が悪く、寒冷地での栽培が適している。市場ではチョウセンゴミシ由来品を北五味子とし、代用する同科のサネカズラ *Kadsura japonica* (L.) Dunal の果実を南五味子として区別する。

マオウ属植物の栽培研究



淡紅色になり始めた毬果



選別した秕 (不良種子: 右)



異なる市販用土における発芽率・発芽後の生長の相違
左列: 土太郎, 右列: ガーデニング培養土



1年前に採集し冷蔵庫保管した花粉により授粉結実した雌毬果



側面から見た毬果(左)と上から見た毬果(右)



側枝につく毬果 (下方: →) と
茎頂につく毬果 (上方: ←)

渡来薬「失鳩答」 (ドクニンジン全草) の本草学



ドクゼリ



茎頂にのみ毬果をつけた *Ephedra sinica* の
野生群落



ドクニンジン



ドクニンジン茎の赤紫色斑点



シャク