

薬用植物研究

The Japanese Journal of Medicinal Resources

41巻2号 (2019年2号)

2019年12月



サキシマボタンヅル

Clematis chinensis Osbeck

薬用植物栽培研究会

Japanese Society of Research for the Cultivation of Medicinal Plants

目 次

原報

- ハマスゲ (*Cyperus rotundus* L.) の塊茎形成に対する土壌の種類と施肥の影響
松嶋賢一・山口優・御手洗洋蔵 …………… 1

原報

- 桃仁PERSICAE SEMEN の潜在的資源探査：地域特産果樹活用
高橋 京子・善利佑記・高浦（島田）佳代子・末元吹季・後藤一寿 …………… 10

原報

- 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
御影雅幸・井上穂香・野村行宏・倪斯然 …………… 28

原報

- 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
伊藤ほのか・安藤広和・御影雅幸・佐々木陽平 …………… 36

ノート

- Cultivation of *Lithospermum erythrorhizon* in a semi-mountainous area of Kyushu Island (2)
Toshiyuki Atsumi・Takami Yokogawa・Yukako Morisaki …………… 45
Kozo Fukuda・Isao Ohtsuka

資料

- トウキのマルチ栽培における籾殻被覆による植穴雑草抑制技術の検討
米田 健一 …………… 53

資料

- ハマナス語源新考 補遺
姉帯 正樹 …………… 60

薬用植物栽培研究会第二回研究総会

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		

ハマスゲ (*Cyperus rotundus* L.) の塊茎形成に対する土壌の種類と施肥の影響

Effects of soil type and fertilizer application on tuber production of *Cyperus rotundus* L.

松嶋賢一, 山口優, 御手洗洋蔵

東京農業大学農学部

〒243-0034 神奈川県厚木市船子1737

Ken-ichi Matsushima, Masaru Yamaguchi, and Yozo Mitarai

Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture

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

受付日 : 2019 年 10 月 30 日

受理日 : 2019 年 11 月 15 日

要 旨

香附子の自給のための生産に関する基礎知見の集積を目的に、ハマスゲの塊茎形成に対する土壌の種類と施肥の影響を調査した。砂、赤玉土および黒土の3つの土壌と、10a当たりの施肥量20kgと40kgの2つの施肥条件の組み合わせで6区の試験区を設定した。その結果、移植120日の時点でハマスゲのシュート重とともに利用部位である塊茎の数や重さは土壌に関わらず施肥量20kgに比べて40kgで増加した。また、塊茎数、塊茎重ともおおむね赤玉土>黒土>砂の順となり、土壌の違いが塊茎形成に影響することが明らかとなった。地下茎総長と塊茎数の間には正の相関があり、地下茎の発達で塊茎形成を促進すると判断された。塊茎数は8月上旬から9月下旬にかけて1.5倍以上の増加であったが、9月下旬から11月中旬の間には大きな変動を示さなかった。以上の結果から、ハマスゲ塊茎の増加にはシュートや地下茎の発達を抑制しない土壌において施肥量の増加が有効に作用することが明らかになった。また、塊茎は9月下旬にかけて顕著な増加を示すと判断された。

キーワード : 香附子, 収穫, 地下茎, ハマスゲ

Summary

We investigated the effects of soil type and fertilization on the tuber production of *Cyperus rotundus* L., to accumulate basic knowledge on the cultivation of self-sufficient CYPERI RHIZOMA. Six experimental plots were used, incorporating three soil types (sand, granular volcanic ash soil, and andosol) and two fertilizer applications (20 kg and 40 kg of fertilizer applied per 10 a). The number and weight of the tubers used in herbal medicine, as well as the

shoot weight of *C. rotundus*, were higher with 40 kg of fertilizer application than those with 20 kg, at 120 days after tuber transplantation, regardless of the soil type. Additionally, the number and weight of the tubers were mostly in the order of granular volcanic ash soil, andosol, and sand showing that differences in the soil affect the tuber production. A significant positive correlation was observed between the total length of the rhizomes and tuber number of *C. rotundus*, suggesting that development of rhizomes promotes tuber production. The tuber number increased by more than 1.5 times from the beginning of August to the end of September, but there was only a slight change from the end of September to the middle of November. The results of this study show that an increase in the application of fertilizer effectively increases *C. rotundus* tubers, within soils that do not inhibit the growth of shoots and rhizomes. Additionally, the results suggest that tuber production become remarkably before late September.

Key words : *Cyperus rotundus* L., CYPERI RHIZOMA, harvest, rhizome

緒言

ハマスゲ (*Cyperus rotundus* L.) はカヤツリグサ科の多年生植物で、わが国では特に西日本の畑作における夏の主要雑草として認識されている。漢方薬原料生薬香附子の原植物であるものの、香附子の国内供給は無く、2014年には使用量 33 トン全てを輸入している¹⁾。香附子の自給のための効率的な生産にとってハマスゲの基本的な生育特性は有用な情報となる。ハマスゲの根茎(塊茎)は生薬であるとともに主要な繁殖器官である。その塊茎は土壌深度 30cm まで分布し、特に深度 3~6cm に多く分布する²⁾。出芽深度 15cm 以内であれば 90%が出芽し、30cm 深でも 10%が出芽する³⁾。年間塊茎生産数は約 1100~3300 個/m² とある^{4, 5)}。一つの塊茎からは複数のシュートと地下茎が伸長し、新しいシュート基部や地下茎の先端に新しい塊茎が形成され、新しい塊茎から更にシュートや地下茎が伸長する。これを繰り返しながら塊茎を増大させる。塊茎の出芽率が 50%に到達するのに 25℃以上では 3 日以内、20℃では 6 日を要し³⁾、10℃以下で発芽せず、-5℃では 2 時間で死滅する⁶⁾。季節的には 4 月ごろから出芽がみられ始め、7 月以降に花茎が抽出し始める⁷⁾。

このように、ハマスゲの基本的性質についてはいくつか知見が得られている。しかし、ハマスゲ

の薬用資源としての生産を念頭にした場合、土壌条件や施肥などの栽培管理上の要素と生育との関係も重要となる。施肥については、火山灰土壌において施肥量の増加により塊茎数の増加がみられる⁸⁾。一方、ハマスゲの自生地は本州から琉球にかけての砂質地⁹⁾とされているが畑作地でも一般に生育し、ハマスゲは土質を選ばず生育する。根茎の収穫を念頭にした場合、ハマスゲ塊茎と土壌が容易に離脱することが望ましく、土壌の基本的な物理的性質に施肥量を組み合わせた土壌の理化学的特性とハマスゲの生育との関係が明らかになることは栽培上有用な知見となる。しかし、生産という観点からみると、土壌や施肥量の違いとハマスゲの生育との関係に関しては不明瞭な点が多い。そこで、香附子の自給のための生産に関する基礎知見の集積を目的に、ハマスゲの塊茎形成に対する土壌種類と施肥の影響を調査し、塊茎の繁殖と収穫に関する基本的特性を考察した。

材料と方法

東京農業大学農学部(神奈川県厚木市)の敷地内に 1/2000a ワグネルポットを設置して試験を行った。本試験では土壌の種類と施肥量の 2 要因に着目し、供試土壌には土壌の基本的性質とハマスゲの生育反応が理解しやすいように市販の砂、赤

玉土および黒土を単独で用いる 3 条件を、施肥量としてポットあたりの施肥量が窒素、リン酸、カリウムの成分量で 1g とその倍の 2g となる 2 条件を設定し、10a 当たりの換算量でそれぞれ 20kg と 40kg とした。これらの組み合わせで計 6 区を設定し、各区 12 ポットとした。土壌の外観としては、砂は矢作川の川砂で砂質粒状、赤玉土は市販の粒状赤玉土で粒径 10mm 以下、黒土はシルト状であり、各土壌の乾燥密度はそれぞれ 1.64, 0.83 および 0.89g/cm³ であった。肥料にはくみあい複合燐加安 (N, P₂O₅, K₂O 各 14%) を用いた。供試したポットに各土壌を 25cm の深さで充填し、表層に肥料を混和した。同学圃場に自生していたハマスゲの塊茎を 2018 年 5 月 28 日に採取して試験に供試した。採取した塊茎のうち 1~2 個の萌芽がみられたものを選び、ポット当たり 1 個の塊茎を採取と同日に各土壌の中央、深さ 5cm に移植した。移植後、土壌表面の乾燥がみられた場合に適宜灌水を行った。6 月 4 日から 7 月 26 日にかけてシュート数を経時的に調査した。また、8 月 2 日、9 月 25 日および 11 月 12 日に各区 3 ポットずつ土壌を水で洗い落して個体を採取し、塊茎数および器官別乾物重を計測した。さらに 8 月と 9 月の調査では地下茎の長さをすべて計測し、和を総長とした。得られたデータは土壌および施肥量を主効果とする二元配置の分散分析を行い、分散分析結果をもとに各要因の試験区間で差の検定を行っ

た。統計処理には R を用いた。試験に供試したハマスゲの塊茎は別途系統保存用に育成した。なお、第 17 改正日本薬局方¹⁰⁾では生薬香附子はハマスゲの根茎としているが、ハマスゲの生育に関する既報の多くが塊茎としている点を踏まえ、本研究では植物の器官としては塊茎で統一した。

結果

ハマスゲの地上部の生育を追跡すると、シュート数は 7 月 10 日までは試験区間に明瞭な差は見られなかったが、7 月 16 日以降には赤玉土の 40kg で最も多かった (図 1)。7 月 26 日には施肥量にかかわらず赤玉土のシュート数が多く、また、どの土壌でも施肥量 20kg に比べ同 40kg で多かった。

生薬利用部位となるハマスゲの塊茎の生育に注目すると、ハマスゲの塊茎数と塊茎重はどの土壌でも調査時期に関わらずおおむね施肥量 20kg に比べ同 40kg で大きい値を示した (表 1)。また、土壌間では塊茎数、塊茎重ともおおむね赤玉土 > 黒土 > 砂の順であった。分散分析の結果、両形質は交互作用に有意差は見られず、土壌の主効果には 5%水準で有意差がみられ、11 月の調査を除いて施肥量の主効果にも 5%水準で有意差がみられた。この結果はどの調査時期においても塊茎の数や重さに対して土壌の種類が影響するが、土壌にかかわらず施肥量の効果は一定であることを示し

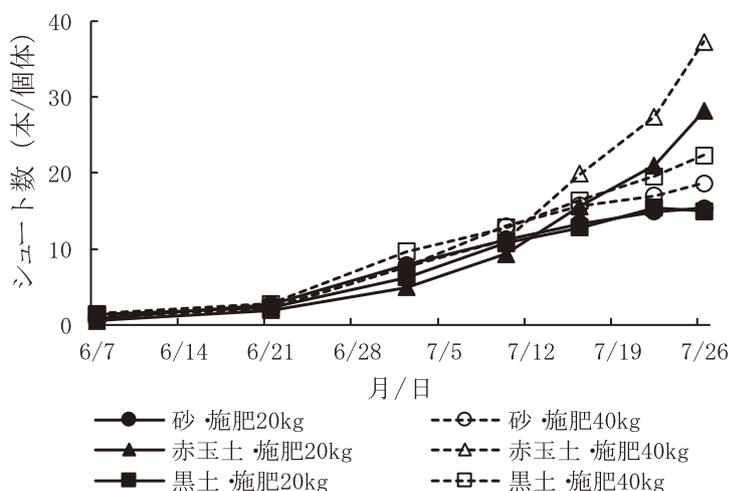


図 1. 土壌および施肥量の違いによるハマスゲのシュート出現数の推移

表 1. 土壌および施肥量の違いによるハマスゲの塊茎形成

	塊茎数 (個/個体)			塊茎重 (g/個体)		
	8月2日	9月25日	11月12日	8月2日	9月25日	11月12日
砂・施肥20kg	83.0 ± 11.5	129.3 ± 7.3	146.7 ± 34.3	25.7 ± 1.7	41.3 ± 5.6	43.9 ± 8.6
砂・施肥40kg	87.0 ± 24.6	229.7 ± 18.5	183.7 ± 12.1	24.7 ± 6.7	70.3 ± 2.4	51.4 ± 8.2
赤玉土・施肥20kg	108.7 ± 7.9	209.0 ± 19.1	213.7 ± 12.6	22.9 ± 2.2	71.0 ± 4.8	70.3 ± 6.8
赤玉土・施肥40kg	160.3 ± 7.5	263.0 ± 11.1	248.3 ± 9.5	39.0 ± 4.8	92.3 ± 7.9	90.2 ± 7.2
黒土・施肥20kg	106.7 ± 6.4	170.0 ± 27.0	224.0 ± 18.7	34.0 ± 0.6	56.2 ± 5.9	68.3 ± 4.8
黒土・施肥40kg	146.3 ± 12.3	215.0 ± 24.0	208.7 ± 6.4	46.2 ± 0.4	75.2 ± 6.6	74.7 ± 2.0
分散分析結果						
土壌	**	*	**	**	**	**
施肥量	*	**	ns	**	***	ns
交互作用	ns	ns	ns	ns	ns	ns
平均値						
砂	85.0 b	179.5 b	165.2 b	25.2 b	55.8 b	47.7 b
赤玉土	134.5 a	236.0 a	231.0 a	30.9 a	81.6 a	80.3 a
黒土	126.5 a	192.5 b	216.3 a	40.1 a	65.7 b	71.5 a
施肥20kg	99.4 b	169.4 b	194.8	27.5 b	56.1 b	60.8
施肥40kg	131.2 a	235.9 a	213.6	36.7 a	79.3 a	72.1

平均値 ± 標準誤差

各形質における各月において、異なる文字区間には5%水準で有意差あり（土壌間はTukey法、施肥量間はDuncan法）。分散分析結果における***, **, *は主効果にそれぞれ0.1%, 1%および5%水準で有意差あり。nsは有意差なし。

表 2. 土壌および施肥量の違いによるハマスゲの器官別乾物重

	シュート重 (g/個体)			根重 (g/個体)		
	8月2日	9月25日	11月12日	8月2日	9月25日	11月12日
砂・施肥20kg	18.8 ± 0.9	13.8 ± 0.8	10.0 ± 1.3	8.1 ± 0.8	12.4 ± 0.3	24.2 ± 9.4
砂・施肥40kg	19.1 ± 2.9	21.8 ± 2.6	14.9 ± 2.7	9.5 ± 1.9	22.1 ± 4.1	16.0 ± 3.3
赤玉土・施肥20kg	34.1 ± 3.4	30.1 ± 0.6	28.0 ± 2.0	13.3 ± 1.3	24.1 ± 1.1	27.3 ± 6.0
赤玉土・施肥40kg	45.6 ± 2.8	45.1 ± 5.6	25.5 ± 10.8	14.8 ± 1.4	26.3 ± 3.0	29.6 ± 4.4
黒土・施肥20kg	24.4 ± 2.6	21.9 ± 1.0	19.0 ± 1.8	13.3 ± 1.7	20.3 ± 1.7	40.8 ± 5.8
黒土・施肥40kg	40.1 ± 3.1	27.8 ± 3.9	30.2 ± 1.8	16.2 ± 3.5	20.8 ± 1.5	37.8 ± 10.2
分散分析結果						
土壌	***	***	*	*	*	ns
施肥量	**	**	ns	ns	ns	ns
交互作用	ns	*	ns	ns	ns	ns
平均値						
砂	18.9 b	17.8 c	12.4 b	8.8 b	17.3 b	20.1
赤玉土	39.9 a	37.6 a	26.7 a	14.0 a	25.2 a	28.5
黒土	32.2 a	24.8 b	24.6 a	14.8 a	20.6 ab	39.3
施肥20kg	25.7 b	21.9 b	19.0	11.6	18.9	30.8
施肥40kg	34.9 a	31.6 a	23.5	13.5	23.1	27.8

平均値 ± 標準誤差

各形質における各月において、異なる文字区間には5%水準で有意差あり（土壌間はTukey法、施肥量間はDuncan法）。分散分析結果における***, **, *はそれぞれ0.1%, 1%および5%水準で有意差あり。nsは有意差なし。

ている。そこで、土壌または施肥量での平均値を比較すると8月2日には塊茎数、塊茎重とも赤玉土および黒土に比べ砂で小さい値を示し、有意差がみられた。一方、9月25日には両形質は砂および黒土に比べ赤玉土で大きい値を示し、有意差がみられた。また、施肥量の違いでは調査時期に関わらず両形質とも20kgに比べ40kgで大きい値を

示した。塊茎数と塊茎重の季節推移をみると、ともに8月2日から9月25日にかけて増加したが、9月から11月12日の間には大きな変動は示さず、一部に減少がみられた。

生薬利用部位以外の重さについて分散分析の結果を見ると、シュート重では8月および9月には土壌および施肥量の主効果に、11月には土壌の主

表 3. 土壌および施肥量の違いによるハマスゲの地下茎の形成

	地下茎重 (g/個体)			地下茎の総長 (cm/個体)	
	8月2日	9月25日	11月12日	8月2日	9月25日
砂・施肥20kg	2.6 ± 0.2	5.8 ± 0.7	4.5 ± 0.8	588 ± 63	1052 ± 88
砂・施肥40kg	2.9 ± 0.6	10.9 ± 1.3	6.7 ± 0.9	617 ± 128	1982 ± 192
赤玉土・施肥20kg	3.0 ± 0.5	5.7 ± 0.2	6.3 ± 0.6	864 ± 139	1543 ± 115
赤玉土・施肥40kg	3.3 ± 0.6	8.0 ± 0.9	8.1 ± 0.7	1093 ± 120	1962 ± 198
黒土・施肥20kg	3.3 ± 0.2	6.2 ± 0.4	7.6 ± 0.5	1181 ± 161	1775 ± 193
黒土・施肥40kg	4.5 ± 0.1	7.2 ± 0.8	8.8 ± 0.4	1609 ± 155	2085 ± 200
分散分析結果					
土壌	*	ns	**	***	***
施肥量	ns	**	**	ns	ns
交互作用	ns	ns	ns	ns	ns
平均値					
砂	2.7	8.3	5.6	602.4 c	1517.1 c
赤玉土	3.2	6.8	7.2	978.1 b	1752.8 b
黒土	3.9	6.7	8.2	1394.8 a	1930.0 a
施肥20kg	3.0	5.9 b	6.1	877.5	1456.9
施肥40kg	3.6	8.7 a	7.9	1106.0	2009.7

平均値 ± 標準誤差

各形質における各月において、異なる文字区間には5%水準で有意差あり（土壌間は Tukey 法，施肥量間では Danncan 法）。分散分析結果における ***, **, * は主効果にそれぞれ 0.1%, 1% および 5% 水準で有意差あり。ns は有意差なし。

効果に、9月には交互作用にも有意差がみられたが、それ以外で有意差は見られなかった（表2）。根重では8月および9月の土壌の主効果にのみ有意差がみられた（表2）。これらの結果を受けて、土壌ごとあるいは施肥量ごとの平均値を比較してみると、シュート重、根重ともどの調査時期でも赤玉土および黒土に比べ砂で小さい値を示した。また、シュート重では施肥量20kgに比べ同40kgで大きい値を示し、根重でも施肥量20kgに比べ同40kgで大きい傾向にあった。季節推移をみると、シュート重は土壌および施肥量にかかわらず8月2日から11月12日にかけて減少傾向にあったが、根重は増大した。

地下茎重では8月には土壌の、9月には施肥量の主効果に有意差がみられ、11月にはその両者に有意差がみられたものの、交互作用に有意差は見られなかった（表3）。施肥量については20kgに比べ40kgで大きい傾向を示したが、土壌の種類間に明瞭な差は見られなかった。季節推移をみると、赤玉土と黒土では施肥量にかかわらず8月2日から11月12日にかけて漸増したものの、砂

では9月25日から11月12日にかけて減少した。地下茎総長は土壌の主効果に有意差がみられた。土壌または施肥量での平均値を比較すると、黒土 > 赤玉土 > 砂の順に長かった。また、施肥量20kgに比べ同40kgで長い傾向にあった。

図2には全重に占めるシュート、根、地下茎および塊茎の重量割合である乾物分配率を示した。全重に占めるシュート重の割合はどの試験区でも8月2日から11月12日にかけて漸減し、とくに施肥量20kgではその傾向が強かった。一方、根重の割合はシュートとは反対に試験区にかかわらず8月2日から11月12日にかけて漸増した。地下茎重の割合は全試験区とも季節変化は見られなかった。塊茎重の割合はどの試験区も8月2日から9月25日にかけて大きく増加したが、9月25日から11月12日には変化量が小さかった。

図3に9月25日に調査した地下茎の総長と塊茎数の関係を示した。地下茎総長と塊茎数の間には正の相関がみられ、回帰式 $y=0.0901x+46.526$ の相関係数は 0.7577 となり、0.1%水準で有意差がみられた。

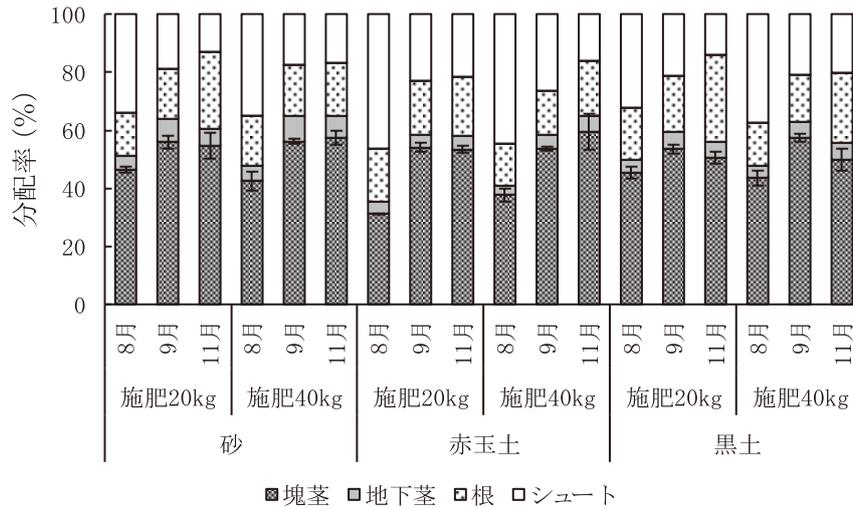


図2. 土壌および施肥量の違いによるハマスゲの乾物分配率の推移
 図中のバーは塊茎乾物分配率の標準誤差

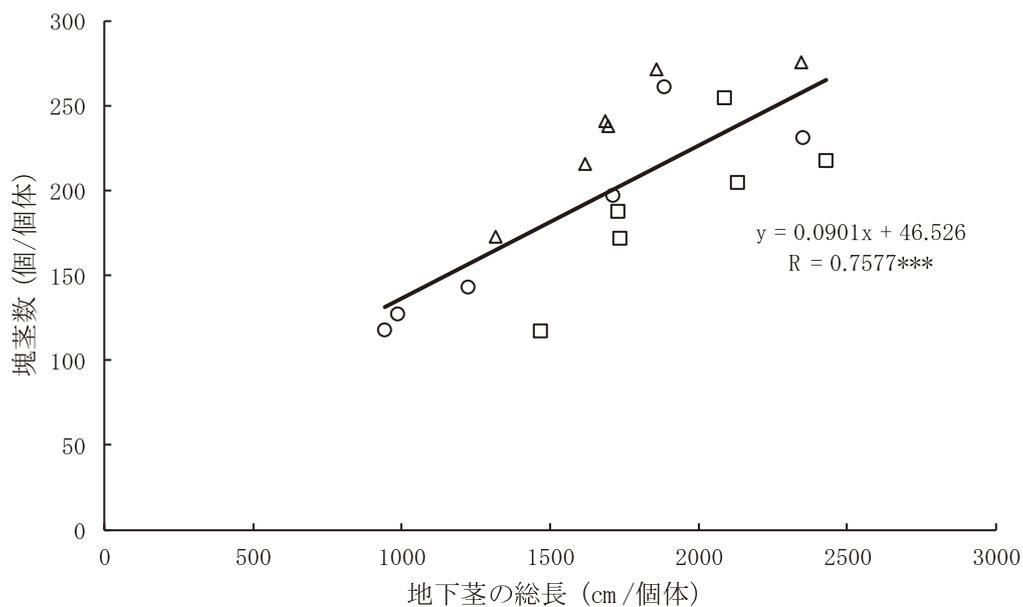


図3. 9月25日の調査における地下茎の総長と塊茎数との関係
 ○, △, □はそれぞれ砂, 赤玉土, 黒土. 図中の***は0.1%水準で有意差あり.

考察

本研究では、香附子の生産に関する基礎知見の蓄積を目的に、まずは栽培の基本となる土壌の種類と施肥量の二要因に着目した。その結果、ハマスゲの同化器官であるシュート数、シュート重とともに利用・繁殖部位である塊茎数や塊茎重は土壌に関わらずおおむね施肥量 20kg に比べ 40kg で大きい値を示した (図 1, 表 1, 2)。ハマスゲの

塊茎数や塊茎重が施肥量の増大で増加する点は近内ら⁸⁾も指摘しており、一般的な反応と判断される。しかし、生産という観点では経済性と収量性を考慮した最適施肥量の把握が必要となる。また、本研究では肥料として特に重要な 3 要素の比を等量にしたが、この変量についても別途検討の必要がある。なお、11月12日の調査において黒土の施肥量 20kg と同 40kg を比べると塊茎数は 40kg

で少ないものの塊茎重は 40kg で大きい値を示している (表 1). この要因については判然としないが、塊茎数の増加が抑制されたことによって塊茎 1 個の重量が重くなり、結果として塊茎重が大きくなった可能性が考えられ、この現象と施肥量との関連性についても今後の検討課題となる。

次に、土壤の違いによる生育反応を見ると、塊茎数、塊茎重ともおおむね赤玉土>黒土>砂の順で砂が最も小さい値となり、土壤の違いは塊茎形成に影響することが明らかになった。土壤の性質として、砂は川砂であり、赤玉土は火山灰土壤の下層にある腐植の混和しない土壤である。また、黒土は火山灰を母材とした腐植の多い土壤で、排水性・保水性に優れた土壤である¹¹⁾。一般に、腐植含量や粘土の多い土壤に比べて砂質土など粒子が粗い土壤では養分の保持能力は小さい¹¹⁾。本研究において砂で他の 2 つの土壤に比べ塊茎数、塊茎重とも小さかった点はこのような土壤の養分保持能力の差が一因と判断される。

一方、地下茎の総長と塊茎数に注目すると、砂において他の 2 つの土壤に比べ塊茎数、塊茎重とも少なかった点には土壤の物理性の関与も想定される。本研究はポット試験であるため地下空間が制限されてはいるものの、砂の乾燥密度の値は他の 2 つの土壤の 1.8~2.0 倍でかなり大きい。一般に、土壤中における固相の割合は黒ボク土に比べ砂質土壤で高く、砂で孔隙の割合は小さい¹¹⁾。土壤の重量と実容積には土壤の種類にかかわらず高い正の相関が認められる¹²⁾。これらの点を考慮すると、砂において土壤固相割合が高かったと推察される。土壤中で伸長する根や地下茎は必然的に土壤粒子を押しつけて孔隙空間を広げながら成長する。このことによって、一般には根は土壤粒子を動かす力の反作用として土壤の抵抗を受ける¹³⁾ため、根や地下茎の先端は土壤の固相密度の増大によって土壤の抵抗をより大きく受けると推察される。

本研究結果の地下茎総長と塊茎数の間に有意な正の相関がみられたこと (図 3) は地下茎の十分な成長が塊茎形成を助長することを示す。また、土壤ごとの平均値に着目すると地下茎の総長は砂

で短い (表 3)。このような本研究結果と先に示した土壤の物理的性質とを合わせて考察すると、ポットという地下空間が制限された状況下ではあるものの、土壤固相割合の高いと考えられる砂では、ハマスゲの地下茎が土壤粒子に接触しやすくなり、土壤からの抵抗をより強く受けてその成長に影響し、さらには土壤養分保持能力が低いことにより塊茎の形成に不利になることも想定される。この点については個体間差もふまえて今後慎重な検討が必要である。

なお、各土壤において施肥量間で比較すると 20kg に比べ 40kg で塊茎数は多く、3 つの土壤で地下茎総長が同程度であった場合には塊茎数は赤玉土で多い傾向にある (表 1, 表 3)。したがって、塊茎形成には土壤物理性と施肥量の両者が影響し、保肥性が高く土壤固相割合の低かったと考えられる赤玉土で塊茎形成が促進されたと判断される。

また、収穫の簡易性を考慮すると、砂は根や地下茎から容易に離脱すると想定される。しかし、根量は生育後期まで増量する点 (表 2)、利用部位の増収は赤玉土や黒土のほうが見込める点などを考慮すると、赤土や黒土のような一般的な畑土壤のほうが栽培には適すると判断される。

次に塊茎形成の季節性についてみると、塊茎の調査については 1 個体を継続して追跡しておらず、各調査日で別の個体を調査しているため、個体差が各季節での調査に反映される。したがって、一部の試験区では乾物重の誤差が大きく、かつ平均値が 9 月 25 日から 11 月 12 日にかけて低減している (表 1, 図 2)。また、11 月 12 日には 9 月 25 日に比べ増加している試験区でも塊茎重で 1.1~1.2 倍、塊茎数で 1.0~1.3 倍である (表 1)。したがって、本試験の範囲では塊茎の数や重量が低減している試験区では 9 月 25 日から 11 月 12 日にかけて変化していないと考えるのが妥当と判断される。

一方、9 月 25 日には 8 月 2 日に比べて全試験区とも塊茎数で 1.5~2.6 倍、塊茎重で 1.6~3.1 倍に増加した (表 1, 図 2)。このことは、収穫部位である塊茎の形成は 9 月下旬にかけて顕著な増大を示しその後は緩やかになることを示唆する。ハマ

スゲの塊茎数は出芽開始 80 日後以降に急激に増加が始まり 140 日後まで漸増する³⁾。また、ハマスゲの地下部の乾物重は移植後 11 週（同 80 日程度）まで顕著な増加を示し、それ以降の増大が緩やかになる¹⁴⁾。本研究でも 8 月と 9 月の調査は移植後 66 日と 120 日となり、顕著な増加期から乾物生産が緩やかになることを示す既報とおおむね一致する。

以上のようなハマスゲの塊茎形成に関する季節性の要因について考察すると、ハマスゲの場合、低温では出芽率が極めて低く³⁾、30~35℃の温度で発芽率が高く、10℃以下で発芽しない⁶⁾。したがって、自然条件におけるハマスゲの出芽期は晩春から初夏となる。塊茎を形成する植物であるジャガイモでは塊茎形成物質が葉で形成され、この物質が移動して塊茎の形成を誘引し、塊茎の肥大成長は短日によって誘起されることが知られている¹⁵⁾。同様のことは秋以降に収穫されるヤムイモでも示されている¹⁶⁾。これらの知見を考慮すると、本試験で見られた移植後日数や出芽後日数に準じたハマスゲの塊茎生育量の増大は、単に移植後の経過日数に伴うものではなく日長や温度のような季節変化に反応したことによると考えられる。

これまで考察した内容をもとに収穫期の検討を試みると、同化器官であるシュートの重量は 11 月 12 日にかけて漸減したことから、本研究の範囲では貯蔵器官である塊茎数や塊茎重は 9 月下旬以降には大きな増量が見込めないと判断される。したがって、本研究の調査のタイミングから判断すると、根茎を生薬とする香附子の収穫期は生産量の増大が緩やかになる 9 月下旬以降となる。なお、香附子の場合には精油含量の規定があり¹⁰⁾、品質評価が必要であることから、生薬利用器官であるハマスゲの塊茎の充実が最大となる時期の検討が別途必要である。

一方、8 月以降には種子繁殖器官である花茎が抽出しており、その器官形成に貯蔵養分が利用されたことによって一部の試験区では塊茎重が低減したとも考えられる。特にハマスゲは雑草としても問題となるため、種子繁殖器官の形成は好ましくない。その点も考慮した収穫期の検討が必要と

なる。

以上の結果から、ハマスゲ塊茎の形成には同化器官であるシュートや貯蔵器官を形成する地下茎の発達を抑制しない土壌において施肥量の増加が有効に作用すると考えられる。また、8 月上旬から 9 月下旬にかけて塊茎は顕著な増加を示すと判断された。一方、防除の観点からは施肥はハマスゲの繁殖器官形成を助長することから、農薬に依存しない場合には同化器官であるシュートの制御¹⁷⁾に関する管理技術が必要と考えられる。

引用文献

- 1) 日本漢方生薬製剤協会原料生薬使用量等調査報告書 (4). 1-36 (2016).
<http://www.nikkankyo.org/serv/pdf/shiyouryou-cho usa04.pdf>
- 2) 丹羽周一・井戸田幸子・石井康之・沼口寛次. 雑草ハマスゲ (*Cyperus rotundus* L.) 塊茎の土中分布と萌芽に関する研究. 日本草地学会誌 sep.272-273 (2002).
- 3) 伊藤健次・井之上準・古屋忠彦. *Cyperus esculentus* L. と *Cyperus rotundus* L. (ハマスゲ) の個生態の比較. 雑草研究, 7, 29-34 (1968).
- 4) Hauser Ellis W. Establishment of nutsedge from space-planted tubers. *Weeds*, 10, 209-212(1962a)
- 5) Hauser Ellis W. Development of purple nutsedge under field conditions. *Weeds*, 10, 315-321 (1962b).
- 6) 植木邦和・中村弘・小野宏. 宿根性雑草ハマスゲの防除に関する基礎研究—Tuber の発芽と温度ならびに湿度との関係—. 雑草研究, 4, 61-67 (1965).
- 7) 浅井元朗.『植調雑草大鑑』. 全国農村教育協会, 東京, (2015).
- 8) 近内誠登・一前宣正・安斉達雄・竹松哲夫. Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*) の個生態に関する研究. 雑草研究, 35, 175-179 (1990).
- 9) 佐竹義輔・大井次三郎・北村四朗・亘理俊次・富成忠夫編. 日本の野生植物. 平凡社. 東京. 182 (1982).
- 10) 厚生労働省編, 第十七改正日本薬局方

<https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11120000-Iyakushokuhinkyoku/JP17.pdf> (2016.10)

- 11) 三枝正彦・木村真人編. 『土壌サイエンス入門』. 文永堂, 東京, pp198-199, 226-227 (2005).
- 12) 川尻美智子・美園繁. 土壌の全重量と実容積との相関関係 (第8報). 日本土壌肥科学雑誌, **33**, 506-508 (1962).
- 13) 飯島盛雄. 土壌の機械的ストレスと根 (森田茂紀・阿部淳監修『根の辞典』第6章根と土壌環境). 朝倉書店, 東京, pp.234-236 (2009).
- 14) 安田敏樹・山末祐二・植木邦和. 多年性雑草ハマスゲの防除に関する基礎研究—ハマスゲの生育と炭水化物含量の推移—. 雑草研究, **23**, 71-75 (1978).
- 15) 幸田泰則. 作物の形態形成におけるジャスモン酸類の役割—バレイショ塊茎形成を中心として—. 日本作物学会紀事, **71**, 1-10 (2002).
- 16) 林満, 石畑清武. ヤマイモ (*Dioscorea* spp.) の生育並びに塊茎の肥大生長について 第2報 ソロヤム (*Dioscorea alata* L.) の塊茎の肥大生長に及ぼす環境要因の影響. 熱帯雑草, **35**, 79-83 (1991).
- 17) 駒井功一郎・植木邦和. ハマスゲの茎葉部切除に伴う再生と炭水化物の消長. 雑草研究, **27**, 28-33 (1982).

桃仁PERSICAE SEMEN の潜在的資源探査：地域特産果樹活用

The potential resource of PERCICAE SEMEN : The research to apply local specialty fruits for crude drugs

高橋京子^{a,b}, 善利佑記^b, 高浦（島田）佳代子^{a,b}, 末元吹季^b, 後藤一寿^c

^a大阪大学総合学術博物館・資料基礎研究系, 〒560-0043 大阪府豊中市待兼山町1-13

^b大阪大学大学院薬学研究科・伝統医薬解析学分野, 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘1-6

^c農業・食品産業技術総合研究機構 NARO開発戦略センター, 〒305-8517 茨城県つくば市観音台3-1-1

Kyoko Takahashi^{a,b}, Yuki Zenri^b, Kayoko Shimada-Takaura^{a,b}, Fuki Suemoto^b, Kazuhisa Goto^c

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

^b*Graduate School of Pharmaceutical Sciences, Osaka University, 1-6, Yamada-oka, Suita, Osaka 565-0871, Japan*

^c*National Agriculture and Food Research Organization NARO Development and Strategy Center, 3-1-1 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8517, Japan*

受付日：2019年10月31日

受理日：2019年11月28日

要 旨

桃仁 PERSICAE SEMEN は、現市場において「食用桃品種の種子は扁平で薬用不適」が通説だが、食用登録 150 品種以上の検証は皆無である。日中本草書 44 件中、種子のサイズ・充実度と品質（薬能）に関する区別等の記載はなかった。形態測定の結果、①実地臨床標本、②生薬市場品、③在来種（呼称：稲田桃）は第十七改正日本薬局方（: JP17）規格に合致した。重量 / 長さ / 幅 / 厚さの値を主成分分析した場合からも、3 種（①～③）材料間類似性が示唆された。また、食用栽培品種の大半は扁平で JP17 規格外だが、ネクタリン系の一部と缶詰加工用品種に JP 性状適合品種を発見した。各候補品種を複数年観察し、性状特性の再現性を確認した。そこで、これら在来種を含む JP 性状特性適合品種について、アミグダリン含量を測定した結果、製品過程で出る核果廃棄コスト削減や地域活性化の一助となると考えた缶詰用品種及び在来種は、アミグダリン含量が 0.1 % 以下であったが、ネクタリン系の 4 種は 1.2 % 以上と JP17 規格に合致した。性状特性適合品種は JP 成分規格を検討する候補であり、薬食同源を実現できる育種研究に有用な遺伝資源の可能性が示唆できる。

Keywords: 桃仁, 地域特産果樹, アミグダリン, 生薬国産化

Summary

It is generally said in the current market that the kernels from edible varieties of peaches are too thin and not suitable to use as PERSICAE SEMEN. However, there is no report of comprehensive investigation among more than 150 registered varieties whether they are suitable

for medicinal use. We checked 44 Japanese and Chinese historical medicinal literatures and found that there is no description about the relation between the size, density and efficacy of the kernels. As the result of our morphological investigation, i) historical samples, ii) samples from the markets and iii) samples from the native species of peach (called “Inadamomo”) were all correspond with the description of the Japanese Pharmacopoeia 17th edition (: JP17). We analyzed the values of weight, length, width and thickness of each samples by PCA and the similarity of those 3 kinds of samples was suggested. Most of the kernels from edible varieties were thin and didn't meet the JP17 description, but some samples from varieties of nectarine and the variety used for canned peaches met the criteria. We investigated those varieties for multiple years and confirmed the reproducibility of their morphological characteristics. Then, we measured their amygdalin content and found that the kernels from Inadamomo and the variety for canned peaches which are expected the additional values such as the regional revitalization or waste material utilization contained less than 0.1 % of amygdalin. On the other hand, amygdalin contents of samples from 4 varieties of nectarine were more than 1.2 % and met the JP standards. Those varieties can be the useful genetic resources for breeding the strain which can be used as both food and medicine.

Keywords: PERSICAE SEMEN, Local specialty fruits, Amygdalin, Domestic production of crude drugs

緒言

資源小国日本において漢方原料生薬の自給率向上を実現するため、我々は毎年の収穫が可能であり、食 / 薬用部位が異なる地域在来 / 特産果樹を基原とする生薬に特化した循環型活用を目指している。桃仁は、「モモ *Prunus persica* Batsch 又はノモモ *P. persica* Batsch var. *dauriana* Maximowicz の種子 (第十七改正日本薬局方 : JP17)」¹⁾と規定される生薬で 22 t / 年が使用されるが、100 % 中国産である²⁾。一方、食用は和歌山県のみで数千倍の生産量を有するが、種子は有料廃棄物となる。本研究では、地域特産種の安定した生産性と多様性を活かした 6 次産業化を基盤とし、国産生薬の臨床利用への実装と薬価に対応できる複合経営モデルの実現を最終目的とする。そこで、国産食用桃の種子を活用した桃仁生産を可能にする品種開発を目指す育種適合品種の探索として、第 1 に本草考証と実地臨床の証拠標本類を用いた形態特性検証から、JP 形態規格に合致する国内食用栽培品種を遺伝資源候補とした。第 2 に、候補品種を対象として安全性及び JP17 規定成分アミグダリンに

ついて検討した結果を報告する。

材料および方法

1. 材料

現在国内で流通している食用栽培品種について、JA フルーツ山梨営農販売部協力の元、2016-18 年にかけて 30 品種 42 検体の果実及び核のサンプリングを行った (Table 1)³⁻⁵⁾。モモには多数の栽培品種が存在しており^{6,7)}、主に栽培・生産量の多い白鳳・白桃系品種とネクタリン系品種を対象とした。一方、種子島在来種が桃仁の局方適合品質を有することが報告されている⁸⁾ことから、畿内在来種の稲田桃も調査対象とした。東大阪市楠根リージョンセンター・企画運営委員会による稲田桃栽培再生プロジェクト協力の元、2015-18 年にかけてサンプルを毎年蒐集した。以上の畿内在来種 4 検体 (2015-2018 年)、生食用栽培品種 42 検体 (2016-2018 年) の果実から核を採取し、40 °C、24 時間乾燥させた後、くるみ割り器で核から種子を取り出し、測定に供した。

Table 1. The PERSICAE SEMEN materials used for this study

(A) The specimens and the market materials collected in 1965-2016

Source	Sample No.	Source of supply	Lot No.	Collection year	Market
	S1	津村研究所	—	1920年代	—
	S2	日中文化事業・漢方展	—	1964	上海
阪大	S3	同上	—	1965	香港
博物標本	S4	同上	—	1965	中国
	S5	同上	—	1965	湖北
	S6	同上	—	1965	—
	C1	中島	—	1965	—
	C2	栃本天海堂	—	1987	—
	C3	同上	—	—	朝鮮半島
市場	C4	同上	0801C008101	2008	中国陝西省
流通品	C5	同上	0801C008102	2008	中国山西省
	C6	同上	8113006	2014	中国山西省
	C7	堀江生薬	44537109	2016	中国
	C8	ウチダ和漢薬	E7K0331	2016	中国貴州省

2. 方法

2-1. 本草考証：主に江戸～明治初期の古典籍を採録した『薬物名出典総索引正編・続編』^{9, 10)}及び桃仁関連文献から「桃」「桃仁」「トウニン」「桃核仁」で網羅的な検索を行い、基原種、性状、加工/調製法や薬能に関する記載を悉皆調査した。

2-2. 形態学的比較検証：大阪大学所蔵の津村研究所製和漢薬標本、日中共同文化事業・漢方薬展出品を含む1900年初頭から2008年までの博物標本と市場流通品、並びに2014-16年市場流通品の計14種 (Table 1A) を薬用基準対象とした。また、現在日本国内で栽培されている食用品種の候補として、畿内在来種4検体 (2015-2018年)、生食用栽培品種42検体 (2016-2018年) (Table 1B) を測定に用いた。これらのサンプルを電子天秤 (CP324S: Sartorius AG, Göttingen, Germany), デジタルノギス (DT-150: Niigata Seiki Co. Ltd., Niigata, Japan) で重量及び長さ・幅・厚さを測定した。蒐

集したデータについて統計解析ソフト Statcel2 及び Pirouette (Infomatrix Inc. WA, USA) を用いて解析を行った。なお薬用基準サンプルはデジタルマイクロスコープ (VHS-6000: KEYENCE, Osaka, Japan) により維管束分岐を確認した。

2-3. ICP-MS 測定による元素プロファイル：サンプル量が担保できる標本・市場品 11 検体 (S: 1, 3-5, C: 2-8), 食用栽培品種 24 検体 (H: 1, 3-6, 9, 10, 12, 14, 17-20, N: 2, 3, 5-8, 10-14), 畿内在来種 3 検体 (I: 1-3) を実験に供した。サンプル粉末 10 mg に 1 ml の HNO₃ を加え、ボルテックス混合後、室温で一晩静置した。この溶液 0.2 ml を 9.8 ml の水で希釈した後、孔径 0.45 μm の PTFE フィルター (Ultrafree-MC: Merck Millipore Co., Billerica, Massachusetts, USA) に通し測定に供した。ICP-MS は、Agilent 7700 Series (ICP-MS: Agilent Technologies, Inc., Santa Clara, California, USA) を使用した。

(B) PERSICAE SEMEN materials prepared from edible fresh peach

Source	Sample No.	Cultivar name	Strain / Origin	Cultivation area (ha)	Earliness	Collection year	
白鳳・ 白桃系	H1	白鳳	白桃×橘早生	1359.3	中生	2016	
	H2	白鳳	白桃×橘早生	1359.3	中生	2016	
	H3	白鳳	白桃×橘早生	1359.3	中生	2016	
	H4	やまなし白鳳	白鳳枝変わり	9.6	早生	2016	
	H5	みさか白鳳	白鳳枝変わり	142.4	早生	2016	
	H6	日川白鳳	白鳳枝変わり	856.5	早生	2016	
	H7	夢しずく	ちよひめ×八幡白鳳	16.4	中生	2016	
	H8	浅間白桃	高陽枝変わり	304.5	中生	2016	
	H9	ちよひめ	高陽×さおとめ	61.7	極早生	2016	
	H10	加納岩白桃	浅間枝変わり	158.3	早生	2016	
	H11	夢みずき	浅間白桃×暁星	—	中生	2016	
	H12	川中島白桃	上海×白桃	1166.1	中生	2016	
	H13	一宮白桃	白桃偶発実生	122.2	中生	2016	
	H14	なつっこ	川中島白桃×あかつき	305.1	中生	2016	
	H15	嶺鳳・一葉	あかつき枝変わり	96.4	中生	2016	
	H16	紅くにか	くにか早生	—	中生	2016	
	H17	ゆうぞら	白桃×あかつき	104.7	晩生	2016	
	H18	幸茜	山一白桃枝変わり	45.0	晩生	2016	
	ネクタ リン系	H19	白鳳	白桃×橘早生	1359.3	中生	2017
		H20	美郷	日川白鳳×だて白鳳	—	晩生	2017
N1		笛吹イエロー	中国からの導入	—		2016	
N2		Flavortop	フェアertimeの自然交雑実生	12.7		2016	
N3		反田ネクタリン	白桃×ネクタリン	—		2016	
N4		反田早生	白桃×ネクタリン	—		2016	
N5		黎王	反田ネクタリン×インデペンデンス	3.5		2016	
N6		黎明	反田ネクタリン×インデペンデンス	3.4		2016	
N7		晶玉	反田ネクタリン×インデペンデンス	—		2016	
N8		晶光	反田ネクタリン×インデペンデンス	—		2016	
ネクタ リン系	N9	秀峰	ネクタリン自然交雑実生	21.9		2016	
	N10	反田ネクタリン	白桃×ネクタリン	—		2017	
	N11	黎王	反田ネクタリン×インデペンデンス	3.5		2017	
	N12	黎明	反田ネクタリン×インデペンデンス	3.4		2017	
	N13	晶玉	反田ネクタリン×インデペンデンス	—		2017	
	N14	晶光	反田ネクタリン×インデペンデンス	—		2017	
	N15	反田ネクタリン	白桃×ネクタリン	—		2018	
	N16	黎王	反田ネクタリン×インデペンデンス	3.5		2018	
	N17	黎明	反田ネクタリン×インデペンデンス	3.4		2018	
	N18	晶玉	反田ネクタリン×インデペンデンス	—		2018	
その他	T1	甲州	不明	—		2016	
	T2	瑞光	ヤマモモ	—		2016	
もも (加工用)	K1	缶桃5号		3.0		2018	
畿内 在来種	I1	稲田桃	—	—		2015	
	I2	稲田桃	—	—		2016	
	I3	稲田桃	—	—		2017	
	I4	稲田桃	—	—		2018	

Cultivation areas were referred to the reports of current surveys of fruit trees published by Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries.³⁻⁵⁾

2-4. 生薬試験法 (乾燥減量及びアミグダリン含量の測定) : JP 性状規格 (重量 / 長さ / 幅 / 厚さ) に適合した食用栽培品種及び畿内由来種 6 品種について, JP17 記載りの測定方法に従い, 乾燥減量及びアミグダリン含量の測定に供した. 乾燥減量は, 各サンプルの質量を精密に量り, 105 °C で 6 時間乾燥し, デシケーターで放冷後, その質量を精密に量り乾燥減量 (%) を求めた.

アミグダリン含量の測定は, すり潰した各サンプルの約 0.5 g を精密に量り, 90 %メタノール 40 mL を加え, 直ちに還流冷却器を付けて水浴上で 30 分間加熱し, 冷後, ろ過し, 90 %メタノールを加えて正確に 50 mL とした. この液 5 mL を正確に量り, 水を加えて正確に 10 mL とした後, ろ過し, 試料溶液とした. 試料溶液及び標準溶液を液体クロマトグラフィー (HPLC) により測定し, アミグダリン含量を求めた. 以下に HPLC 条件を示す.

機器 : LC-2030C 3D (Shimadzu), カラム : YMC-Pack ODS-A (4.6×150 mm), 移動相 : 0.05 mol/L リン酸二水素ナトリウム試液 / メタノール (5:1), 流速 : 0.74 mL/min, カラム温度 : 45 °C, 注入量 : 10 µL, 検出波長 : 210 nm

結果および考察

1. 本草考証

中国 13 件 (後漢～清代), 日本 31 件 (平安～現代) で桃仁に関する記載が認められた. 以下 Table 2, 3 に単味薬能 / 処方・薬能 / 形態 / 用法 / 基原種の記載の有無をまとめた¹¹⁻⁵⁴⁾. 基原については 1590 年の『本草綱目』⁴⁹⁾ に「(弘景曰) 核仁入薬當取解核者種之為取佳, 山桃仁不堪用」「(宗奭曰) 山中 - 一種桃, 正合月令桃始華者, 花多子少, 不堪啗, 惟堪取仁入薬」「(時珍曰) 惟山中, 毛桃, 即爾雅所謂桃者, 小而多毛核粘味惡, 其仁充滿多脂, 可人薬用」と記され, 山桃仁は不適であること, 山中に自生する桃の一種は食用不適だが薬用に適すること, 毛桃は仁に脂が多く薬用に適することが読み取れる. 以降, 日本においても『新添修治纂要』¹³⁾ に「山桃仁不堪用」, 『古方薬説』²⁸⁾ に「山中毛桃小而多毛其仁充滿多脂用之佳蓋外不足者内

有餘也」と, 本草綱目の記載を踏襲する形で毛桃・山桃表記を散見する. 『現代和漢薬詳説』⁵⁵⁾ によると, 戦前, 道修町薬種専門家らは毛桃由来品を良品としていた. 当時, 長野県・群馬県でのわずかな産出が記されている. 形態に関する記載は国内 10 文献に認められた. 『用薬須知』²¹⁾ では「本艸原始ニ有圖 マルク長ク尖ルモノハ桃仁ナリ」, 『和漢薬考』³⁸⁾ では「白色扁平尖卵圓系ノ仁ニシテ之ニ褐衣ヲ被リ且ツ縦皺アリ」といった記載を集計すると, 「長い」旨の記述は 8 件, 「扁平」「皺がある」旨の記載は各 6 件, 「丸い」「尖る」「楕円形である」旨の記述は各 2 件, 「皮が褐色」「白色」「肥大している」旨の記述は各 1 件を確認した. 一方で厚さに関する言及は皆無であった.

加工法については, 日本の文献 13 件, 中国の文献 10 件に記載が確認された. 『新添修治纂要』¹³⁾ では「湯ニ浸シ皮ト尖ヲ去リ細ニ剉ミ後炒タルカ吉」「行血宜連皮尖生用潤燥活血湯浸去皮尖炒黄用或燒存性各隨本方」「湯浸去皮尖研湯液同」「回春水泡去皮尖」などの記載があり, 加工法は, 皮・尖の除去, 細刻, 炒るや黒焼など複数認められた. この複数ある加工法は, 得たい薬能に応じて選択する旨の記述が日本の文献で 8/13 件, 中国の文献で 2/10 件認められた. 調製法は, 「煎」「以水煮」「蜜和丸」「以好酒浸」「以酒煮」(『備急千金要方』⁴⁵⁾) などが確認できた. 薬能に関しては, 『(新註校定国訳) 本草綱目』³⁹⁾ に「止咳逆上気」「通月水」「止心腹痛」「治血秘」「治血燥」「通潤大便」などの記載が見られ, 瘀血の治療を通して, 無月経・痛み・咳・便秘などに用いられていたと推測される.

その他「接木桃仁失本性不可薬」(『宜禁本草』¹²⁾) 「概して果實の佳味にして肥美なるものは, いづれも栽培者が他の木に接いで作るもので, 甚しく本性を失してゐる」(『(新註校定国訳) 本草綱目』³⁹⁾), すなわち接木は本来の性質を失っており薬用不適, 果實の美味いものは接木である (ため薬用不適) と記されているが, これは接ぎ木による栽培方法に言及したものであり, 「食用栽培品種は薬用不適」という現代における品種に関する通説との関連性は不明である.

Table 2. Description of PERSICAE SEMEN in Japanese historical literatures

Ages	Title	Medicinal effect	Formulation	Morphology	Dosage	Origin
918	本草和名 ¹¹⁾					
江戸初期	宜禁本草 ¹²⁾	○				
1658	新添修治纂要 ¹³⁾	○	○		○	○
1681	本草弁疑 ¹⁴⁾			○		
1684	薬種新製剂記 ¹⁵⁾				○	
1684	庖厨備用倭名本草 ¹⁶⁾					
1689	炮炙全書 ¹⁷⁾	○			○	
1708	大和本草 ¹⁸⁾					
1712	本草和解 ¹⁹⁾	○	○	○	○	
1723	片玉六八本草 ²⁰⁾	○		○	○	
1726	用薬須知 ²¹⁾			○		
1728	薬籠本草 ²²⁾	○	○		○	
1730	一本堂薬選 ²³⁾	○		○	○	
1756	袖珍本草雋 ²⁴⁾	○			○	
1762	本草弁明 ²⁵⁾	○		○	○	
1778	薬品手引草 ²⁶⁾			○		
1778	千金方薬註 ²⁷⁾					
1795	古方薬説 ²⁸⁾					○
1803	本草綱目啓蒙 ²⁹⁾					
1807	薬性提要 ³⁰⁾	○				
1810	日用薬品考 ³¹⁾					
1823	手板発蒙 ³²⁾					
1837	(訂補)薬性提要 ³³⁾	○				
1840	古方薬品考 ³⁴⁾	○	○	○	○	○
1842	救荒本草啓蒙 ³⁵⁾					
1847	(重訂)本草綱目啓蒙 ³⁶⁾					
1886	(新撰)和漢洋薬品異名全集 ³⁷⁾					
1910	(増訂)和漢薬考 ³⁸⁾	○	○	○	○	
1973-75	(新註校定国訳)本草綱目 ³⁹⁾	○	○		○	○
不明	神農本草経解故 ⁴⁰⁾	○	○	○	○	○
不明	用薬心法 ⁴¹⁾	○				

Table 3. Description of PERSICAE SEMEN in Chinese historical literatures

Ages	Title	Medicinal effect	Formulation	Morphology	Dosage	Origin
25~220 (後漢)	神農本草經 ⁴²⁾	○				
25~221 (後漢)	金匱要略 ⁴³⁾		○		○	
25~222 (後漢)	傷寒論 ⁴⁴⁾		○		○	
650年代	備急千金要方 ⁴⁵⁾	○	○		○	
1151	和剂局方 ⁴⁶⁾		○			
1248	湯液本草 ⁴⁷⁾	○	○		○	
1523	重修政和經史証類備用本草 ⁴⁸⁾	○	○		○	
1590	本草綱目 ⁴⁹⁾	○	○		○	○
1606	雷公炮製 ⁵⁰⁾	○				
1625	神農本草經疏 ⁵¹⁾	○	○		○	
1642	瘟疫論 ⁵²⁾		○		○	
1666?	医学入門 ⁵³⁾	○			○	
1729	(増訂)本草備要 ⁵⁴⁾	○	○		○	

2. 形態学的検証

2-1. 博物標本及び市場流通品の特性

桃仁のサイズについては、現行のJP17¹⁾において、長さ 1.2~2 cm, 幅 0.6~1 cm, 厚さ 0.3~0.7 cm と記載されている。性状は、偏圧した左右不均等な卵円形を呈し、一端はややとがり、他の一端は丸みを帯びて合点がある^{56,57)}。種皮は赤褐色~淡褐色で、合点から多数の維管束が途中あまり分岐することなく種皮を縦走すると記載される。1970年代以前には、中国産桃仁は約 10~20%の杏仁が混入していたため、その対策が品質管理上、必須であった。木島らは、種子の表面視の観察、特に維管束の分岐状態、石細胞の形状や部位による変異が有用な指標になることを報告した⁵⁷⁾。杏仁類は、合点から発した維管束が途中で分枝しながら種皮を縦走し、その末端部で散形状に分岐する特性を有するので、外部形態学的判別が容易とされた⁵⁶⁾。

1920年代から2016年に至る博物標本(S1-S6)と市場流通(C1-C8)桃仁について、各典型写真及び重量・長さ・幅・厚さ・維管束数・分岐数の測定結果を示した(Figure 1, Table 4)。博物標本類では、種皮の色は赤褐色~褐色を呈し、重量 0.29~0.32 g, 長さ 1.44~1.49 cm, 幅 0.93~1.0 cm, 厚さ 0.45~0.48 cm だった。S2~S5は香港・上海・湖北など複数の産地由来にもかかわらず、性状が均一であった。大阪大学所蔵の1920-50年代にかけて蒐集された国内外の製薬企業や研究所製の生薬標本類は、実地医療で品質が担保された証拠となる実体物である。今回実験に供した津村研究所製や日中文化事業の漢方薬展出品標本類は、当時の生薬・漢方研究成果の一端であり、生薬学者(朝比奈泰彦他)により監修された医薬品原料で、基原が明確な証拠標本類と位置付けている⁵⁸⁾。

一方、市場流通品では、種皮の色は赤褐色~褐色で、重量 0.22~0.38 g, 長さ 1.21~1.66 cm, 幅

0.84~1.06 cm, 厚さ 0.29~0.60 cm と, 標本類に比べ, サイズのバラツキが認められた. 特に, 朝鮮半島産 C3 は厚さが局方記載の下限値 0.3 cm を下回る 0.29 cm で, 他のサンプルに比べ有意に薄い形状を呈していたが, 他のサンプルはすべて,

標本類に近似したサイズであった (Table 4, Scheffe's F test, $p < 0.01$).

桃仁が JP に収載されたのは JP7 (1961 年) からで, 現行の JP17 に至る約 60 年間, 基原植物および外部形態学的サイズ (長さ / 幅 / 厚さ) 記載に

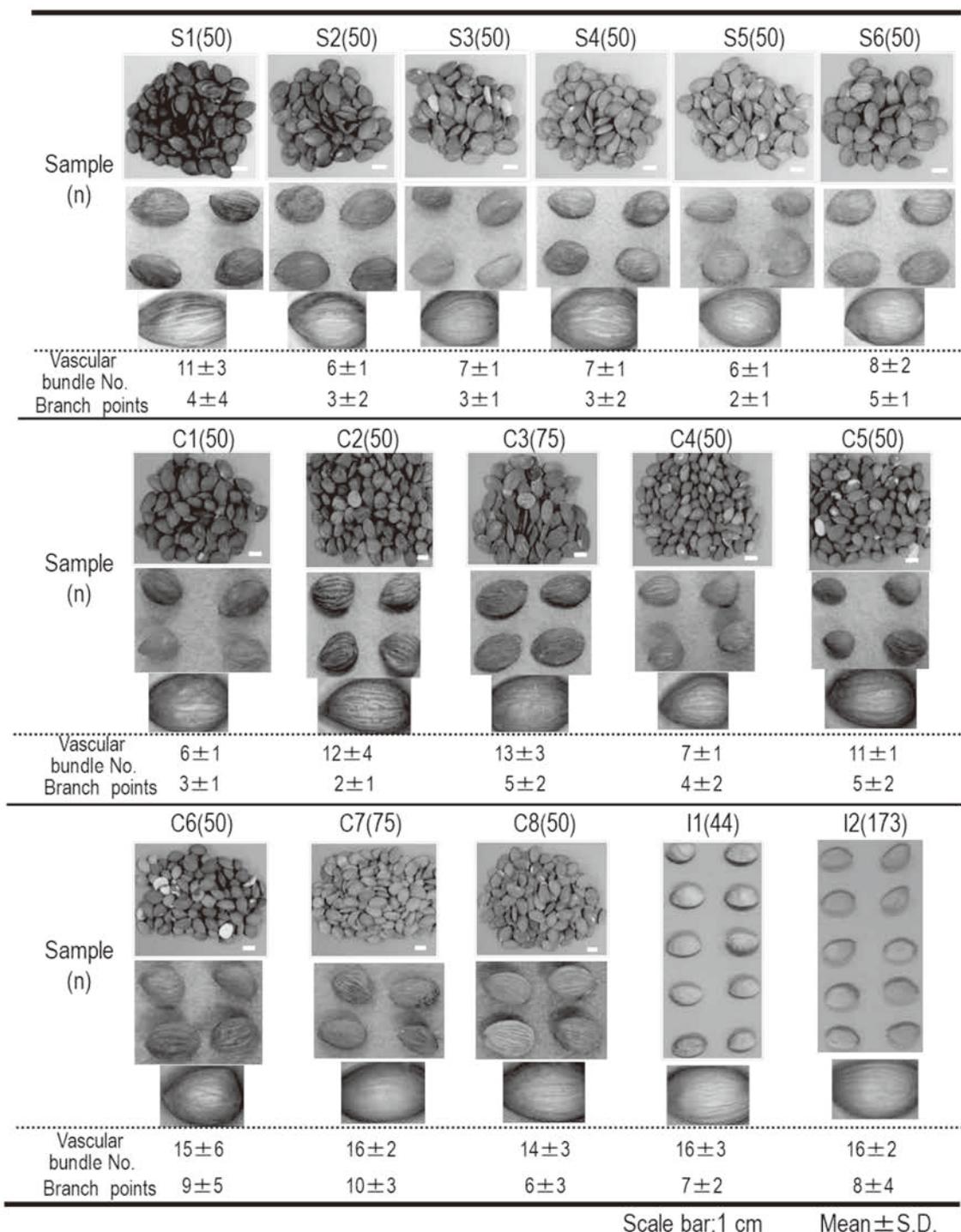


Figure 1. Summarize of morphological characteristics of PERSICAE SEMEN samples
Data are shown as average ± S.D. (The number of samples shown in this Table 1.)

Table 4. Morphological observation about PERSICAE SEMEN

Source	Sample No.	n	Weight(g)	Length(cm)	Breadth(cm)	Thickness(cm)
阪大 博物標本	S1	50	0.309±0.054	1.48±0.17	0.94±0.09	0.48±0.07
	S2	50	0.309±0.074	1.48±0.14	1.00±0.10	0.45±0.07
	S3	50	0.316±0.075	1.49±0.13	0.97±0.09	0.46±0.07
	S4	50	0.309±0.052	1.46±0.12	1.00±0.08	0.47±0.06
	S5	50	0.293±0.067	1.48±0.16	0.93±0.09	0.46±0.06
	S6	50	0.294±0.047	1.44±0.11	0.96±0.08	0.47±0.05
市場 流通品	C1	50	0.293±0.067	1.42±0.14	0.97±0.10	0.52±0.10
	C2	50	0.353±0.071	1.27±0.13	1.01±0.10	0.56±0.05
	C3	75	0.221±0.051	1.66±0.11	1.05±0.07	0.29±0.05**
	C4	50	0.294±0.065	1.24±0.13	0.87±0.08	0.58±0.07
	C5	50	0.270±0.051	1.22±0.14	0.84±0.08	0.57±0.06
	C6	50	0.294±0.066	1.21±0.12	0.88±0.10	0.60±0.05
	C7	50	0.281±0.055	1.50±0.14	0.98±0.07	0.41±0.06
	C8	50	0.382±0.081	1.59±0.13	1.06±0.07	0.45±0.06
畿内 在来種	I1	44	0.244±0.045	1.62±0.09	0.89±0.08	0.43±0.08
	I2	173	0.278±0.055	1.62±0.08	0.88±0.07	0.42±0.05
	I3	149	0.227±0.043	1.55±0.09	0.85±0.05	0.42±0.05
	I4	186	0.222±0.048	1.56±0.09	0.83±0.06	0.43±0.06

Average ± S.D., **: Scheffe's F test (C3 vs S1-6, C1, 2, 4-8), p<0.01(n=50-75))

変更はない。桃仁の採集用には最も原種に近いものがよいとされ、中国では西北部で野生状態に生育し、広く朝鮮半島にまで分布するノモモから種子をとっている。ノモモは日本へも花鑑賞用として輸入されているが、花はモモより小さく、果実も小型で果肉は堅く食用にならない。木島らは中国及び朝鮮半島からの輸入桃仁の個体変異（形態的特性：長さ / 幅 / 厚さ）について比較検討し、厚さは中国品が 0.3~0.85 cm、朝鮮品が 0.25~0.9 cm の結果を得て、基原や生育地の環境条件の相違を考察している⁵⁹⁾。今回、朝鮮半島産 C3 の厚さ (0.29 cm) は JP17 記載の値より小さいが、市場流通品であり、前述の朝鮮品の範囲内である。さらに、1990 年代においても中国各地から丸様 (円桃仁)、扁様 (扁桃仁)、朝鮮半島北部から粒のそろった良品の扁様 (桃仁) と極めて肉薄な劣品の

甘桃仁が市場に存在したとされる⁵⁹⁾。

また維管束数と分岐数について、デジタルマイクロスコプにより観察を行った結果、標本類では各 6~11 と 2~5、市場品類では、6~16 と 2~10 で、市場品に性状のバラツキが認められたが、顕著な違いはなく、杏仁の混在も認められなかった (Figure 1)。

2-2. 畿内在来種及び食用栽培品種の特性

モモは中国原産で、日本には縄文後期または弥生期に渡来したとされ、江戸期には各地で様々な在来種が存在した記録が残っている⁶⁰⁾。食用品種は 1875 年 (明治 8) に中国から導入した「上海水蜜桃」が普及し、そこから 1899 年 (明治 32) に岡山県の大久保重五郎が日本の気候に合う品種「白桃」を圃場で発見し選抜した⁶¹⁾。「白桃」は、

Table 5. Morphological observation about PERSICAE SEMEN made from a peach

Source	Sample No.	n	Weight(g)	Length(cm)	Breadth(cm)	Thickness(cm)
白鳳・ 白桃系	H1	6	0.269±0.130	1.93±0.11	1.24±0.15	0.23±0.16
	H2	9	0.073±0.049	1.73±0.19	0.96±0.28	0.12±0.05
	H3	10	0.175±0.051	1.79±0.09	1.23±0.14	0.21±0.05
	H4	7	0.465±0.115	1.94±0.05	1.32±0.07	0.32±0.06
	H5	7	0.083±0.013	1.70±0.11	1.09±0.09	0.13±0.03
	H6	6	0.073±0.021	1.73±0.10	0.96±0.05	0.12±0.02
	H7	5	0.066±0.028	1.55±0.09	0.86±0.17	0.17±0.05
	H8	10	0.166±0.051	1.87±0.10	1.23±0.09	0.14±0.03
	H9	10	0.060±0.020	1.44±0.07	0.88±0.06	0.12±0.04
	H10	5	0.248±0.134	1.75±0.12	1.29±0.06	0.20±0.07
	H11	4	0.100±0.016	1.65±0.15	1.24±0.11	0.14±0.07
	H12	6	0.465±0.115	1.91±0.06	1.20±0.07	0.29±0.05
	H13	9	0.166±0.051	1.76±0.19	1.18±0.18	0.22±0.07
	H14	12	0.177±0.053	1.83±0.16	1.07±0.11	0.20±0.08
	H15	7	0.202±0.048	1.97±0.15	1.27±0.06	0.19±0.03
	H16	9	0.298±0.050	1.91±0.08	1.26±0.07	0.27±0.05
	H17	10	0.293±0.090	2.02±0.06	1.29±0.09	0.26±0.06
	H18	11	0.286±0.160	1.90±0.25	1.20±0.21	0.28±0.16
	H19	11	0.133±0.057	1.64±0.17	1.10±0.16	0.17±0.05
	H20	5	0.071±0.045	1.77±0.15	1.33±0.07	0.21±0.13
ネクタ リン系	N1	6	0.097±0.016	1.52±0.11	1.03±0.08	0.15±0.03
	N2	6	0.065±0.040	1.61±0.32	0.90±0.09	0.22±0.16
	N3	9	0.207±0.108	1.89±0.07	1.15±0.06	0.23±0.09
	N4	11	0.248±0.132	1.95±0.13	1.27±0.08	0.25±0.08
	N5	12	0.327±0.102	1.94±0.09	1.28±0.18	0.29±0.09
	N6	14	0.225±0.056	1.69±0.17	1.05±0.15	0.32±0.05
	N7	11	0.239±0.065	1.82±0.10	1.16±0.17	0.22±0.05
	N8	12	0.178±0.107	1.58±0.20	0.99±0.15	0.23±0.11
	N9	1	0.153	1.9	1.31	0.22
	N10	17	0.278±0.107	1.79±0.15	1.10±0.10	0.39±0.14
	N11	17	0.425±0.066	2.03±0.08	1.28±0.13	0.34±0.04
	N12	21	0.165±0.086	1.80±0.22	0.98±0.21	0.28±0.10
	N13	16	0.348±0.136	1.92±0.10	1.18±0.10	0.36±0.12
	N14	19	0.180±0.080	1.84±0.14	1.01±0.18	0.27±0.11
	N15	13	0.325±0.061	1.94±0.07	1.20±0.08	0.42±0.09
	N16	14	0.319±0.105	1.85±0.14	1.17±0.18	0.35±0.09
	N17	10	0.304±0.067	1.84±0.07	1.12±0.05	0.31±0.05
	N18	13	0.279±0.123	1.84±0.21	1.09±0.22	0.28±0.10
	N19	15	0.176±0.119	1.53±0.62	0.88±0.38	0.22±0.11
その他	T1	16	0.137±0.113	1.78±0.21	1.00±0.18	0.21±0.10
	T2	7	0.088±0.033	1.66±0.10	1.02±0.11	0.10±0.03
もも (加工用)	K1	12	0.313±0.116	1.96±0.12	1.18±0.19	0.38±0.11

後代に「白鳳」「あかつき」などの優良品種を生み出した歴史的な品種として知られている。昭和期に入ると各県の試験場で盛んに交雑が行われ、上海水蜜桃系中心の栽培が始まり、果実が小さく、果肉の堅い在来種は次第に姿を消していった^{60,61}。また、ネクタリンは毛のないモモで日本でも栽培は古く、江戸期には油桃・ズバイモモと言われた。モモの有毛性は先天的なのに対し、ネクタリンの無毛は後天的で、遺伝的に有毛は無毛に対し優性である。1 樹の中にモモとネクタリンが混生するものや 1 個の果実で部分的に有毛と無毛が分離するケースが報告されている⁶²。モモは短命で他の果樹と異なり樹木の寿命が 15~20 年と短い^{61,62}。本研究の対象となった反田ネクタリンは山梨県反田喜雄氏が育成した白桃とネクタリンの自然交配実生の品種であり、野生種特性の離核性を有する^{60,62}。近年、長野県の白桃とネクタリンの混植園で発見された品種が開発され、多くの品種がある。ネクタリンの学名は *P. persica* var. *nectariana* Maxim. とされるが、反田ネクタリン、スイートネクタリン黎明、スイートネクタリン黎明、スイートネクタリン昌光、スイートネクタリン昌玉は、いずれも農林水産省品種登録ホームページ (<http://www.hinshu2.maff.go.jp/>)⁶³ 内「品種登録データ検索」に *Prunus persica* (L.) Batsch として品種登録されている。一方、薬用には小型果実の在来種由来（原種桃）が用いられ、戦前、良品とされたケモモについて、木島らは国内に野生状態に生育するモモ *Prunus persica* Batsch（従来ケモモ *P. persica* var. *subspontana* Makino と呼ばれているもの）と報告している^{57,64}。これら原種桃のモモの自生地は国内の広範囲に分布し、「稲田桃」は 1776 年の河内国細見図⁶⁵ や 1801 年の河内名所図会⁶⁶ に挙げられる、大阪府東大阪市に生育する畿内在来種である。本種は遺伝子解析から、現在の食用栽培品種と来歴が異なることが示唆されている⁶⁷。Table 5 の畿内在来種「稲田桃」I1~I4 は 2015-2018 年にわたり外部形態を経年検討した。種皮の色は淡褐色で、博物標本・市場流通品とやや異なったが、平均の長さ・幅・厚さは均一な性状を呈した。特に厚さは平均 0.42~0.43 cm に位

置し、JP 記載の適合範囲内で、4 年間に亘り、安定した性状を確認した。

現市場では食用品種の種子は扁平で薬用不適が通説だが、食用登録 150 品種以上の検証は皆無である。そこで、現在国内で流通している食用栽培品種について、JA フルーツ山梨営農販売部協力の元、2016-18 年にかけて計 30 品種を対象とした。まず Table 5 の白鳳・白桃系 H1~H18, ネクタリン系 N1~N9, その他 T1, T2 に示す 2016 年度入手サンプル 29 種・248 個体の外部形態をスクリーニングした。グレー網掛け値は JP 規格外を示す。白鳳・白桃系品種では、幅が 0.86~1.32 cm と基準値より広く、厚さが 0.3 cm 以下肉薄の扁平な性状を呈する品種が大半を占めた。ネクタリン系 N6 は、充実した形状で、長さ、幅、厚さの平均が全て JP 記載に合致した。

次に、性状適合したネクタリン系品種とその類縁種に絞って外部形態の均一性・再現性を継続的に検証した。2016 年 (N3, N5~N9), 2017 年 (N10~N14), 2018 年 (N13~N19) にわたり蒐集した 6 品種 (反田ネクタリン・黎明・晶玉・晶光・稲田桃) について、同品種間で比較したところ、全品種で厚さにおける有意差は認められず (Scheffe's F test, $p < 0.01$)、年度を経ても安定した品質を呈した。また、JA フルーツ山梨販売部から、核果が大きい T1, T2 及び缶桃 5 号 K1 の依頼を受け検討した。T1, T2 は厚みが不適だったが、K1 は長さ / 幅 / 厚みのそれぞれ平均 1.96 cm, 1.18 cm, 0.38 cm と JP の記載に適合した (Table 5)。K1 品種は加工される際に核の部分が廃棄物として処理されており、他の品種に比べ加工が簡便であることから、食薬双方に使用できるシーズとして期待される。

更に Table 4, 5 の全検体について、重量・長さ・幅・厚さの検体別平均値で主成分分析 (: PCA) を行った (Figure 2)。博物標本は、産地・入手年が異なっても局在し、性状の均一性が示唆できる。それらの周辺に市場流通品、ネクタリン系の一部や畿内在来種、加工用品種が分布し、形態特性における類似性が示唆できる。特に N6, N12, N17 と 3 年分すべてのサンプルで市場流通品クラスタ

一近傍に位置するネクタリン系の黎明は候補として挙げられる。

一方、白鳳・白桃系の大半は、通説通り分離してクラスターを形成した。

3. 元素プロファイルによる安全性の検討

JP17 において、桃仁には重金属 / ヒ素の限度値が規定されていない。そこで JP17 記載の生薬に関する重金属 / ヒ素濃度の規定のうち、最も厳格な値である (A) ヒ素 1.5 mg/kg, (B) 重金属 (Cd, Pb, Hg) 積算含量 10 mg/kg を基準値として安全性を評価した¹⁾。標本類, 市場流通品, 畿内在来種,

白鳳 / 白桃系及びネクタリン系の 2016-17 蒐集分の各群平均値を Figure 3 に示した。ヒ素の場合、全群、破線で示す限度値を下回ったが、標本類 1.4 mg/kg, 市場流通品 1.2 mg/kg と、食用種に比べ高値であった。なお、過去の標本資料類は防腐・防虫保存目的で「塗毒」としてヒ素化合物処理される場合がある。他の畿内在来種及び食用種は設定限度値の 1/2~1/4 程度の検出だった。また (B) 重金属 (Cd, Pb, Hg) 積算含量では、共に限度値の 1/5~1/12 で安全性を確認した。いずれの群も配合比は Hg が 82~95 % の範囲で高かった。

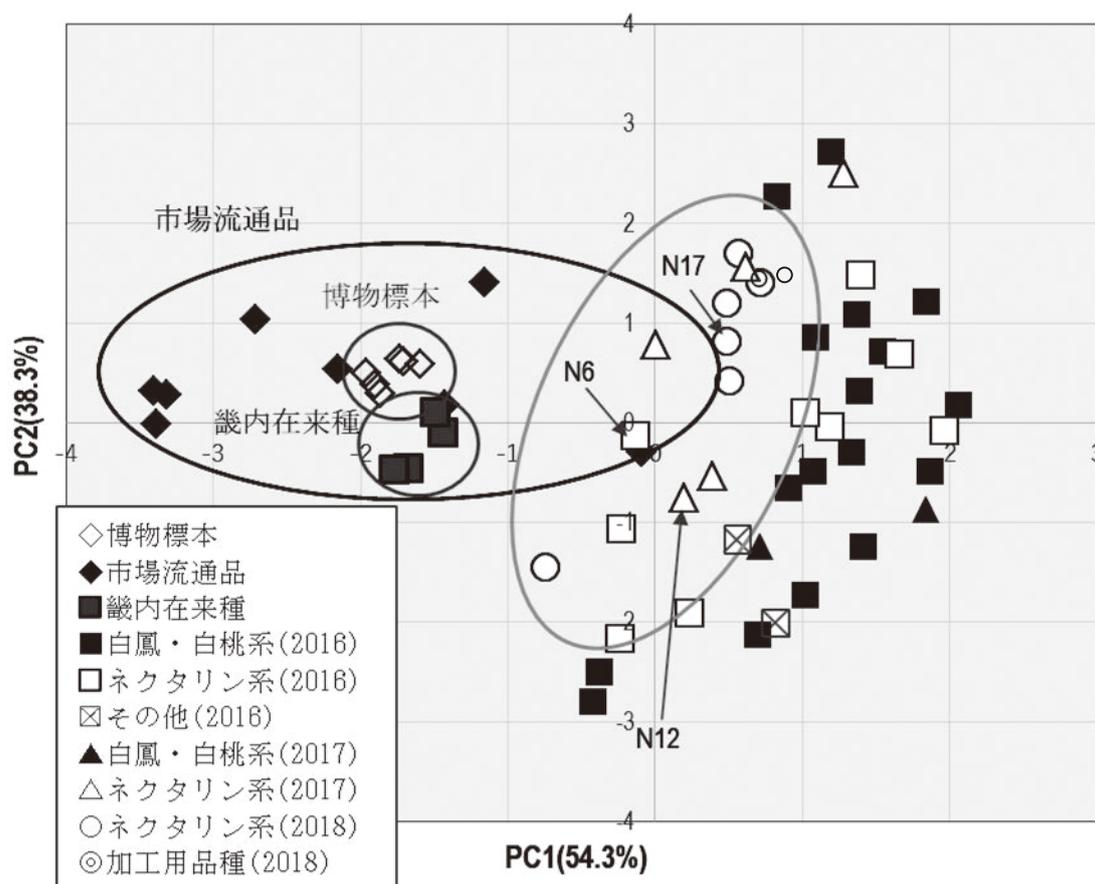


Figure 2. The PCA result of the morphological values of PERSICAE SEMEN samples

The plots of specimens (◇) are close together, which means they have high level uniformity in contrast to variation of their collection year and producing place. Standard products (◆), native cultivars (■) and some of nectarins (□, △ and ○) are plotted near the specimens' plots, which suspects they are similar in the point of morphology. PC1 and PC2 are first and second component, whose contributions are 54.3% and 38.3%, respectively.

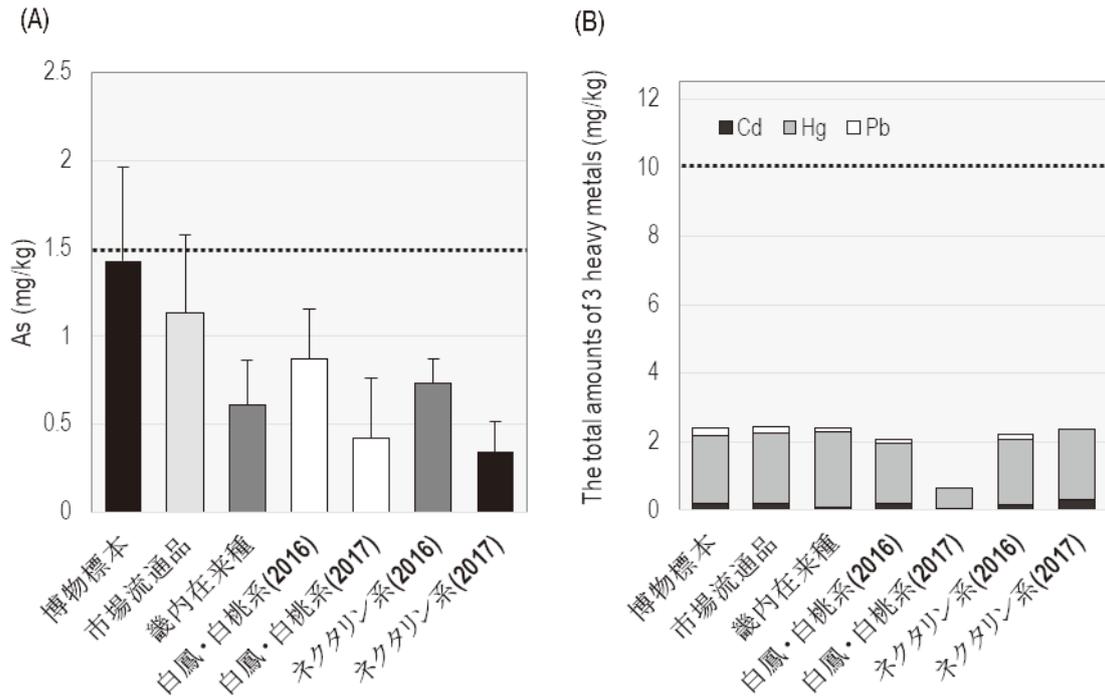


Figure 3. Heavy metal contents in PERSICAE SEMEN

A: Arsenic in samples (average \pm S.D., n=6~33), B: The total 3 heavy metal elements in samples (Average, n=6~33). Dotted lines indicate the upper limit value regulated by JP17.

4. 乾燥減量及びアミグダリン含量

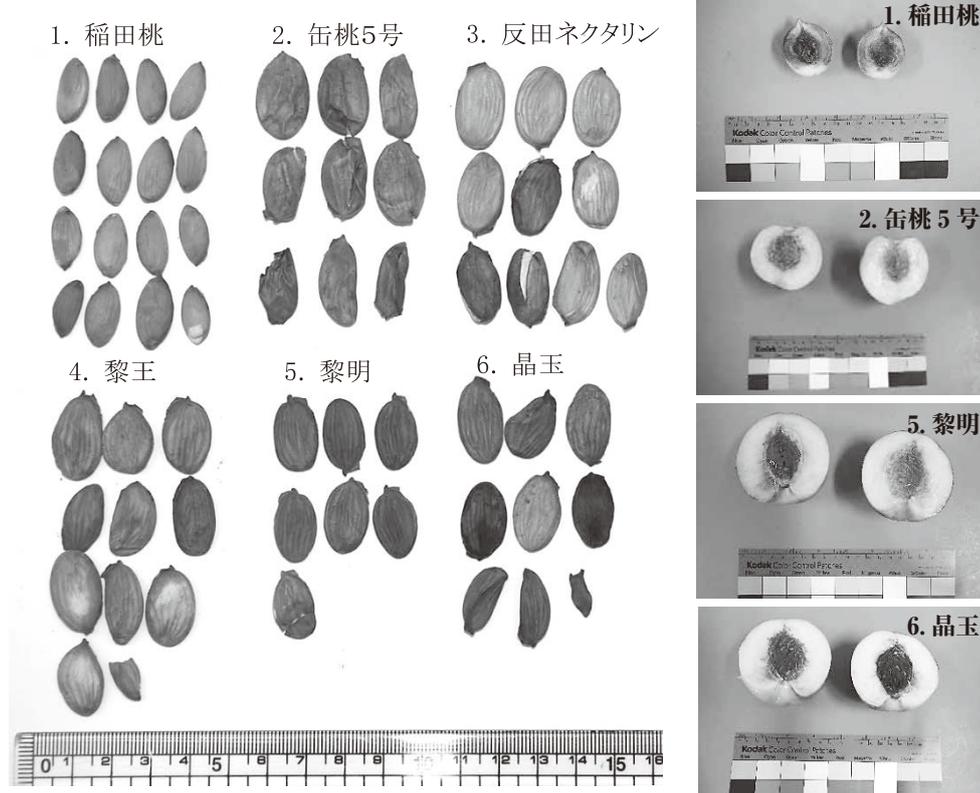
本検討において、種子を薬用に利用可能な食用栽培品種の探索には、まず外部形態評価により候補対象を決定する。引き続き、安全性や乾燥減量やアミグダリン含量など生薬試験法の検証をすることで、当初以下4件の可能性を想定した。①畿内在来種の活用、②缶詰加工用品種の廃棄物核果の利用、③ネクタリン系品種の活用、④薬食同源を実践する育種シーズの探索である。

まず、種子の乾燥減量は、缶桃5号(K1: 9.8%)を除く、5品種(N15: 反田ネクタリン・N16: 黎王・N17: 黎明・N18: 晶玉・I4: 稲田桃)で3.8~4.3%とJP17の規格内であった。次に、アミグダリン含量は、稲田桃0.093%及び缶桃5号0.097%と低値で規格不適合だったが、ネクタリン系はすべて1.2%以上とJP規格値に適合した。特にN17: 黎明は3.30%、N18: 晶玉は3.82%含有した(Table 6)。前述の①畿内在来種の活用については、これまで野生状態で生息する原種のコモを良品とする見解にもかかわらず、ハナモモや上海水蜜桃

と遺伝的系統が異なる畿内在来種「稲田桃」にアミグダリンはほとんど含まれない結果となった点は想定外であった。しかし、樹木の寿命が短命で、自然交雑が容易なコモにおいて、今後、野生種や栽培種の形質が多様である現況を反映した基原種の検討は必要と考える。特に、接ぎ木ではなく、白桃系との自然交雑種として育種された反田ネクタリン系を新たな基原適合種として活用した場合の産業的な有用性や展望について考察した。Table 1に各品種の来歴(育種歴)を示した。JP規格に適合した反田ネクタリンは、白桃との交雑種で、スイートネクタリンの黎王・黎明・晶玉は反田ネクタリンを親品種とする⁶²⁻⁶⁴⁾。また粘核性の白鳳・白桃系と異なり、果肉と核が離れやすい離核性に優れる。離核は粘核に対して先天的、現生地の野生種はすべて離核といわれている。遺伝的に離核は粘核に対し優性である⁶²⁾。薬用部位・種子の性状やアミグダリン含量がJP記載事項及び規格に合致するだけでなく、野生種形質の離核性が加工作業の容易さを生み、コモ未利用部分の活用が最

Table 6. Amygdalin contents of PERSICAE SEMEN

(A) External characteristics of PERSICAE SEMEN



(B) Amygdalin content (%) of samples

No.	Cultivar name	n	Collection year	Loss of drying(%)	Amygdalin content (%)	
					Raw data	On dry basis
1	稲田桃 (I4)	16	2018	3.8	0.090	0.093
2	缶桃 5 号 (K1)	9	2018	9.8	0.087	0.097
3	反田ネクタリン(N15)	10	2018	4.3	2.19	2.29
4	黎明 (N16)	11	2018	4.0	1.66	1.73
5	黎明 (N17)	7	2018	3.8	3.17	3.30
6	晶玉 (N18)	9	2018	3.7	3.68	3.82

最終的に廃棄物処理費用の削減につながる生薬栽培加工の実利性をもつ。同時に長期的ではあるが生食用に優れ、種子を薬用資源にできる育種目標を示唆した。

まとめ

本研究では、国産生薬自給率向上を志向して、薬用 / 食用部位が異なる地域在来 / 特産果樹の循

環型活用を目指した。国産食用桃の種子を活用した桃仁生産を可能にする育種適合品種の探索において、歴史考証に基づく形態特性適合品種の選定を、JP 成分規格を検討する前提候補と位置付けた。文献悉皆調査の結果、戦前に桃仁の山梨県・長野県・群馬県でのわずかな産出が記され、国内での桃仁生産が裏付けられた。また、現在の通説である「食用栽培品種は薬用不適」との記述は確認で

きなかった。桃仁には重金属・ヒ素の限度値規定がないため、JP 記載の生薬に関する規定のうち最も厳格な値（重金属 10 mg/kg・ヒ素 1.5 mg/kg）を基準値として安全性を評価した。その結果、全試料で重金属・ヒ素共に限度値を下回り、安全性を確認した。在来種や缶詰用品種の形態特性は現 JP 規格に合致したが、アミグダリン含有量が不適だった。生食用栽培品種の種子は多くが扁平な形状を示したが、形態的特性比較からネクタリン系の一部に JP 適合品種が存在し、複数年で性状特性の再現性を確認した。また、ネクタリン系 4 種のアミグダリン含量は 1.2 %以上と JP17 規格に合致し、薬食同源を実現できる育種研究に有用な遺伝資源の可能性が示唆できる。

謝辞

本研究遂行に当たり、生薬試験法及びアミグダリン測定に関して多大なるご協力・ご教示をいただいた株式会社 栃本天海堂 姜東孝博士、山本豊博士、栃本久美子氏、JA フルーツ山梨営農販売部 反田公紀氏、情報のご提供・ご教示をいただいた東大阪市楠根リージョンセンター・企画運営委員会・稲田桃栽培再生プロジェクト、ご支援いただいた大阪大学大学院薬学研究科伝統医薬解析学分野の皆様へ深謝する。本研究は日本学術振興会科学研究費補助金 2017 - 2020 年度 基盤研究 B（特設）〔分担〕課題番号：17KT0079、2017-2019 年度 基盤研究 C〔分担〕17KT07987 による支援を受けた。

責任者及び連絡・別冊他請求先：

大阪大学総合学術博物館資料基礎研究系（兼）
大学院薬学研究科伝統医薬解析学分野・准教授
高橋京子
住所：〒560-0043 大阪府豊中市待兼山町 1-13
Tel & Fax：06-6850-6711（博）／06-6879-8160（薬）
E-mail: kyokot@museum.osaka-u.ac.jp

引用文献

- 1) 厚生労働省. 第十七改正日本薬局方. 2016.
- 2) 日本漢方生薬製剤協会. 原料生薬使用量等調査報告書 (4) <https://www.nikkankyo.org/serv/serv3.htm> (Accessed 14 Nov 2019)
- 3) 農林水産省. 果樹品種別生産動向調査_1_ もも_もも {生食用} <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/file-download?statInfId=000031674493&fileKind=0>, (Accessed 14 Nov 2019)
- 4) 農林水産省. 果樹品種別生産動向調査_1_ もも_もも {加工用} <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/file-download?statInfId=000031674494&fileKind=0>, (Accessed 14 Nov 2019)
- 5) 農林水産省. 果樹品種別生産動向調査_1_ もも_ネクタリン <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/file-download?statInfId=000031674495&fileKind=0>, (Accessed 14 Nov 2019)
- 6) 農林水産省. 平成 30 年度もも, すももの結果樹面積, 収穫量及び出荷量 http://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/sakumotu/sakkyou_kajyu/momo/h30/index.html, (Accessed 14 Nov 2019)
- 7) 農林水産省. 作物統計調査 / 作況調査 (果樹) 確報 平成 29 年産果樹生産出荷統計 https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500215&tstat=000001013427&cycle=7&year=20170&month=0&tclass1=000001032287&tclass2=000001032927&tclass3=000001120615&stat_infid=000031762984, (Accessed 14 Nov 2019)
- 8) 杉村康司. 熱帯, 亜熱帯性薬用・有用植物資源の収集, 保存, 育成. 特産種苗, **16**, 18-21(2013).
- 9) 青木允夫, 野尻佳与子. 薬物名出典総索引 正編. 内藤記念くすり博物館 (2001).
- 10) 青木允夫, 野尻佳与子. 薬物名出典総索引 続編. 内藤記念くすり博物館 (2008).
- 11) 深江輔仁. 本草和名. 和泉屋次郎. 下, 三十一 - 三十二 (1796). 早稲田大学図書館古典籍総合データベース http://archive.wul.waseda.ac.jp/kosho/ni01/ni01_00798/, (コマ番号 34) (Accessed 14 Nov 2019).

- 12) 曲直瀬一溪(道三). 宜禁本草. 上二十(江戸初期). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2535758>, (コマ番号 27-28) (Accessed 14 Nov 2019).
- 13) 著者不明. 新添修治纂要. 荒木利兵衛. 卷之三, 四(1658). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2607954>, (コマ番号 [2] 5-6) (Accessed 14 Nov 2019).
- 14) 遠藤元理. 本草弁. 瀧庄三郎. 卷四二(1861). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2607109>, (コマ番号 [3] 3) (Accessed 14 Nov 2019).
- 15) 奥西治兵衛. 薬種新製剤記. 大野木市兵衛. 卷三, 二(1710). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2606704>, (コマ番号 [3] 4) (Accessed 14 Nov 2019).
- 16) 向井元升. 庖厨備用倭名本草. 梶川儀兵衛, 小野善兵衛. 卷之六, 五 - 七(1684). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2606233>, (コマ番号 [6] 7-9) (Accessed 14 Nov 2019).
- 17) 稲生宣義 編. 炮炙全書. 大和屋重左衛門. 卷第二, 十九(1702). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2605870>, (コマ番号 [1] 59) (Accessed 14 Nov 2019).
- 18) 貝原篤信. 大和本草. 永田調兵衛. 卷之十, 十七 - 十九(1709). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2605899>, (コマ番号 [10] 19-20) (Accessed 14 Nov 2019).
- 19) 著者不明. 本草和解. 永田調兵衛. 卷之三, 十六 - 十八(1702). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2607215>, (コマ番号 [2] 20-21) (Accessed 14 Nov 2019).
- 20) 加藤謙斎. 片玉六八本草. 浅野弥兵衛ら. 上, 九十六 - 九十七(1780). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2610496>, (コマ番号 [1] 112) (Accessed 14 Nov 2019).
- 21) 松岡玄達. 用薬須知. 野田藤八. 卷之三, 十二(1726). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2536607>, (コマ番号 72) (Accessed 14 Nov 2019).
- 22) 牛山香月啓益. 薬籠本草. 柳枝軒茨城多左衛門. 卷之下, 七十五 - 七十六(1734). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2605195>, (コマ番号 [6] 26, 27) (Accessed 14 Nov 2019).
- 23) 香川修庵. 一本堂薬選. 文泉堂. 中編, 五十二(1731). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2606390>, (コマ番号 [2] 54-55) (Accessed 14 Nov 2019).
- 24) 平住専安. 袖珍本草雋. 植村藤三郎ら. 百六十三 - 百六十四(1790). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2536830>, (コマ番号 170, 171) (Accessed 14 Nov 2019).
- 25) 林貞亮. 本草弁明. 吉文字屋市兵衛. 四十四(1772). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2536779>, (コマ番号 62, 63) (Accessed 14 Nov 2019).
- 26) 加地井高茂. 薬品手引草. 柏原屋清左エ門. 上, 三十三(1843). 早稲田大学図書館古典籍総合データベース http://archive.wul.waseda.ac.jp/kosho/ya09/ya09_01092/ya09_01092_0001/ya09_01092_0001.pdf, (コマ番号 39) (Accessed 14 Nov 2019).
- 27) 松岡典. 千金方薬註. 野田藤八ら. 卷之三, 五十二(1778). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2606630>, (コマ番号 [3]-53) (Accessed 14 Nov 2019).
- 28) 宇治田郁. 古方薬説. 須原屋茂兵衛. 卷之上, 二十三(1795). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2606616>, (コマ番号 [1]-36) (Accessed 14 Nov 2019).
- 29) 蘭山小野先生 口授. 本草綱目啓蒙. 須原屋善五郎. 卷之二十五, 八 - 十一(1805). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2606179>, (コマ番号 [15]10-13) (Accessed 14 Nov 2019).
- 30) 多紀元簡. 薬性提要. 和泉屋庄次郎. 三十三(1807). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2536722>, (コマ番号 35) (Accessed 14 Nov 2019).

- 31) 柴田正簡. 日用薬品考. 永楽屋東四郎. 四十七 (1811). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2536868>, (コマ番号 55) (Accessed 14 Nov 2019).
- 32) 藤井咸斎. 手板発蒙. 山城屋佐兵衛. 五十五 (1824). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2537498>, (コマ番号 67) (Accessed 14 Nov 2019).
- 33) 多紀元簡. (訂補) 薬性提要. 十八 (1837). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2536035>, (コマ番号 22) (Accessed 14 Nov 2019).
- 34) 内藤尚賢. 古方薬品考. 六十, 六十一 (1842). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2536679>, (コマ番号 74, 75) (Accessed 14 Nov 2019).
- 35) 小野蕙畝. 救荒本草啓蒙. 卷之十三, 十一 - 十二 (1842). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2605604>, (コマ番号 32, 33) (Accessed 14 Nov 2019).
- 36) 蘭山小野先生 口授. (重訂) 本草綱目啓蒙. 和泉屋善兵衛. 二十五卷, 七 - 八 (1847). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2606063>, (コマ番号 [11]8-11) (Accessed 18 Nov 2019).
- 37) 真部於菟也 等編. (新撰) 和漢洋薬品異名全集. 田中太右衛門. 百 (1886). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/837514>, (コマ番号 66) (Accessed 14 Nov 2019).
- 38) 小泉栄次郎 編. (増訂) 和漢薬考. 朝香屋. 前編, 三六九 - 三七〇 (1910). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/837911>, (コマ番号 197-198) (Accessed 14 Nov 2019).
- 39) 李時珍 著, 鈴木眞海 訳, 木村康一 新註. (新註校定国訳) 本草綱目. 春陽堂書店. P.245-255 (1973-1975). 杏雨書屋蔵.
- 40) 鈴木良知. 神農本草経解故. 卷之九 (不明). 国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2606998>, (コマ番号 [3] 26) (Accessed 18 Nov 2019).
- 41) 津島道救. 用薬心法. (不明). 国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2533410>, (コマ番号 19) (Accessed 18 Nov 2019).
- 42) 森立之. 神農本草経. 森氏晷知薬室. 第二冊卷之下 (1854). 早稲田大学図書館古典籍総合データベース http://archive.wul.waseda.ac.jp/kosho/ni01/ni01_00799/, (コマ番号 29) (Accessed 18 Nov 2019).
- 43) 張機, 王叔和. 金匱要略. 文泉堂. (1806). 早稲田大学図書館古典籍総合データベース http://archive.wul.waseda.ac.jp/kosho/ya09/ya09_01146/, (コマ番号 41, 46, 92, 96, 99, 105) (Accessed 18 Nov 2019).
- 44) 張機 (仲景) 撰. 傷寒論. (1839). 京都大学貴重資料デジタルアーカイブ <https://rmda.kulib.kyoto-u.ac.jp/item/rb00003125>, (コマ番号 44, 48) (Accessed 18 Nov 2019).
- 45) 孫思邈. 備急千金要方. 敦賀屋久兵衛. 卷四, 卷五, 卷六, 卷七, 卷三十八, 卷七十七 (1659). 早稲田大学図書館古典籍総合データベース http://archive.wul.waseda.ac.jp/kosho/ya09/ya09_00175/, (コマ番号 [4] 4, 23, 29. [5] 11, 12, 20, 41. [14] 13. [27] 32) (Accessed 18 Nov 2019).
- 46) 袁元熙較. 重刻太平惠民和剂局方. 卷之三, 卷之四, 卷之五, 卷之六, 卷之八, 卷之九 (1647). 京都大学貴重資料デジタルアーカイブ <https://rmda.kulib.kyoto-u.ac.jp/item/rb00002955#c=0&m=0&s=0&cv=0&r=0&xywh=-4509%2C-241%2C15497%2C4800>, (コマ番号 106, 167, 186, 208, 249, 299, 315, 332, 350, 368) (Accessed 18 Nov 2019).
- 47) 王好古 撰, 王肯堂 校. 湯液本草 6 卷. 卷五 (明). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2536026>, (コマ番号 168) (Accessed 14 Nov 2019).
- 48) 唐慎微. 重修政和經史証類備用本草. 卷第二十三 (1523). 早稲田大学図書館古典籍総合データベース http://archive.wul.waseda.ac.jp/kosho/ni01/ni01_00812/, (コマ番号 30-36) (Accessed 17 Nov 2019).
- 49) 李時珍撰. 本草綱目. 胡承竜. 第十九冊第二十九卷 (1590). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1287025>,

- (コマ番号 15-17) (Accessed 17 Nov 2019).
- 50) 明余應奎撰. 太醫院補遺本草歌訣雷公炮製 8 卷附藥性詩歌便覽. 陳氏積善堂. 第四冊八卷 (1606). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2608062>, (コマ番号 [2]32) (Accessed 17 Nov 2019).
- 51) 明繆希雍撰. 神農本草經疏. 卷二十三, 二十八-三十一 (1625). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2607066>, (コマ番号 [12]29-32) (Accessed 17 Nov 2019).
- 52) 吳有性 原著, 劉奎 訂正, 劉秉錦 編纂, 劉嗣宗 参関. 瘟疫論類編. 尚書堂. 下 (1803). 早稲田大学図書館古典籍総合データベース http://archive.wul.waseda.ac.jp/kosho/ya09/ya09_01077/, (コマ番号 19, 20, 46) (Accessed 17 Nov 2019).
- 53) 李梴撰. (編註) 医学入門. 卷之二, 九十一 (不明). 早稲田大学図書館古典籍総合データベース http://archive.wul.waseda.ac.jp/kosho/ya09/ya09_00617/ya09_00617_0006/ya09_00617_0006.pdf, (コマ番号 24, 25) (Accessed 14 Nov 2019).
- 54) 清汪昂撰. (増訂) 本草備要. 植村藤治郎. 下卷之二, 三十四 - 三十五 (1729). 国立国会図書館デジタルコレクション <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2608579>, (コマ番号 44) (Accessed 14 Nov 2019).
- 55) 刈米達夫. 現代和漢薬詳説. 薬業往来社. (1943).
- 56) 久保道徳, 勝城忠久, 谿忠人, 多田一郎, 有地滋. 市場品桃仁および杏仁の比較組織学的研究. 生薬学雑誌, **33**(1), 1-10 (1979).
- 57) 木島正夫, 安住京子, 末次洋子, 高谷敦子, 宮川治. 生薬類の個体変異についての研究 (第Ⅲ法). 生薬学雑誌, **7**, 41-48 (1953).
- 58) 高浦 (島田) 佳代子, 川瀬雅也, 高橋京子. 『緒方洪庵の薬箱』収載生薬の統計学的解析: 数値化に基づく緒方洪庵の治療観の考察. 薬史学雑誌, **53**(1), 50-55 (2018).
- 59) 株式会社栃本天海堂. 栃本天海堂だより. “桃仁”. 株式会社栃本天海堂. (1994).
- 60) 一般社団法人日本果樹種苗協会, 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 (農研機構). 図説 果物の大図鑑. (2016).
- 61) 朝日新聞社, 伊藤道人. 朝日百科 世界の植物. p. 1278-1282 (1978).
- 62) 塚本洋太郎 総監修. 園芸植物大事典 2. 小学館. p. 2480-2486 (2004).
- 63) 農林水産省. “品種登録データ検索”. 農林水産省品種登録ホームページ <http://www.hinshu2.maff.go.jp/>, (Accessed 24 Nov 2019)
- 64) 上海科学技術出版社編集. 中薬大辞典 第3巻. 小学館. p. 1923-1924 (1998).
- 65) 鳴井兵右衛門. 増補改正 河内細見図 全. 浪花書林. (1776). 古地図コレクション <https://kochizu.gsi.go.jp/items/6>, (Accessed 14 Nov 2019).
- 66) 秋里籬島. 河内名所図会. 森本太助ら. 卷之四, 四十二 (1801). 国立国会図書館デジタルライブラリー <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2608020>, (コマ番号 [4] 46) (Accessed 14 Nov 2019).
- 67) Tsujimoto T, Nishino S. Phylogenetic Analysis of Peach with SSR Markers. Bull. Nara. Agr. Res. Cen., **46**, 15-18 (2015).

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
Studies of Cultivation of *Ephedra* Plants (part 14)
Examination on the division method of *Ephedra sinica* Stapf

御影雅幸¹⁾, 井上穂香²⁾, 野村行宏¹⁾, 倪斯然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

²⁾ 東京農業大学大学院農学研究科バイオセラピー学専攻

〒243-0034 神奈川県厚木市船子1737

Masayuki MIKAGE¹⁾, Honoka INOUE²⁾, Yukihiro NOMURA¹⁾ and Si-ran NI¹⁾

1) *Laboratory of Medicinal Plant Resources, Department of Bioresource Development, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture.*

2) *Department of Human and Plant-Animal Relationships, Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture
1737, Funako, Atsugi, Kanagawa, 243-0034 Japan*

受付日：2019年10月30日

受理日：2019年11月28日

要 旨

Ephedra sinica Stapf は地下茎を引いて子株を増やす性質が強い。本研究では、親株からクローン苗を得るために株分け法に関する検討を行った。また、マオウ栽培圃場の畝間に設置した防草シートと地面の間に先端部が白い地下茎が伸びる現象が観察された。この地下茎を利用したクローン増殖法についても検討した結果、通常的手法では活着しなかったが、植え付け後に約1ヶ月間95%遮光した暗所にて緑化するまで保管することにより60%以上の活着率が得られた。全体として、株分けは11月後半～12月、3月、及び7月下旬～8月に行うと活着率が高く、また肥料分のない用土での活着率が高かった。

Summary

Ephedra sinica Stapf has a strong tendency to extend long rhizomes underground and reproduce a number of small young plants around the mother stock. In this study, we examined the division method of the rhizome to obtain the clonal plantlets. We noted that rhizomes with white tips extended into the area between the weed control fabric placed on the furrow of ephedra fields and the ground. Clonal propagation examination of this rhizome by the conventional method was unsuccessful. A 60% or higher survival rate was achieved by keeping the replanted plantlets in a dark place with 95% shade for approximately one month until the white tips turned green. Overall, the suitable division time was from late November to December, March, and from late July to August. Survival rate was high in unfertilized soil.

Keywords: *Ephedra*, division, rhizome, clonal propagation.

緒言

筆者らは漢方生薬「麻黄」の国産化を目的として種々栽培研究を行ってきた。これまでに日本薬局方収載 3 種の中では小低木の *Ephedra sinica* Stapf が最も栽培容易で地下茎を引いて繁殖する性質が強いこと、日本薬局方で総アルカロイドとして規定するエフェドリンとプソイドエフェドリンの組成比には大きな個体差があり、その比率は遺伝的に固定していることなどを明らかにしてきた²⁾。国産化にあたっては種苗の生産とともに総アルカロイド含量の確保が重要である。これまでに、圃場栽培している個々株の中から総アルカロイド含量が高い株やアルカロイド組成が特徴的な株を優良株として選抜してきた。同時にこれら優良株のクローン増殖を図るため、株分け法や挿し木法等を検討してきたが、多数の挿し穂が得られる草質茎の発根率に大きな個体差があり、*E. sinica* では全く発根しない株があるなど³⁾、現時点では挿し木法による増殖は効率が悪い。

石川県下の圃場ではこれまでに 4 万株を超える *E. sinica* を植え付け、主要な株に番号を付して株管理し、個々株についてアルカロイドの分析を行い、組成比が特徴的な株の選別を行ってきた。個々株には地下茎を引いて繁殖する性質が強い株と弱い株が認められ、地下茎は長いものでは 3 m を超え、親株の周囲に子株を形成する。まず、この子株による繁殖方法について検討した。一方、防草を目的に畝間に市販のチガヤシートを敷いたところ、シートの下面と地面の間に所々で分枝する多

数の細い地下茎を延ばす現象が観察された。子株の移植よりも多数の苗が得られると考え、この地下茎を利用した根茎挿し⁴⁾についても検討した。本報では子株や地下茎を利用した株分け法について検討した結果を報告する。

実験材料

Ephedra sinica Stapf：石川県羽咋郡志賀町に設置した第一圃場において主として 2013 年度に植え付けた株。

実験方法及び結果

実験材料の子株や地下茎を採取し、ロングポット（口径 9 cm×高さ 20 cm、底面径 6.4 cm）に植え付け、東京農業大学にて管理した。なお、採取後はすぐに水に浸し、ビニル袋に入れて植え付け時まで冷暗所で保管した。植え付け後 4 ヶ月を経過した時点で地上部が青々としている株を生存株と判断し、活着率を評価した。なお、活着しなかった株は枝が黄色く変色した。

実験には、以下に示す混合用土を使用した。用土①：市販栽培土（プランターの土：秋本天産物。N:P:K=270:280:310 mg/l）と赤玉土の等量混合用土、用土②：川砂とパーミキュライトの等量混合用土。

実験 1：子株の移植 1（子株を親株から切り離して鉢上げする方法）

地下茎により繁殖した子株を 20~30 cm の地下

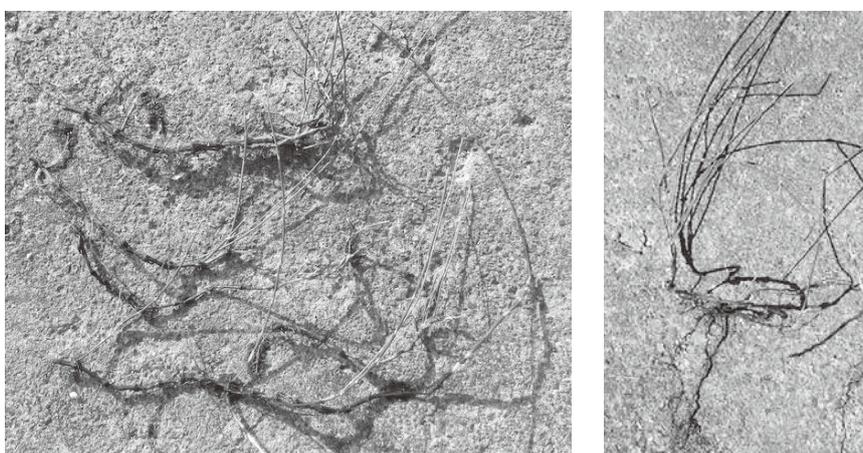


図 1. 掘り上げて親株から切り離した子株。地下茎から褐色の細根が出ている。

茎をつけて親株から切り離し掘り上げ、種々の用土を用いロングポットに植え付けた。地下茎は所々に細い褐色の根が認められる状態であった(図1)。

1-1: 株分け時期の検討

株分け時期による活着率の相違を検討する目的で、地上部が成長を始める3月、成長時期で初夏の6、7月、秋の9、10月、地上部が枯れ始める11月にそれぞれ移植し、用土①を使用した。その結果、2016年6月に移植した株のみ活着率が低かったが、全体的に約50%以上の活着率を示し、特に2017年3月に採取した株は77.5%と最も高くなった(表1)。

1-2: 肥料分(市販培養土)の有無と活着率の検討

用土①、用土②の2種類を用いて植え付けた。その結果、全体的には8月の植え付けで70%を超える活着率が得られたが、活着率が悪かった7月、9月では肥料分がない用土②を用いた際の活着率が有意に高くなった(表2)。

1-3: 保管場所、草質茎の量の違いの検討

苗を植え付けたロングポットの保管場所による影響(温室内、屋外)、草質茎の量の違いによる影響(上半部切除区、無処理区)、用土の違い(用土①、②)をそれぞれ検討した結果、いずれも有意な差は認められなかった(表3)。

表1. 採取時期の違いが子株の活着率に及ぼす影響

採取日	植え付け日	株数	活着率
2016年 6月3日	6月6日	66	28.8%
7月23日	7月26日	89	70.8%
9月21日	9月23日	33	54.6%
10月26日	10月30日	70	49.3%
11月24日	11月29日	88	40.9%
2017年 3月15日	3月17~27日	138	77.5%
6月1日	6月5日	113	54.9%

表2. 用土に含まれる肥料分の有無が子株の活着率に及ぼす影響

採取日	植え付け日	用土①		用土②	
		総株数 ^a	活着率 ^b	総株数 ^a	活着率 ^b
2017年 11月16日	11月20~23日	337	45.1±9.6%	257	72.8±13.1%*
2018年 3月12日	3月15~18日	236	44.1±8.6%	186	55.4±13.9%
6月2日	6月3~6日	50	16.0±8.0%	50	10.0±6.3%
7月6日	7月8~10日	89	18.0±3.3%	87	42.1±16.2%*
8月22日	8月24日	59	70.7±13.8%	60	68.3±10.7%
9月6日	9月8日	65	15.5±6.9%	55	30.9±9.9%*

用土①: 市販栽培土と赤玉土等量混合用土, 用土②: 砂とバーミキュライト等量混合用土

*: 同一採取日の用土①の発根率と比較した際に有意差あり ($p < 0.05$, Mann-Whitney の U 検定)

a: 6反復行い, 使用した全ての株数. b: 6反復の活着率の平均値 ± 標準偏差

表 3. 保管場所、草質茎量の違いが子株の活着率に及ぼす影響

採取日	植え付け日	処理方法	株数	活着率
2018年10月12日	10月15日	温室内保管	20	15.0%
		屋外保管	20	35.0%
		地上部上半部切除	10	0%
		無処理	10	10.0%
		用土①	13	23.1%
		用土②	13	23.1%

用土①: 市販栽培土と赤玉土等量混合用土, 用土②: 砂とバーミキュライト等量混合用土

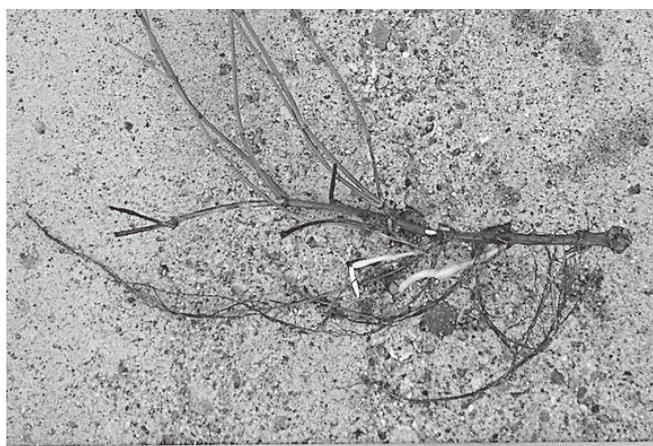


図 2. 子株を土中で切断し、そのまま2ヶ月間放置後に掘り出した子株。切断部(右端)がカルス化し、地下茎の節からしっかりした根が形成され、新芽が出ている。

表 4. 地下茎切り処理が子株の活着率に及ぼす影響

採取日	植え付け日	処理方法	株数	活着率
2016年11月24日	11月25日~30日	地下茎切り(2016年9月21日)	63	22.2%
		無処理	36	30.6%

実験2: 子株の移植2 (子株の地下茎を地中で親株から切り離して放置し、発根させてから鉢上げする)

地下茎により繁殖した子株をそのままの状態で見親株から切り離し、2ヶ月間放置後に掘り上げたところ、切断面にはカルスが生じて肥厚し、地下茎には茶色いしっかりとした根が生じ、独立した株のような様子を呈していた(図2)。用土①を用いて植え付けた結果、活着率は無処理との間に有意差はみられなかった(表4)。

実験3: 防草シートの下に伸びた細長い地下茎を利用した根茎挿し

圃場栽培において畝間に防草シートを設置すると、親株から伸びた地下茎は地中を這わず、防草シートと地面の間に伸長する現象が認められた(図3)。地下茎は細長いひも状で、親株に近い部分は褐色で所々に短い根が認められ、手では切りにくい強度がある。先端部の10~20cm程度は白色で根は認められず、折れやすい。シートを外して放置すると白い部分は光合成により日数を経て

徐々に緑色の茎となる。このものは子株よりも多数が得られるので、挿し穂として利用することを検討した。

3-1：通常の株分け法

根がある地下茎を親株に近い部位で切り取り、用土①に白色の先端部を地上に出す形で移植したが、すべて活着しなかった（採取日：2016年7月23日，植え付け日：2016年7月26日，株数：40株，

活着率0%）。

3-2：株分け後の遮光保管

実験3-1と同様に処理した株を95%遮光ネット下で一定期間保管した結果、遮光2~3週目で白い部分が緑色に変わり始め、節から芽が出てくるなどの変化が見られた（図4）。2017年3月に採取した地下茎において75.0%の活着率が得られた（表5）。

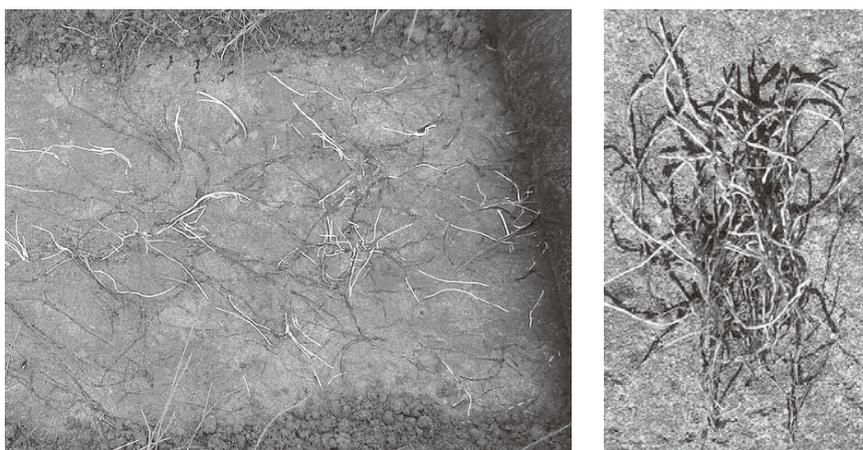


図3. 防草シートと地面の間に延びた地下茎（左）と採取した挿し穂（右）。



図4. 遮光ネット下の保管状況

表5. 遮光処理が根茎挿しの活着率に及ぼす影響

	採取日	植え付け日	遮光期間（週）	株数	活着率
2016年	10月26日	10月30日	3	18	5.6%
	11月24日	11月29日	3	39	18.0%
2017年	3月15日	3月17~27日	4	20	75.0%
	9月6日	9月12日	3	53	7.5%
	10月14日	10月18日	3	9	11.1%

3-3: 用土の検討

用土①と用土②を用い、温室内にて7週間遮光したのちに屋外に出した。遮光5週目ごろまでは青々とした新芽などが出ていたが、6週目を過ぎるとしおれてくる株が目立った。2017年3月採取株のように優れた活着率は示さなかったが、用土②が有意に高い活着率を示した(表6)。

3-4: 圃場での処理方法の検討

防草シートを外し、下に延びた地下茎をそのままの状態で見株から切り離す群と切り放さない群に分け、それぞれの地下茎が隠れるよう上から1~2cmの厚さに砂をかけて放置した。シートを外すと、白い先端部の先は立ち上がり、かけた砂の上に出ている状態であった。2ヶ月後に掘り起こした際には茎の先端は緑色の草質茎となっていた。遮光処理は行わず、用土②を用いて植え付け

た。その結果、活着率は地下茎切りをしない無処理区の方が高くなったが、有意差はなかった(表7)。

3-5: 株分け時期の検討

実験3-3の結果から鉢上げに適していると判断した用土②を用いて3月以外の時期に地下茎を採取して植え付けた。10月及び12月に採取した株は温室内で95%遮光ネットを用いて遮光処理をした。6月及び10月に採取した株は節から芽が出るなどの変化が見られたが、6月採取株は3週間後に、10月採取株は4週間後に全て枯死した。12月に採取した株は遮光4週目の時点でほとんど変化が見られなかったため、枝先が緑色となり新芽が1~2節程度伸び始めるまで遮光を続けた結果、10週間の遮光期間となり、79.0%の活着率が得られた(表8)。

表6. 用土の違いが根茎挿しの活着率に及ぼす影響

採取日	植え付け日	処理方法	総株数 ^a	活着率 ^b
2018年3月12日	3月15~18日	用土①	84	11.9±7.9%
		用土②	76	50.0±11.0%*

用土①: 市販栽培土と赤玉土等量混合用土, 用土②: 砂とバーミキュライト等量混合用土

*: 用土①と比較した際に有意差あり ($p < 0.01$, Mann-Whitney の U 検定)

a: 6反復行い, 使用した全ての株数. b: 6反復の活着率の平均値 ± 標準偏差

表7. 防草シート下の地下茎に覆土する際の事前の地下茎切りが根茎挿しの活着率に及ぼす影響

採取日	植え付け日	処理方法	株数	活着率
2018年9月6日	9月8日	地下茎切り (2018年7月6日)	24	41.8%
		無処理	16	68.8%

表8. 砂とバーミキュライト等量混合用土 (用土②) を用いた際の根茎挿しの活着率

採取日	植え付け日	遮光方法	遮光期間 (週)	株数	活着率	
2018年	6月2日	6月3~6日	通常遮光	3	72	0%
	10月12日	10月15日	95%遮光ネット	4	10	0%
	12月21日	12月23~24日	95%遮光ネット	10	19	79.0%

3-6: 遮光期間と活着率

実験 3-3, 5 の結果から, 遮光期間と活着率は相関していると考えられたので, 活着率が良い用土②を用いて植え付け, 遮光期間 3~6 週間の

間で活着率に及ぼす影響を検討した. その結果, 遮光期間は 3~4 週間程度が適しており, それ以上では活着率が悪くなった (表 9).

表 9. 遮光期間の違いが根茎挿しの活着率に及ぼす影響

採取日	植え付け日	遮光期間 (週)	株数	活着率
2018 年 3 月 25 日	3 月 28~29 日	3	42	59.5%
		4	42	59.5%
		5	42	42.9%
		6	42	40.5%

結論及び考察

1. *Ephedra sinica* Stapf は *E. intermedia* や *E. equisetina* などの他の日局収載種に比して地下茎を引いて繁殖する性質が強い. 今回, 子株の移植による繁殖方法を検討した結果, 11 月後半~12 月, 3 月, 及び 7 月下旬~8 月に行うと活着率が高いこと, 肥料分のない用土が適していることが明らかになった. なお, Hiyama ら⁵⁾ は *E. sinica* 3 株について 6 月 19 日に株分けし畑地に移植した結果において概ね 50~90% の活着率を報告しているが, 移植時期や土壌の違いによる活着率の相違については検討されていない.

2. 一般に, 挿し木の成否には挿し穂の充実度が重要であるとされる⁹⁾. 圃場栽培している *E. sinica* や *E. intermedia* では盛夏に一度成長を止める性質が認められる. 親株の周辺に生じた子株を 7 月下旬や 8 月に株分けした場合に活着率が良かったことは, 成長時期の 6 月や盛夏が過ぎて再び成長を開始する 9 月に比して 8 月の子株は栄養的に充実した状態にあり, 活着率に影響したことが考えられる. 同様に, 冬の休眠期に入る 11 月後半以降も充実した子株が得られるものと考えられる. 一方, 防草シート下に伸びた地下茎では 8 月でも活着率が悪かったので, 子株 (地上部) と地下茎では性質が異なることが考えられる. なお, 同じ時期でも実験年度により結果がやや異なった要因として, 実験条件の相違の他, 毎年同じ株か

ら子株を得ることができないため実験株が異なることによる個体差も考えられる.

3. 株分けに際して, 親株から切り離れた株の地下茎にはすでに少量の根が生じていたので, 当初は市販培養土を用いて鉢上げした結果, 活着率は低かった. 本研究により, こうした発根株も肥料分がない用土に移植すると活着率が上がることが明らかになった.

4. 防草シートの下に伸びた地下茎は本来は親株の近くで地上に芽を出すものであるが, シートのために地上に出芽することができずに伸び続け, また光合成ができないため先端部が白いままである. このものは光量不足のためにひ弱であるためか, そのままでは株分け苗として不適切であった. 今回, 12 月~3 月の冬期に採取し, 肥料分のない用土を用い, 約 1 ヶ月間 95% 遮光した暗所に保管することにより優れた活着率が得られることが明らかになった. 遮光下では, 枝先の白い先端部が徐々に緑色に変化した. 遮光期間は採取時期により異なるが, 先端の白い部分が緑色に変化するかまたは節から新芽が出始めるなど, 枝先が緑化するまで遮光が必要であると判断された. 一方, 長期間の遮光は株の成長に却って悪影響を及ぼすことが明らかになった. 防草シート直下に生じる地下茎を利用する本方法は, 通常の株分け以上に子株の量産が期待できるため, 今後は年間を通じての増殖法をはじめ, 更なる改良研究

を行いたい。

5. 実験圃場では株間は概ね 40 cm としているが、子株を形成する地下茎は長いものでは 3 m 以上のものも確認しており、実際はさらに長くなるものと考えられる。よって、圃場株の地下茎を採取する際に親株を特定することが困難な場合が多く、確実なクローン株を得るためには対象とする株を隔離栽培する必要がある。なお、株によって地下茎を良く引く株と全く引かない株があるため、株分け法はすべての優良株に適用できない。

6. 圃場で地面にスコップを刺す等して地中の地下茎を切断することで子株を親株から切り離し、そのまま 2 ヶ月ほど放置した後に掘り上げると子株の切断部にはカルスが形成され、地下茎の所々に新たな根が形成され、見た目には移植に適した株が得られた。一方、このものを鉢上げしたが活着率の有意な向上は認められなかった。地下部の根の発達状態を見るかぎり、そのまま掘り上げて鉢上げするよりは優れた苗であると考えられ、掘り上げ時期や用土等、今後さらに検討する余地があると考ええる。

7. 本研究において 2017 年 11 月 16 日に雌雄株を含む複数の株から得られた子株をロングポットで約 1 年間育苗し、2018 年 10 月 30 日に活着株の内 320 株を伊勢原市内の圃場に植え付け栽培した結果、翌 2019 年に一斉に開花し結実し、約 15,000 粒の種子を得た。通常、実生苗の開花には早くても 3 年を要することから、マオウ栽培において株分け法は収穫迄の期間短縮や種子生産の点においても優れた種苗生産方法であることが明らかになった。

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 28~30 年度) により実施された。

引用文献

- 1) 前報:御影雅幸, 落合真梨絵, 細川理佐, 倪斯然: マオウ属植物の栽培研究 (第 13 報) 生育及びアルカロイド含量に及ぼす栽培土壌環境の検討. 薬用植物研究, **41**(1), 14-22 (2019).
- 2) M. Matsumoto, M. Hirayama, N. Ohtomi, T. Ohno, Y. Nomura, O. Iida, K. Sugimura, N. Kawahara, T. Tsuchida, M. Mikage: Influence of genetic factors on the ephedrine alkaloid composition ratio of *Ephedra* plants. *J. Nat. Med.*, **69**, 63-67 (2015).
- 3) 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) 薬用植物総合情報データベース
http://mpdb.nibiohn.go.jp/mpdb-bin/view_cultivation_data.cgi?id=13&lang=ja
- 5) H. Hiyama, A. Ozawa, H. Kumazawa, O. Takeda. Stabilization of Ephedrine Alkaloid Content in *Ephedra sinica* by Selective Breeding and Stolon Propagation. *Biol. Pharm. Bull.*, **40** (1), 43-48 (2017).
- 6) 町田英夫: さし木のすべて. 誠文堂新光社. 東京. 1974.

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

Convenient Multiplex PCR Method for Hybrid Origin Detection of
Genus *Ephedra* and *E. sinica*

伊藤ほのか¹, 安藤広和¹, 御影雅幸², 佐々木陽平¹

¹金沢大学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

Honoka Ito¹, Hirokazu Ando¹, Masayuki Mikage², Yohei Sasaki¹

1) Laboratory of Molecular Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Kanazawa University
Kakuma-machi, Kanazawa, Ishikawa, 920-1192 Japan

2) Laboratory of Medicinal Plant Resources, Department of Bioresource Development, Faculty of Agriculture
Tokyo University of Agriculture, 1737, Funako, Atsugi, Kanagawa 243-0034 Japan

受付日：2019年11月1日

受理日：2019年11月28日

要 旨

植物は種間で交雑する場合があります，*Ephedra* 属植物については種間雑種が報告されている。しかし，*Ephedra* 属植物に由来する生薬である麻黄は，第 17 改正日本薬局方において原植物として雑種は規定されておらず，原植物が雑種であるか否かを鑑別することは重要である。これまで *Ephedra* 属植物の塩基配列には多型が複数例報告されており，ITS1 領域，ITS2 領域，葉緑体 *trnL-F* 領域の配列に基づいて 2 つのクラスターに大別されることが報告されている。これらの配列情報に基づき，各クラスターに属する種および *E. sinica* Stapf に特異的なプライマーセットを 3 セット設計し，マルチプレックス PCR を行った。条件を最適化した結果，各クラスターに属する種及び *E. sinica* について，想定通りの特異的な増幅断片がそれぞれ確認され，本方法により迅速かつ安価で正確にクラスター間雑種の鑑別が可能となり，また *E. sinica* の鑑別の際に *E. sinica* と他種の雑種の一部を排除することが可能となった。

Abstract

Ephedra plants, which are used in herbal medicine, sometimes hybridize. Hybrid *Ephedra* plants should be identified because they are not listed in the Japanese Pharmacopoeia, Seventeenth Edition. Previously reported nucleotide differences in the ITS1, ITS2, and *trnL-F* regions have resulted in the division of *Ephedra* species from China into two clusters. Based on those differences, three sets of specific primers were designed and multiplex PCR was performed to classify *Ephedra* plants into two clusters and to detect *E. sinica* Stapf and its

hybrids with other species. After optimizing the conditions for multiplex PCR, specific DNA fragments were obtained in the electrophoretogram. The fragment patterns varied depending on which cluster the plant belonged to and whether the mother plant was *E. sinica* or not. This method is simple, inexpensive, and rapid and enables detection of the hybrid origin of the two clusters. It may also enable to exclude part of hybrid origin of *E. sinica* and other species to discriminate *E. sinica*.

Keywords: *Ephedra sinica* Stapf, *Ephedra* 属植物, マルチプレックス PCR, 種間雑種鑑別法

緒言

漢方生薬麻黄は葛根湯や麻黄湯、小青竜湯などの主要な漢方処方に配合される。平成 28 年度時点で日本の市場に流通する麻黄のすべては中国産であるが¹⁾、中国政府は資源確保や砂漠化防止の目的で 1999 年から未加工の麻黄の輸出規制を行っている。同目的で 1980 年代から中国において原植物の栽培化が試みられており、栽培地においては種子繁殖により苗の生産を行っていることが報告されている²⁾。しかし、*Ephedra* 属植物は世界におよそ 40 種、中国においても 12 種自生するなど多くの種が存在し、複数種の *Ephedra* 属植物が共存する環境においては雑種を形成する可能性があり、交雑した種子が混入することが考えられる。実際に、*Ephedra intermedia* Schrenk et C. A. Meyer や *E. equisetina* Bunge の自生地、*E. gerardiana* Wall. ex C. A. Meyer や *E. pachyclada* Boiss. の自生地などにおいても雑種の存在が多数確認されている^{3,4)}。しかし、第 17 改正日本薬局方⁵⁾において規定されている麻黄の原植物は *E. sinica* Stapf, *E. intermedia*, *E. equisetina* の 3 種のみであり、雑種由来の麻黄は使用できないため、鑑別する必要があると考えられる。また、麻黄の原植物は中国市場品においても *E. sinica* が主要なものである⁶⁾ ことから、*E. sinica* を検出することも重要である。

これまでの雑種の鑑別方法として、ダイレクトシーケンス法による塩基配列情報による鑑別が報告されている⁷⁾。この際、葉緑体ゲノムなど片親遺伝するゲノム上の領域では交雑を検出できないため、解析領域は核ゲノム上であることが重要である。*Ephedra* 属植物には ITS 1 領域の配列の

多型があることや、*E. sinica* は *trnL-F* 領域において他の中国自生の *Ephedra* 属植物にない 2 塩基の欠損を有することが報告されており⁸⁾、*E. sinica*, *E. intermedia* 等を含むクラスター（以下 ES クラスターとする）、及び *E. equisetina*, *E. gerardiana*, *E. likiangensis* Florin 等を含むクラスター（以下 EE クラスターとする）を形成する（図 1）。一般に、種同定の際にはダイレクトシーケンス法によりこれらの領域の塩基配列を決定し同定するが、この方法は分析に時間を要する上に試薬も高価であるため、より簡便な方法が必要であると考えた。近年、PCR 法を用いた遺伝的多型の解析手法として RAPD 法や PCR-RFLP 法などを応用した手法が報告されている^{9,10)}。しかし、RAPD 法においては再現性やフラグメントの見間違いなど信頼性が劣ることが指摘されており¹¹⁾、PCR-RFLP 法においても制限酵素処理を必要とするなどの欠点がある。一方、マルチプレックス PCR 法は品種鑑別のために使用されることがあり、植物においてはイネやイチゴの品種鑑別、トリカブトとニリンソウの鑑別方法などが報告されている^{12),13),14)}。マルチプレックス PCR においては 1 回の PCR で複数の領域を特異的に増幅可能であり、電気泳動時のフラグメントパターンにより品種だけでなく雑種の鑑別も可能であると考えられる。また、ダイレクトシーケンス法と比較して分析に要する時間が大幅に短縮され、大量のサンプルを迅速に分析することが可能となる。このため、本研究においてはマルチプレックス PCR 法を用いて簡易的に *Ephedra* 属植物の雑種および *E. sinica* を鑑別する方法の開発を試みた。

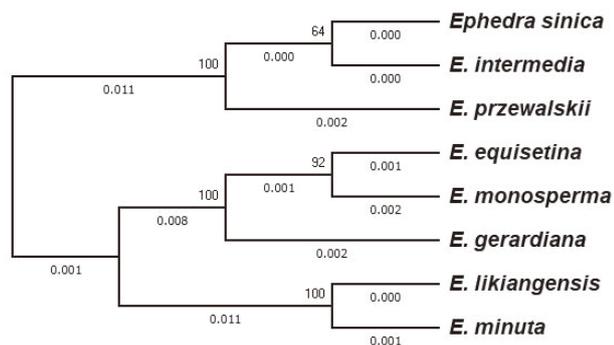


図 1. ITS1, ITS2, *trnL-F* 領域の配列に基づく *Ephedra* 属植物の分子系統樹
分子系統樹は MEGA X を用い近隣結合法により作成. 枝の下の数値は枝長, 枝の上の数値はブートストラップ値(試行回数 1000) を示す.

材料および方法

1. 分子系統樹の作成

分子系統樹は中国自生の *Ephedra* 属植物のうち 8 種の ITS1 領域, ITS2 領域, *trnL-F* 領域に基づき, MEGA X を用い近隣結合法により作成した. 以下に用いた 8 種および解析に用いた ITS1 領域, ITS2 領域, *trnL-F* 領域の各配列の, DDBJ/EMBL/GenBank の Accession No. を示す.

	ITS1	ITS2	<i>trnL-F</i>
<i>E. sinica</i>	AY394071	AY394063	AY423431
<i>E. intermedia</i>	AY394070	AY394062	AY423430
<i>E. equisetina</i>	AY394076	AY394069	AY423438
<i>E. gerardiana</i>	AY394074	AY394067	AY423436
<i>E. likiangensis</i>	AY394077	AY394066	AY423435
<i>E. przewalskii</i>	AY394072	AY394064	AY423432
<i>E. monosperma</i>	AY394075	AY394068	AY423437
<i>E. minuta</i>	AY394073	AY394065	AY423433

2-1. 植物試料

DNA 抽出用として, 金沢大学医薬保健学域薬学類・創薬科学類附属薬用植物園にて系統維持されている *Ephedra* 属植物の草質茎を用いた. 雑種は人工交配で作出したものである.

- E. sinica* : ES, *E. intermedia* : EI, *E. przewalskii* : EPr
E. equisetina : EE, *E. likiangensis* : EL, *E. gerardiana* : EG
E. monosperma : EM
E. sinica (♀) × *E. likiangensis* (♂) : ESL01, ESL02, ESL03
E. sinica (♀) × *E. intermedia* (♂) : ESI01
E. sinica (♂) × *E. intermedia* (♀) : ESI02

2-2. 全 DNA 抽出

DNA 抽出は, Mag Extractor (TOYOBO), Nucleo Spin plant II (MACHEREY-NAGEL) を使用して行った. 抽出後の DNA は Nano Drop 2000 (Thermo Fisher) 又は Gene Quant pro RNA/DNA Calculator (amersham pharmacia biotech) を使用し濃度を測定したのち, 20 ng/μL となるように調整した.

2-3. 雑種モデル DNA の調製

雑種モデル DNA として, *E. sinica* と *E. likiangensis* の DNA, *E. sinica* と *E. intermedia* の DNA をそれぞれ混合し濃度が 20 ng/μL となるように調整したものを作成した. 雑種がコピー数多型を有している場合を想定し, それぞれの組み合わせについて混合比率を 1:1, 3:1, 1:3 の 3 通りとし, 全 6 種類作成した.

3-1. primer の設計

DDBJ に登録されている *Ephedra* 属植物の ITS1 領域の塩基配列 (*E. sinica*: AF429440, *E. intermedia*: AY730603, *E. equisetina*: HQ876928, *E. gerardiana*: AY394074, *E. likiangensis*: AY394075, *E. przewalskii*: AY394072) を参考にして多型のみられる部位を探索した. 複数の塩基置換または欠損を有し primer 設計に適した配列である部位を選択し, ES クラスタに特異的な primer セット (ITS1_sF: 5' -GTC CCG TCG TCG TCG TCG-3', ITS1_sR: 5' -CGG CCC AAG TTT TCT CTA CAG AGT A-3'), EE クラスタに特異的な primer セット (ITS1_oF: 5' -TCC GTA GAA GGA ACC GGA TG-3', ITS1_oR: 5' -GGT CGC ACA CAC CAT GTC TA-3') をそれぞれ設計した (図 2). また, 葉緑体ゲノム上の *trnL-F* 領域の塩基配列 (*E. sinica*: AY423431, *E. intermedia*: AY423430, *E. equisetina*: AY423433) を参考に, *E. sinica* 以外の *Ephedra* 属植物の DNA が増幅する primer セット (*trnL/F_oF*: 5' -GAG CGA ATA AAG AGA GAG CCC A-3', *trnL/F_oR*: 5' -GCT ATC CCG GCC GGT AAC AC-3') を設計した (図 3).

これら 3 種類の primer セットを使用してマルチプレックス PCR を行ったときに予想される純系統

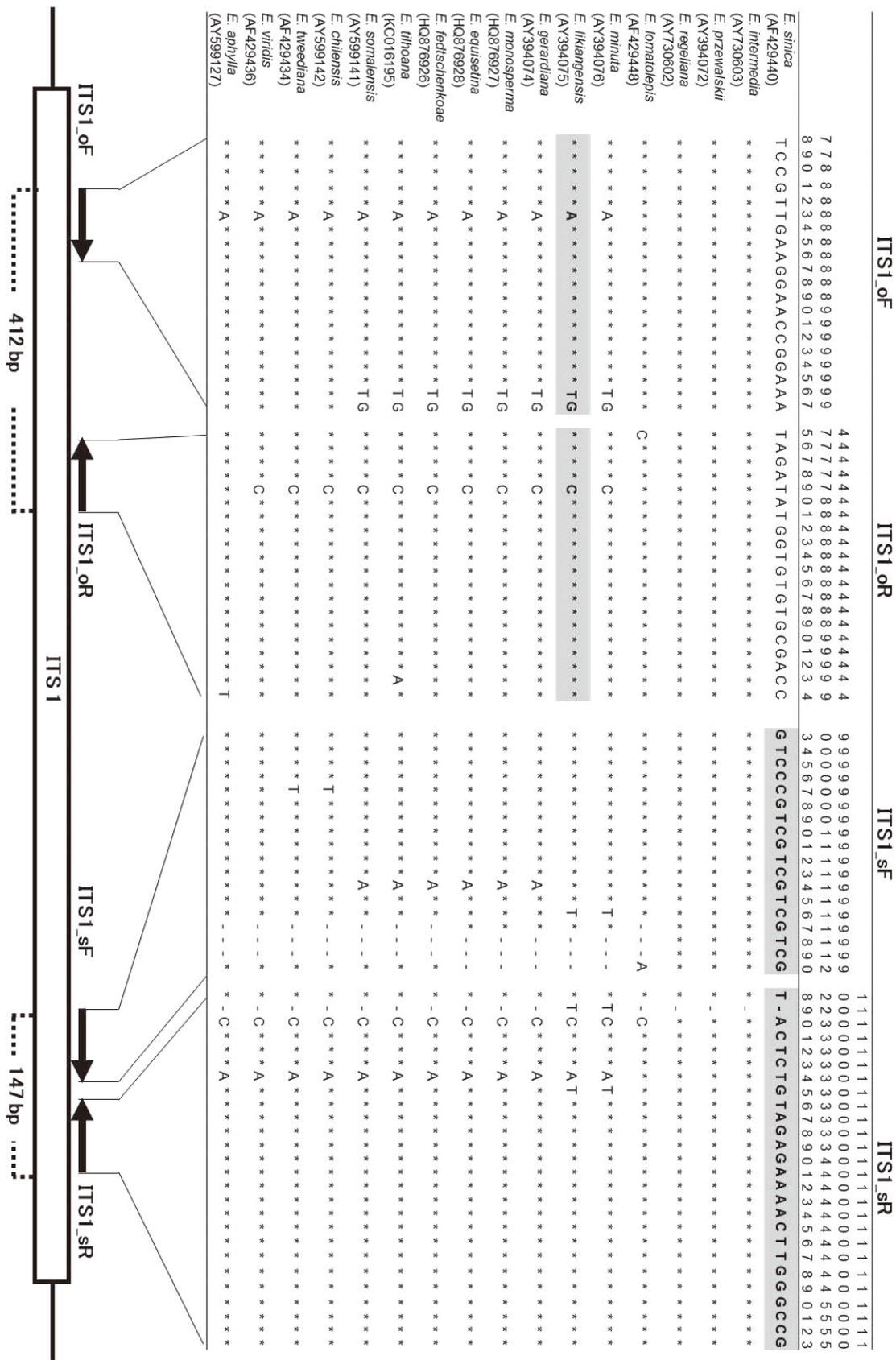


図2. ITS1領域における primer を設計した多型のみられる領域の配列
配列はともに正鎖側である。左側から順に ITS1_oF, ITS1_oR, ITS1_sF, ITS1_sR の primer と相同性を持つ配列を網掛けで示した。表の上部の数字は Accession No. AF429440 の 5' 末端からの塩基番号である。
* : 上段と同一塩基, - : 欠損。

10,000X in DMSO (Biotium) により染色した 2% アガロースゲル (Agarose S; ニッポンジーン), Mupid®-2plus (ADVAVCE) を用いて電気泳動し, Mini-Transilluminator NTM-10 (フナコシ) により増幅断片の確認を行った. 増幅断片長の確認には Excel Band 100 bp DNA Ladder (SMBIO TECHNOLOGY, INC) を用いた.

〈シングルプレックス PCR の反応液〉

2×PCR Buffer for KOD FX Neo	12.5	μL
dNTPs	5	μL
primer (20 μM)	各 0.4	μL
KOD FX Neo	0.5	μL
DNA template	30	ng
H ₂ O	x	μL
Total	25	μL

〈PCR プログラム〉

Step 1. Hot start	94°C	2 min
Step 2. Denaturation	98°C	10 sec
Step 3. Annealing	55~68°C	30 sec
Step 4. Extension	68°C	15~30 sec
Step 5. Final extension	68°C	5 min
Cycle number: 30~40 cycles (step 2 ~4)		

〈マルチプレックス PCR の反応液〉

2×PCR Buffer for KOD -Multi & Epi-	12.5	μL
Primer ITS1_sF, ITS1_sR (20 μM)	各 0.3~0.7	μL
ITS1_oF, ITS1_oR (20 μM)	各 0.3~0.8	μL
<i>trnL/F_oF, trnL/F_oR</i> (20 μM)	各 0.5~1.4	μL
KOD -Multi & Epi-	0.5	ng
DNA template	20~200	μL
H ₂ O	x	μL
Total	25	μL

〈PCR プログラム〉

Step 1. Hot start	94°C	2 min
Step 2. Denaturation	98°C	10 sec
Step 3. Extension	68°C	30 sec
Step 4. Final extension	68°C	5 min
Cycle number: 30~40 cycles (step 2 &3)		

3-3. マルチプレックス PCR 法による雑種の鑑別

まず, 実験材料である雑種について, 交雑を確認するために, ITS1 領域の塩基配列をダイレクトシーケンシング法により決定した. ITS1 全領域の増幅に使用した primer は 1F2 (5' -GAC GTC GCG AGA AGT TCA TT-3') と 5.8 SR (5' -CGG GAT TCT GCA ATT CAC AC-3') で, 増幅産物を FastGene Gel/PCR Extraction Kit (Nippon Genetics Co., Ltd.) で精製した. サイクルシーケンシング反応には Big Dye terminator v1. 1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems) を使用し, シークエンサーは ABI PRISM 310 Genetic Analyzer (Applied Biosystems) を用いた. 次に, これらの雑種について, 開発したマルチプレックス PCR 法を用いて鑑別を行った.

結果・考察

1. PCR 条件について

設計した 3 組の primer セットを用いてそれぞれシングルプレックス PCR を行い電気泳動で増幅産物を確認した. その結果, ITS1_sF, ITS1_sR の primer セットにおいては ES, EI, EPr で 147 bp, ITS1_oF, ITS1_oR の primer セットにおいては EE, EL, EG, EM で 412 bp, そして *trnL/F_oF, trnL/F_oR* の primer セットにおいては ES 以外で 254 bp の増幅断片がそれぞれ確認された. これらの primer を全て用いてマルチプレックス PCR を行ったところ, primer の添加量を調節することにより非特異的増幅のない電気泳動像を得ることができた (図5). これは予想 (図4) と一致する結果である. この時の反応条件を以下に示す.

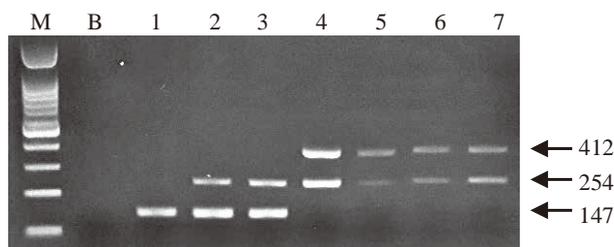


図5. 最適な条件におけるマルチプレックス PCR の結果
M: DNA ladder B: blank 1: ES 2: EI 3: EPr 4: EE
5: EL 6: EG 7: EM

〈マルチプレックス PCR の反応液〉

2×PCR Buffer for KOD -Multi & Epi-	12.5 μL
ITS1_s primer mix (10 μM each)	0.5 μL
ITS1_o primer mix (10 μM each)	0.8 μL
<i>trnL/F_o</i> primer mix (10 μM each)	0.8 μL
KOD -Multi & Epi-	0.5 μL
DNA template	30~200 ng
H ₂ O	x μL
Total	25 μL

〈PCR プログラム〉

Step 1. Hot start	94°C 2 min
Step 2. Denaturation	98°C 10 sec
Step 3. Extension	68°C 30 sec
Step 4. Final extension	68°C 5 min
Cycle number: 35 cycles (step 2&3)	

マルチプレックス PCR を行うと、増幅産物を電気泳動した際に ES のみが 147 bp の増幅断片となった。ES クラスターに属するその他の種では 147 bp と 254 bp の 2 本の増幅断片となり、EE クラスターに属する種では 254 bp と 412 bp の 2 本の増幅断片となった。これらの結果から、本方法を用いることで、未同定の *Ephedra* 属植物がいずれのクラスターに属するか、またそれが ES か否かを鑑別することが可能である。

雑種モデル DNA は、ES と EI を混合したものは EI と同様に 147 bp と 254 bp の 2 本の増幅断片、ES と EL を混合したものは 3 本すべての増幅断片が確認され、それぞれの種において予測される増幅断片パターンを組み合わせた結果となった (図 6)。また、DNA の混合比率を 1:3 または 3:1 に変化しても同等の結果を得ることができた。このため、コピー数多型が存在する場合の雑種においても鑑別を行うことができると考えられる。DNA 添加量は 30 ng 以上が適量であり、これを下回ると増幅しない場合がある。しかし、使用したマルチプレックス PCR 酵素のプロトコルにおける DNA 添加量の推奨範囲である ~100 ng/ 25 μL の 2 倍にあたる 200 ng/ 25 μL を添加した場合においても非特異的増幅の出現などはなく、正しい判定が行えた。本条件で実際に雑種から抽出した DNA

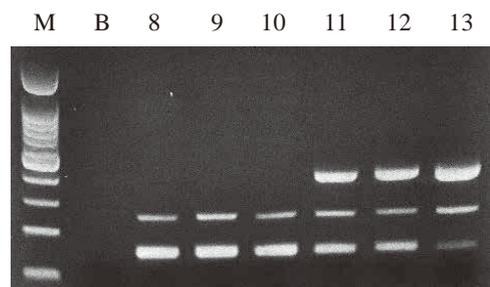


図 6. 雑種モデル DNA のマルチプレックス PCR の結果
M: DNA ladder B: blank 8: ES+EI (1:1) 9: ES+EI (3:1)
10: ES+EI (1:3) 11: ES+EL (1:1) 12: ES+EL (3:1)
13: ES+EL (1:3)

を用いてマルチプレックス PCR を適用することにより、雑種鑑別が行えると考えられる。

2. マルチプレックス PCR 法による雑種の鑑別

まず、実験材料である雑種について、DNA の交雑を確認するために、雑種 ESL から抽出した DNA を用いて ITS1 領域のダイレクトシーケンシング法による解析を行った。その結果、EL が 1 塩基の欠損を有する部位以降においてピークの重なりがみられたことから、交雑が確認された。しかし、ESI に関しては ES と EI の ITS1 領域の塩基配列の相同性が高く、塩基置換および欠損が無いことから ITS1 領域だけの雑種鑑別は困難であり、ITS1 領域と *trnL-F* 領域の組み合わせによって種子親が EI の場合のみ雑種を確認することが可能であった。

次に ESL および ESI から抽出した DNA について、開発したマルチプレックス PCR による簡易鑑別法を行ったところ、すべてのサンプルで primer 設計時に予測された電気泳動パターンと同様の結果、すなわち、ESI01 では 147 bp 1 本の増幅断片、ESI02 では 147 bp と 254 bp の 2 本の増幅断片、ESL01~03 では 147 bp と 412 bp の 2 本の増幅断片が確認された (図 7)。冒頭でも述べた通り、ES を鑑別するための primer は母性遺伝する葉緑体ゲノムの ES 以外の *trnL-F* 領域を増幅するため、ESI01 のように ES と ES クラスターに属する他種の雑種において ES が種子親である場合は増幅せず、鑑別することができないが、ESI02 のように ES が花粉親の場合に ES の可能性を排除すること



図7. 雑種のマルチプレックス PCR の結果
 M: DNA ladder B: blank 14: ES 15: EI 16: EE
 17: ESI01 18: ESI02 19: ESL01 20: ESL02 21: ESL03

が可能であり、さらに ESL01～03 については電気泳動パターンから交雑を確認することが可能であった。また、図2に示す primer 設計部分の配列から、今回検討に用いた種以外の *Ephedra* 属植物についても本方法を用いれば雑種を鑑別することが可能であると考えられる。

以上、本研究において開発したマルチプレックス PCR 法を用いることによって、*Ephedra* 属植物のクラスター間雑種の鑑別が可能であり、ES 鑑別に関しても雑種の一部を排除することが可能であることが明らかになった。また、ダイレクトシーケンス法を用いた場合 ES と EI のように ITS1 領域の塩基配列の相同性が高い種同士の雑種の鑑別は、花粉親が ES の場合のみ可能だが、ITS1 領域と *trnL-F* 領域の両方の塩基配列を決定する必要がある。一方、本方法では複数回の分析は必要なく、1回の PCR 反応を行うのみであるため工程がより簡便化された。加えて、ダイレクトシーケンス法は少なくとも6時間以上を要するが、本方法は複数サンプルを同時に分析した場合においても2時間程度で分析が可能であり、大幅に時間が短縮された。

結論

本研究では *Ephedra* 属のクラスター間雑種の簡易的な鑑別とともに *E. sinica* の鑑別に際し他種との雑種の一部を排除する方法を開発した。従来のダイレクトシーケンス法と比較して分析時間が大幅に短縮され、安価に分析可能である。本方法では *Ephedra* 属のクラスター間雑種の鑑別のみならず、未同定の *Ephedra* 属植物に適用した際にそ

の植物が属するクラスターの判定、また種子親が ES か否かを判定することも可能である。クラスター内における ITS1 領域の配列の相同性の高さゆえに、種の同定は行えず、EI と EPr など ES クラスター内の交雑、EE と EG など EE クラスター内の雑種については交雑を確認することはできなかった。また、ES 鑑別用の primer も葉緑体ゲノム上で設計したため、ES が種子親の場合を検出できるのみである。しかし、これはダイレクトシーケンス法においても同様であり、塩基配列のみから種同定を行うためには新規マーカーの探索が必要と考えられる。このように種子親が *E. sinica*、花粉親が ES クラスターに属する種の雑種は鑑別することができないが、中国に自生する *Ephedra* 属植物 12 種¹⁶⁾のうち ES クラスターに属するものは *E. sinica* を含め 3 種のみであるため、大多数の雑種を鑑別することができると考えられる。また、現在麻黄の国産化を目指し日本国内においても *Ephedra* 属植物を栽培する試みがなされているが、このような場合においても、雑種鑑別が必要であると考えられる。このため、本方法は輸入した生薬が雑種由来か否かを鑑別する際だけでなく、麻黄の国産化の際にも有用であると考えられる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP18K14932 の助成を受けたものである。

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 (1), pp 16-35. 2019.
- 2) 倪斯然, 安藤広和, 金田あい, 工藤喜福, 落合真梨絵, 蔡小青, 御影雅幸. 麻黄属植物の栽培研究 (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), pp29-37. 2018.
- 3) Hamanaka E., Ohkubo K., Mikage M., Kakiuchi N.. Molecular genetic characteristics of Nepalese *Ephedra* plants (Ephedraceae). Journal of Japanese Botany, pp303-313, 2011.
- 4) Hiroaki H., Musavvara S., Shihoko O., Minami O., Isao F., Firuza N., Kurbon A., Hikmat H., Inoyat F., Madibron S.. Field Survey of *Ephedra* Plants in Central Asia (1). Characterization of *Ephedra equisetina*, *Ephedra intermedia*, and Their Putative Hybrids Collected in the Zaravshan Mountains of Tajikistan. Biological and Pharmaceutical Bulletin 42, pp552-560. 2019.
- 5) 厚生労働省告示第 64 号. 第 17 改正日本薬局方. p1916 平成 28 年 3 月 7 日.
- 6) Hong H., Chen H., Xu F., Zang X., Yang D., Wang X., Cai S., Mikage M.. Surveys on resources and varieties on Chinese markets of crude drug mahuang. Zhongguo Zhong Yao Za Zhi 36 (9), 1129-32. 2011.
- 7) 天野百々江, 大野睦子, 須田隆一, 飯田聡子, 角野康郎, 小菅桂子. 北九州市お糸池における自然雑種インバモの起源と現状. 分類 8 (2), pp129-139. 2008.
- 8) Long CF., Takahashi A., Komatsu K., Cai SQ., Mikage M., Kakiuchi N.. Phylogenetic Analysis of the DNA Sequence of the Non-Coding Region of Nuclear Ribosomal DNA and Chloroplast of *Ephedra* Plants in China. Planta Medica 70, pp 1080-1084. 2004.
- 9) 梶崎康二, 渡辺敦史, 富田啓治, 佐々木義則, 白石進. ヒノキとサワラの種間雑種および園芸品種の DNA 分析. 日本森林学会誌 78 (2), pp 157-161. 1996.
- 10) 白石進, 渡辺敦史. rbcL 遺伝子多型を利用したアカマツとクロマツの葉緑体ゲノム識別. 日本森林学会誌 77 (5), pp 429-436. 1995.
- 11) 遠山孝通, 藤晋一, 坂紀邦, 辻孝子, 井澤敏彦, 中前均. 水稲トビイロウンカ抵抗性遺伝子の DNA マーカーによる解析 (第 2 報)- 関東 PL5 に由来する抵抗性系統から得られたクローンの STS 化. 愛知県農業総合試験場研究報告 30, pp 19-25. 1998.
- 12) 新村和則, 金川寛, 三上隆司, 福森武. イネ品種判別用マルチプレックス PCR プライマーセットの開発. 育種学研究 7, pp 87-94. 2005.
- 13) 田崎公久, 柏谷祐樹, 小林俊一, 天谷正行. 日本の主要イチゴ品種を識別するマルチプレックス PCR プライマーセットの開発. 育種学研究 10, pp 111-115. 2008.
- 14) 門間公夫, 大石充男. マルチプレックス PCR によるトリカブト, ニリンソウ及びモミジガサの鑑別. 東京都健康安全研究センター 研究年報 68, pp 109-115. 2017.
- 15) Mogensen H. L.. The Hows And Whys of Cytoplasmic Inheritance in seed plants. American Journal of Botany 83 (3), pp 383-404. 1996.
- 16) 中国科学院《中国植物誌》編委会. 中国植物誌 7, p469. 科学出版社. 1978.

Cultivation of *Lithospermum erythrorhizon* in a semi-mountainous area of Kyushu Island (2)

Cultivation of *Lithospermum erythrorhizon* and quality of its root in Japan at two different farm sites

Toshiyuki Atsumi^{1)*}, Takami Yokogawa¹⁾, Yukako Morisaki¹⁾, 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

受理日：2019年11月2日

Abstract

The dried root of *Lithospermum erythrorhizon* Siebold et Zuccarini (Boraginaceae), known as shikon in the Japanese Pharmacopoeia, is a crude drug used in Japanese traditional Kampo and Chinese traditional medicine. Currently, shikon is imported from China, but the stability and quality of this supply are not always reliable, and therefore, domestic cultivation of *L. erythrorhizon* is preferable. We cultivated *L. erythrorhizon* on two test farms (A and B) in Nobeoka with the aim of producing high-quality shikon using a combination of rain shelter and plastic mulch, which we used in our previous study. Test farm A was a long-abandoned farmland, and test farm B was an area previously used for ornamental plant production. We compared the growth characteristics of the aerial and underground parts of plants grown on both farms to identify the site that provided higher yield. We also used HPLC to measure the shikonin derivative content in the roots of plants from both farms, and then compared the content with that of imported Chinese products available on the Japanese market. Test farm A presented low plant mortality and high dried root weight. In test farm B, larger stems and branches were produced, but a third of the plants withered and the root yield was low. However, both farms yielded higher shikonin derivative content than that in the imported products, and the materials were considered suitable for use in Kampo medicine. Overall, we produced and sold 35.7 kg shikon obtained through domestic cultivation of *L. erythrorhizon* in Japan. However, as there were differences in survival rate, root weight, and shikonin derivative content between the plants from test farm A and B in this experiment, further research is needed to identify the optimal conditions for *L. erythrorhizon* cultivation.

Keywords

Lithospermum root, shikon, cultivation, shikonin derivative

Introduction

Lithospermum root (Lithospermi Radix), or shikon, is a crude drug used in Japanese traditional Kampo and Chinese traditional medicine. The Japanese Pharmacopoeia 17th Edition defines its origin as the root of *Lithospermum erythrorhizon* Siebold et Zuccarini (Boraginaceae)¹⁾. Currently, approximately 10 ton of shikon is used annually in Japan, and the entire amount is imported from China²⁾. Previously, shikon products marketed in Japan were derived from wild plants from China and contained 2%–3% ether extract (a quality indicator). However, currently available products are derived from cultivated plants and have lower quality and higher price^{3, 4)}. The domestic cultivation of *L. erythrorhizon* in Japan is limited by the plant's susceptibility to disease⁵⁾. In particular, the cucumber mosaic virus is known to infect *L. erythrorhizon* through an aphid vector^{5, 6)}. In addition, leaf blight symptoms due to anthracnose have been confirmed in the plant⁵⁾. Moreover, the cultivation process may take up to 2 years to reach productive output⁷⁾. We previously conducted two-factor experiments on the “presence or absence of rain shelter” and “presence or absence of plastic mulch” and found that the “combination of rain shelter and plastic mulch” is useful for cultivation of *L. erythrorhizon*⁸⁾.

In this study, we aimed to demonstrate the usefulness and repeatability of the “combination of rain shelter and plastic mulch” in the cultivation of *L. erythrorhizon* in a semi-mountainous area of Kyushu Island, using two test farms in Nobeoka city. We focused on the semi-mountainous area because it had many agriculture-related problems, such as the expansion of abandoned cultivation areas, shortage of farmers, and damage to agricultural products by wildlife. The experiment was conducted to examine whether *L. erythrorhizon* can be cultivated in the semi-mountainous area of Kyushu Island as a new crop on abandoned land or on farmland that has previously been used for the cultivation of ornamental plants.

Materials and Methods

Cultivation

We used *L. erythrorhizon* seeds that were maintained and propagated at the Kyushu University of Health and Welfare. The plant and its seeds were identified by the authors AT and FK. All voucher samples were deposited in the specimen room at Kyushu University of Health and Welfare (KUHW 2016 shikon-1–20). High-quality seeds were selected based on their specific gravity by placing them in water, and the seeds that sunk to the bottom were selected. Two farms were selected to investigate the use of abandoned vs. currently used farmland for the growth of *L. erythrorhizon*. Test farm A (230 m²) was a farmland in Kitakata-machi, Nobeoka, and it had been abandoned for 30 years prior to reclamation in this study. Test farm A was covered with reeds and bracken. The area was dug up using an excavator, and the rhizomes of the reeds and bracken were removed prior to deep plowing. Test farm B (15 m²) in Kitagawa-machi, Nobeoka, had been used for ornamental plant production recently. Both farms were covered with a rain shelter. Soil composition before the application of fertilizer is shown in Table 1. Soil analysis was performed by Japan Agricultural Cooperatives. In both farms, the soil was tilled to a depth of approximately 15 cm and fertilized as previously reported (N, 13.0%; P, 9.0%; K, 11.0%; and MgO, 2.0%; we added 40 kg fertilizer/10 a to the soil). Ridges were formed (50-cm width; 20-cm height) and covered with white on black plastic mulch⁸⁾. We cultivated *L. erythrorhizon* as previously reported⁸⁾, with minor modifications. Briefly, *L. erythrorhizon* seeds were sown in a nursery bed on March 8, 2016 for seedling development. When the seedling shoots reached a height of 3–5 cm they were individually transplanted into 8-cm plastic pots. After 2 months, the seedlings were transplanted to the test farms. In test farm A, 200 seedlings were transplanted for examination, and then 3000 seedlings were transplanted for shikon production. In test farm B, 200 seedlings were transplanted for examination. The

Table 1 Soil analysis of test farms A and B

Analysis items	Unit	Analysis value	
		Test farm A	Test farm B
Hydrogen ion concentration pH (H ₂ O)	-	5.1	6.2
Electric conductivity (EC)	mS/cm	0.03	0.16
Nitrate nitrogen	mg/100 g	0.70	2.20
Available form phosphate (P ₂ O ₅)	mg/100 g	1.0	86.0
Potassium	mg/100 g	1.0	58.5
Calcium	mg/100 g	2.0	174
Magnesium	mg/100 g	0.3	29.4
Phosphate absorption coefficient	-	1350	560

Table 2 Weather conditions in Nobeoka during the cultivation period in 2016

Month	Precipitation (mm)		Average Temperature (°C)			Daylight hours
	Total	Daily maximum	Daily average	Daily maximum	Daily minimum	
March	106.5	35.5	11.7	23.3	-1.2	205.7
April	226.5	60.5	17.0	27.3	6.8	143.1
May	327.5	87.0	20.3	29.9	10.3	198.1
June	549.5	89.5	22.7	32.7	14.3	98.1
July	332.5	202.0	26.6	34.5	20.8	213.9
August	101.0	30.0	27.7	35.6	17.6	284.4
September	778.0	241.5	25.2	32.3	18.6	130.6
October	186.0	39.0	21.4	32.5	11.7	124.7
November	60.5	15.5	14.2	24.7	2.3	173.5
December	68.0	32.0	10.1	21.8	-1.4	187.9

seedlings were planted 15-cm apart in a single row in the tilled and fertilized ridge. Water was provided when the surface of the soil became dry during the nursery period. Additionally, after being planted in the test farm, water was provided once daily for a week from the planting day. Subsequently, we did not water until harvesting. Table 2 shows the weather conditions in Nobeoka during the cultivation period⁹⁾. During the cultivation period, both test farms required almost no

weeding.

We assumed that the plants had reached the seasonal peak when their aerial parts began to wither. The plants were harvested from both test farms on December 15, 2016. The survival rate of plants in each test area was calculated from the 200 plants designated for experiments. Ten of these were collected at random, the growth parameters were analyzed, and the roots were separated from the plants and dried in shade to a

constant weight for further analyses.

Growth characteristics

We recorded the characteristics of the aerial part of the plants (including the height, stem diameter just above the soil surface, and branch number) and the characteristics of the underground parts (including root branch number, root length, and dried root weight).

Measurement of shikonin derivative content

To determine the shikonin derivative content in the root, the harvested root material was shade-dried and minced. We also collected seven shikon products currently sold in Japan, from sources cultivated and produced in China, and the quality of these products was confirmed according to the standards set in the Japanese Pharmacopoeia 17th Edition. The preparation and extraction of samples, and component analysis using HPLC were carried out as previously reported⁸⁾. A Shimadzu HPLC system (Kyoto, Japan), equipped with an LC-20AB pump, an SPD-M10Avp photodiode array detector, and a CTO-10Avp column was used. The analysis was carried out using a TSKgel ODS-80Ts column (4.6 mm × 250 mm, 5 μm; TOSOH) at a temperature of 40 °C. The mobile phase consisted of acetonitrile/water/tetrahydrofuran mixture (60:40:0.1, v/v). The flow rate was 1.0 mL/min. The

injection volume was 10 μL. Absorbance was measured at a wavelength of 516 nm. The retention time of shikonin, β-hydroxyisovalerylshikonin, acetylshikonin, β,β-dimethylacrylshikonin, and isobutyrylshikonin was 12.2, 17.3, 22.4, 59.3, and 65.5 min, respectively. The calibration curve of the five shikonin derivatives was linear ($r^2 > 0.99$), ranging between 1.0×10^{-2} and 1.0×10^3 μg/mL.

Statistical analyses

Statistical comparisons were made using Student's *t*-test and Tukey–Kramer's honestly significant difference test with JMP software (version 13.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Differences were considered statistically significant at $p < 0.05$.

Results

A total of 35.7 kg of shikon, from plants grown on the two farms (34.6 kg in farm A and 1.1 kg in farm B), was produced and sold. The yield per unit area was 34.6 kg/2.3 a = 150 kg/10 a and 1.1 kg/0.15 a = 73 kg/10 a, for test farm A and B, respectively. In both test farms, deer footprints were observed during the test cultivation period, but no plant was damaged. Nearly zero mortality was observed in the plants cultivated in test farm A, with no premature withering (99.5%; 199/200). However, roughly one third of the plants in

Table 3 Growth characteristics of aerial and underground parts of *Lithospermum erythrorhizon* at the two farms

Test farm	Shoot length (cm)	Stem diameter (mm)	Number of branches in the aerial part
A	101.1 ± 11.7	12.8 ± 4.5	9.4 ± 2.3
B	103.9 ± 12.8	20.8 ± 4.5*	13.0 ± 1.2*

Test farm	Number of lateral roots	Root length (cm)	Root dry weight (g)
A	12.6 ± 4.3	29.7 ± 9.0*	44.6 ± 10.9*
B	10.3 ± 5.7	23.4 ± 3.8	25.3 ± 7.3

Ten plants in each test farm were investigated. Data are expressed as the mean ± SD. * indicates $p < 0.05$, according to Student's *t*-test.

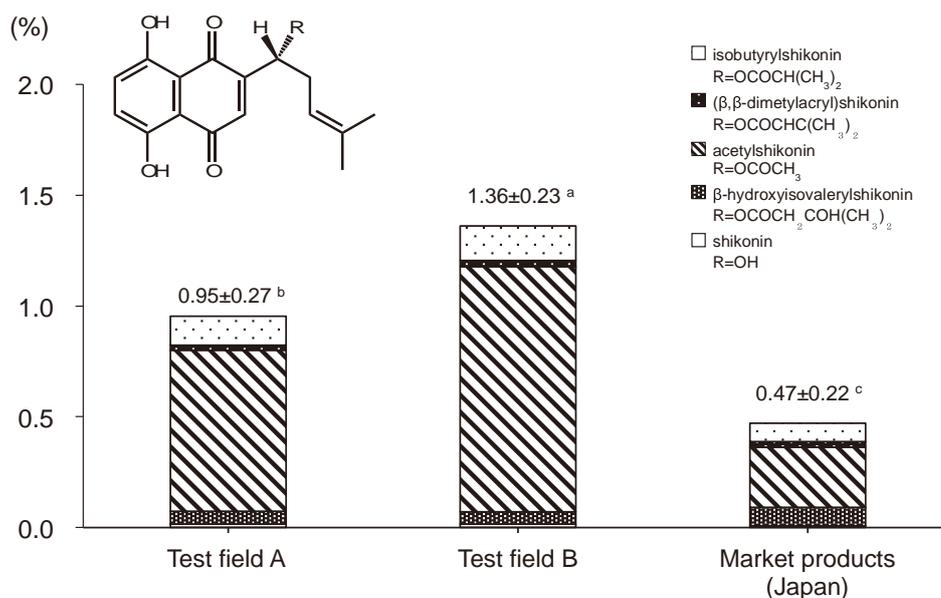


Fig. 1 Total shikonin derivative content in samples obtained from plants in experimental plots ($n = 10$) and crude drugs from the market ($n = 7$). Different lowercase letters (a, b, c) indicate significant differences in each plot, at $p < 0.05$, according to Tukey–Kramer HSD.

test farm B died prior to harvest (66.0%; 132/200). In test farm A, the plant roots grew laterally on the surface and did not grow vertically downward, in contrast to the plant roots in test farm B. In test farms A and B, there were no significant differences in the shoot length and lateral root number of plants. However, significant differences were observed for the stem diameter, aerial branch number, root length, and root dry weight (Table 3). In farm B plants, the stem diameter (12.8 ± 4.5 vs. 20.8 ± 4.5 cm) and aerial branch number (9.4 ± 2.3 vs. 13.0 ± 1.2) were significantly larger than those in farm A plants ($p < 0.05$). In farm A plants, the longest root length (29.7 ± 9.0 vs. 23.4 ± 3.4 cm) and root dry weight (44.6 ± 10.9 vs. 25.3 ± 7.3 g) were significantly higher than those in farm B plants ($p < 0.05$). The total shikonin derivative content was $0.96\% \pm 0.27\%$, $1.37\% \pm 0.23\%$, and $0.47\% \pm 0.22\%$ in farm A plant roots, farm B plant roots, and the commercial products, respectively (Figure 1). This indicates that a significantly higher quantity of shikonin was produced in the roots of plants cultivated on the test farms, compared to the commercial products.

Discussion

To cultivate plants in a semi-mountainous area, damage to crops by wildlife, such as deer, is the most critical issue to be addressed¹⁰. In this study, although there were deer footprints indicating deer intrusion, no plant was actually damaged. The leaves of *L. erythrorhizon* are firm and have rough hairs throughout. Thus, this might be one of the reasons why it is difficult for deer to eat the plant^{6, 11}). In addition, several urticaria-like papules erupted on our hands when stripping the leaves of *L. erythrorhizon* to collect the seeds. The hairs on the leaves may contain compounds that elicit an allergic reaction, and adequate safety measures must be taken during cultivation management.

We previously found that using a combination of rain shelter and plastic mulch minimized withering during the cultivation of *L. erythrorhizon*⁸). While the above method was applied and the same procedure was carried out in both test farms in this study, test farm B presented a considerably lower survival rate of plants. The cultivation manual indicates a target yield of 100

to 150 kg in an area of 10 a and 2 years cultivation⁵⁾. Test farm A exceeded the target value. In contrast, one third of the cultivated *L. erythrorhizon* withered in test farm B. Thus, test farm A is more suitable for cultivation than test farm B. As the area of cultivation field A is different from that of field B, it is difficult to compare the results directly. As *L. erythrorhizon* is known to be susceptible to disease⁵⁾, it is possible that pathogenic soil microorganisms contributed to the high mortality of the plants in test farm B. It has been reported that soil microorganisms propagate in the aftermath of crop cultivation^{12, 13)}. Shinoda et al. found that the number of microorganisms in reclaimed fields increases with each passing year and that there was no difference in microbial communities between fields 4 years after reclamation and matured fields cultivated for a long time¹⁴⁾. Because test farm A was abandoned for 30 years, it is possible that the survival of *L. erythrorhizon* was more favorable owing to a decline in microbial communities upon long-term abandonment.

In this study, we cultivated *L. erythrorhizon* in two test farms in Nobeoka city and measured the quality of shikon. In our previous study, we cultivated *L. erythrorhizon* in Taketa city, Oita prefecture, and obtained over 100 g of root dry weight and 0.7% of shikonin derivative content in the research plot using a combination of rain shelter and plastic mulching⁸⁾. While the root dry weight of the shikon produced in Nobeoka city was smaller, the concentration of shikonin derivatives was higher than the shikon produced in Taketa city. Notably, there is more potential for the shikon produced in Nobeoka because it is of higher quality. However, there are issues concerning the yield. Although soil analysis was not performed for *L. erythrorhizon* cultivation in Taketa city, we anticipate that a suitable fertilizer design for *L. erythrorhizon* is needed. In general, existing croplands have retained fertilizers that were used for previous crop cultivation. In this experiment, soil analysis result (Table 1) showed that a higher amount of fertilizer was present in test farm B. Additionally, in some root

vegetables and soybean, the roots and lateral roots are enlarged by the application of fertilizers^{15, 16)}, which was the case in test farm B. Fertilization may also have contributed to the higher mean stem diameter and branch number observed among plants in test farm B, indicating the marked effect of fertilization on the aerial parts. Contrarily, in test farm A plants, the root length and dry root weight were significantly higher than those in test farm B plants, indicating greater involvement in the growth of underground parts. Meanwhile, Ikenaga et al. and Sakai et al. observed greater survival rate and growth of *L. erythrorhizon* without the use of fertilizers^{17, 18)}. They also reported that the shikonin derivative content and survival rate were decreased by fertilization. Based on these findings, we suggest that the lower degree of fertilization in test farm A resulted in the lower mortality of plants and greater yield of dry roots.

In conclusion, we succeeded in producing shikon from domestically cultivated *L. erythrorhizon* in the semi-mountainous area of Kyushu Island. Moreover, the shikonin derivative content was higher compared with that of imported shikon. This result demonstrates the usefulness and repeatability of our previous report⁸⁾. However, the cause of the amount of product obtained from the whole field being below the calculated value from 10 plants remains unclear. Furthermore, as there were differences in survival rate, root weight, and shikonin derivative content between test farm A and B in this experiment, it is necessary to find a field with a suitable field history and environment for *L. erythrorhizon* cultivation. The *L. erythrorhizon* plants were not damaged by deer. Thus, it is considered that *L. erythrorhizon* is a suitable crop in the semi-mountainous area because it is not necessary to take measures against wildlife. In the semi-mountainous area of Kyushu Island, we could produce shikon, which had a higher content of shikonin derivatives than the imported Chinese products available in the Japanese market. The semi-mountainous area in Kyushu Island has potential

as a suitable cultivation land for *L. erythrorhizon*. However, to propose an optimal cultivation environment for *L. erythrorhizon*, issues such as soil microbes and disease control, soil hardness, soil composition, and fertilization conditions need to be tackled.

Acknowledgments

This study was financially supported by “The Field Project of Settlement and Independence Areas in 2016,” which was obtained from the Planning Division of Nobeoka city.

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest.

References

- 1) Pharmaceutical and Medical Device Regulatory Science Society of Japan, Japanese Pharmacopoeia, 17th Edition, English version. Yakuji Nippo, Tokyo, Japan, p 1907 (2017).
- 2) Japan Kampo Medicines Manufacturers Association, Report on investigation of usage of the crude drugs for Kampo preparation (4)–the usage in FY2013 and FY2014 (2016), available at <https://www.nikkankyo.org/serv/pdf/shiyouyou-chousa04.pdf>. Cited on April 21, 2019.
- 3) Amato Pharmaceutical Products, Ltd, Murasaki No Yukari. The Mainichi Newspapers Co., Ltd., Osaka, pp 23–31 (2014).
- 4) S. Hayashi, A. Hishida, H. Kyogoku, K. Ono, T. Shibata. Effect of surface area/dry weight ratio on diethyl ether-soluble extract content of roots in *Lithospermum erythrorhizon* Siebold et Zucc., Boraginaceae. *Shoyakugaku Zasshi*, **64**, 61–67 (2010).
- 5) Ministry of Welfare, Pharmaceutical Affairs Bureau, Yakuyo-shokubutsu Saibai to Hinshitsu-hyoka Part 4. Yakuji Nippo, Ltd., Tokyo pp 53–64 (1995).
- 6) M. Satake, N. Kawahara, O. Iida. Atarashii yakuyo shokubutsu saibaiho. Hirokawa Shoten Ltd., Tokyo pp 314–318 (2002).
- 7) M. Kojoma, S.Y. Kim, M. Yasuda. Study for cultivation and production of *Lithospermum erythrorhizon* (Shikon) in Hokkaido. Abstract for the 136th annual meeting of the Pharmaceutical Society of Japan, Yokohama (2016).
- 8) T. Atsumi, E. Ichimasa, M. Kubota, I. Ohtsuka, N. Kakiuchi Cultivation of *Lithospermum erythrorhizon* in semi-mountainous areas of Kyushu Island (1) Effects of rain shelter and plastic mulch cultivation on the growth and content of components. *Shoyakugaku Zasshi*, **71**, 71–77 (2017).
- 9) Japan Meteorological Agency, search of past meteorological data, available at <https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>
- 10) Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, A corner of bird and beast damage measures, available at <http://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/>. Cited on April 21, 2019.
- 11) G. Murata. *Lithospermum* L. In: Satake Y, Ohwi J, Kitamura S, Watari S, Tominari T (eds) Wild flowers of Japan III. Heibonsha, Tokyo, p 64 (1984).
- 12) W.J. Jooste. The effect of different crop sequences on the rhizosphere fungi of wheat. *S Afr J Agric Sci*, **9**, 127–136 (1966).
- 13) L.E. Williams, A.E. Schmitthenner. Effect of crop rotation on soil fungus populations. *Phytopathology*, **52**, 241–247 (1962).
- 14) T. Shinoda, I. Ota, W. Iida. Changes of microflora in the reclaimed soil caused by cultivation. *Bulletin of the Tohoku National Agricultural Experiment Station*, **33**, 425–573 (1966).
- 15) T. Kusakawa, T. Matsumaru, S. Aoyagi. Effects of nitrogen fertilizer levels as related to application method under plastic mulch on growth and yield of carrot. *J Japan Soc Hort Sci*, **72**, 432–439 (2003).

- 16) A. Tanaka, Y. Saito. Studies of nitrogen fertilizer placement in soybean by use of root boxes. *Jpn Soc Soil Sci Plant Nutr*, **52**, 469–474 (1981).
- 17) T. Ikenaga, S. Kikuta, H. Ohashi, K. Mimura. Growth and naphthoquinone pigment production in *Lithospermum erythrorhizon* Sieb. et Zucc. (IV) Effect of mineral fertilizers. *Shoyakugaku Zasshi*, **47**, 207–209 (1993).
- 18) E. Sakai, O. Iida, Y. Saito, A. Oono, M. Satake. Studies on the cultivation of *Lithospermum erythrorhizon* Sieb. et Zucc. The relation between fertilization and cultivation period. *Natural Medicines*, **50**, 41–44 (1996).

トウキのマルチ栽培における籾殻被覆による植穴雑草抑制技術の検討

Weed suppression by laying rice hulls on planting holes in mulching culture of
Angelica acutiloba Kitagawa

米田 健一

奈良県農業研究開発センター 果樹・薬草研究センター
〒637-0105 奈良県五條市西吉野町湯塩1345

Kenichi Komeda

*Fruit and Medical Plant Research Center, Nara Prefecture Agricultural Research
and Development Center,
1345 Nishiyoshino, Gojyo, Nara 637-0105*

受理日：2019年11月20日

要 旨

トウキ栽培においては、白色マルチフィルムを用いたマルチ栽培が普及しつつある。しかし、苗定植後の植穴に雑草が繁茂するケースが多く見られ、栽培現場で問題となっている。そこで、一般的に安価に入手しやすい資材である籾殻で植穴を被覆することにより、雑草の発生を抑える方法について検討した。植穴あたり 100ml の籾殻で被覆したところ（以下、籾殻被覆区）、対照区と比べて植穴あたりの雑草発生量は 50~75% 少なくなり、除草に要する時間も 38~58% 短くなった。また、籾殻被覆に要する時間を含めた合計作業時間を試算したところ、籾殻被覆区では対照区と比べて作業時間が約 34% 短く見積もられた。なお、籾殻被覆区と対照区において、乾燥根収量に差はなく、希エタノールエキス含量、灰分および酸不溶性灰分は日本薬局方に定められた基準に適合していた。以上より、トウキのマルチ栽培において、籾殻被覆による植穴雑草抑制法は実用性があると判断された。

緒言

トウキはわが国において主要な薬用植物の一つであり、根を乾燥したものが生薬「当帰」として様々な漢方製剤に処方される。日本漢方生薬製剤協会が加盟会社に対して実施した原料生薬使用量等調査によると、トウキは平成 28 年度に使用実

績のあった 264 品目の中で第 9 位を占めているが、使用量に占める国産品の割合は約 27% に留まっている¹⁾。一方、近年は漢方治療の科学的根拠の解明が進んだことなどを背景に、漢方製剤の市場規模は増加傾向にあり、薬用植物の国内での安定生産が望まれている²⁾。また、トウキの葉は平成 24

年より、厚生労働省が示す「医薬品の効能効果を標ぼうしない限り医薬品と判断しない成分本質（原材料）リスト」に掲載され、医薬品的な効能効果を謳わない限り、直ちに医薬品として扱われないこととなった。このため、近年は根を薬用利用するだけでなく、葉を食用として栽培出荷する取り組みが拡がりつつある³⁾。しかし、トウキを効率的に生産するためには様々な栽培上の課題を解決する必要があり、その中でも大きな課題の一つとして、雑草の抑制が挙げられる。従来は敷き藁などが実施されていたが、近年はより設置が簡易で抑草効果の高いマルチフィルムで畝を被覆する方法（以下、マルチ栽培）が検討されている。その結果、最も一般的な黒色フィルムを使用すると夏期に地温が過度に上昇して生育に悪影響を及ぼすため、トウキのマルチ栽培では太陽光の反射率が高く地温抑制に優れる白色フィルムが適していることが報告されており^{4), 5)}、これらの成果を受けて白色フィルムを用いたマルチ栽培が生産現場にも普及しつつある。しかし、トウキの初期生育が緩慢であるため、フィルムに植穴を空けて1年生苗を定植した後、雑草がトウキの葉よりも先に植穴に繁茂してしまう場合が多く（図1）、植穴の雑草抑制がマルチ栽培における課題となっている。対策としては除草剤の利用も考えられるが、資材費が嵩むこととなり、さらに、葉を収穫する場合は適用登録のある除草剤が無いため、他の対策も検討する必要がある。対策候補の一つとして、何らかの資材で定植後に植穴を被覆して太陽光を遮断し、雑草の生育を妨げる方法が考えられる。そこで、筆者は全国的に広く作付けされている水稲の籾摺り後に大量に発生する籾殻に着目した。籾殻は年間およそ200万トン生じるが、未利用のものが多いとされ⁶⁾、生産現場において豊富に存在するため、無料で入手できる場合も多い。また、地表に敷設することによる抑草効果が報告されていることから^{7), 8)}、植穴の抑草資材として利用できる可能性がある。そこで、トウキのマルチ栽培において、籾殻で植穴の地表面を被覆することで雑草発生を抑制する方法の実用性について検討した。



図1. トウキマルチ栽培において植穴に雑草が発生した事例（2018年7月19日に奈良県内で撮影）

材料および方法

1. 試験ほ場および供試材料

奈良県五條市西吉野町の標高約250mに位置する奈良県果樹・薬草研究センター内のほ場において試験を実施した。また、奈良県五條市内のトウキ生産者ほ場において採種された種子を、2016年5月19日に同センター内の露地苗床に播種し、育苗した苗を栽培試験に供試した。

2. 施肥および定植

施肥は緩効性肥料（エコロング413-180日溶出タイプ、株式会社ジェイカムアグリ）を窒素成分28kg/10aとなるように、2017年3月17日に全層施用した。施肥同日に、マルチャー（MK015F、ヤンマー株式会社）を用いて畝立てとマルチフィルムの展張を同時に実施した。畝幅は底100cm、天80cmとし、マルチフィルムは二層構造で片面が白色、もう片面が黒色であり、厚さ0.023mm、幅135cmのもの（リバースマルチ白黒、イワタニマテリアル株式会社）を用い、白色面を外側とした。4月6日に直径6cmの円形カッター（ぼんぼんカッター、株式会社松尾刃物製作所）を用いて、株間25cm、条間40cmの2条千鳥植えとなるようにフィルムに植穴を空け、1年生苗を定植した。定植作業は移植器（ハンド移植器、日本甜菜製糖株式会社）を用いて地表面に対して約45°の角度

で苗を土中に差し込み、苗の根と土が密着するようによく押さえた。なお、土を押さえる際には植穴に手を入れて作業したため、作業終了時には植穴は約 8~10 cm に広がった。

3. 植穴への籾殻施用

内容量が 100 ml となるように上部を切断した紙コップを用いて籾殻を計り取り、定植直後の植穴に注ぎ入れた。指で葉に付着した籾殻を払い落した後、植穴内の地表面上に籾殻が均等に行き渡るように軽くならした。また、籾殻施用後には植穴全体が湿る程度にかん水した。

4. 籾殻施用に要する作業時間の測定

連続した 20 植穴について前述のとおり籾殻を施用し、作業時間をストップウォッチで計測した。なお、同様の計測を 4 反復実施した。

5. 除草作業に要する時間、発生雑草量および根収量の測定

苗を 20 株定植した直後の畝（畝長約 265 cm）を用意し、ランダムに 10 植穴を選んで籾殻を施用して籾殻被覆区とし、残り 10 植穴については対照区とした。なお、同様の畝を計 6 畝設置した。

5 月 10 日と 6 月 19 日に籾殻被覆区と対照区それぞれに発生している雑草を手で引き抜いて除去し、要した作業時間をストップウォッチで測定した。除去した雑草は水洗した後 80℃に設定した送風乾燥機（DK83, ヤマト科学株式会社）で 48 時間乾燥して乾物重を測定した。

12 月 26 日に欠株と抽苔株を除く全ての根をスコップで掘り上げ、雨よけハウス内で一次乾燥した。その後、湯もみ作業として、約 60℃の温湯に 5 分間浸漬して木板上で転がすようにもみ洗いし、浄水ですすいだ。2018 年 5 月 28 日まで雨よけハウス内で二次乾燥し、乾燥根重を測定した。また、乾燥根重を比較する際には各畝における各試験区の平均値を代表値とし、6 反復データとして統計処理した。ただし、クロモンシロハマキの被害等により大きく損壊している株はデータより除外した。10 株定植あたり乾燥根収量は、各試験区の乾燥根重、欠株率および抽苔株率から計算した。

6. 局方調査

籾殻被覆区と対照区 6 反復の乾燥根の中から中庸な大きさものをそれぞれ 1 株選び、粉碎機（IFM720G, 岩谷産業株式会社）で粉状になるまで粉碎した。サンプルは密閉プラスチック袋（ジップロック, 旭化成ホームプロダクツ株式会社）に入れて約 6℃の冷蔵庫内で保存し、日本薬局方（第十七改正）記載の方法により希エタノールエキス含量、灰分および酸不溶性灰分を測定した。

結果

1. 作業時間および発生雑草量

籾殻施用に要した作業時間を表 1 に示す。作業を 4 反復実施した結果、最低は 9.6 秒 / 穴、最大は 10.9 秒 / 穴となり、平均は 10.2 秒 / 穴となった。

5 月 10 日と 6 月 19 日それぞれの除草作業にお

表 1. 植穴の籾殻被覆に要した作業時間

反復	植穴あたり 作業時間(秒/穴)*
1	9.6
2	9.8
3	10.9
4	10.4
平均値±SD	10.2±0.51

* 20 植穴における作業時間から計算

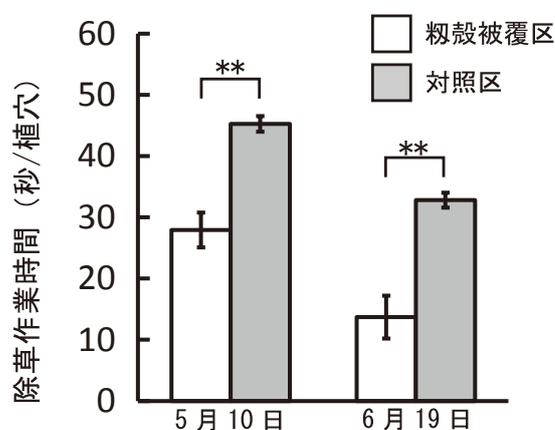


図 2. 植穴の籾殻被覆が除草作業時間に及ぼす影響
縦棒は標準誤差を表す

** : 1% 水準で有意差があることを示す(t 検定)

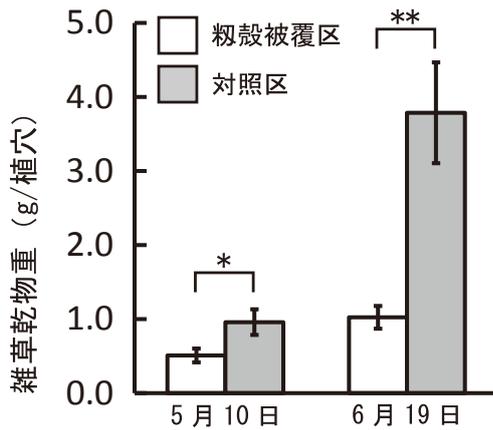


図3. 植穴の籾殻被覆が雑草乾物重に及ぼす影響
縦棒は標準誤差を表す
*, **: それぞれ 5% 水準, 1% 水準で有意差があることを示す (t 検定)

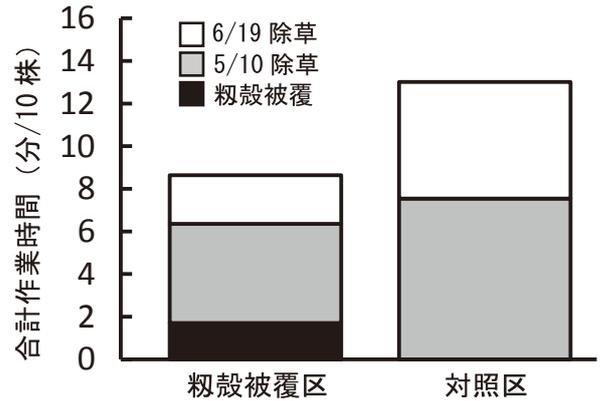


図4. 穴の籾殻被覆が 10 株あたり合計作業時間に及ぼす影響.
籾殻被覆と除草作業時間の平均値より試算した

表 2. 各試験区における欠株と抽苔株の発生状況

試験区	定植数	欠株数	欠株率 %	抽苔株数	抽苔率 %
籾殻被覆	60	2	3.3	6	10.3
対照	60	4	6.7	2	3.6

n.s. (between rows)

n.s.: 有意差が無いことを示す (Fisherの正確確率検定, $p < 0.05$)

いて、主な雑草の種類はハコベ、イヌビユ、カタバミおよびイネ科雑草であった。イネ科雑草については種類が判然としなかったが、周囲の植生からメヒシバが主であると推定した。

除草に要した作業時間を図 2 に示す。植穴あたり作業時間は籾殻被覆区では対照区と比べて 5 月 10 日では約 38%、6 月 19 日では約 58% 有意に短くなった (t 検定, $p < 0.01$)。いずれの試験区についても 6 月 19 日の作業時間は 5 月 10 日と比べて短くなる傾向があった。

雑草の乾物重量を図 3 に示す。植穴あたり雑草乾物重は籾殻被覆区では対照区と比べて 5 月 10 日では約 50%、6 月 19 日では約 75% 有意に小さくなった (t 検定, $p < 0.05$)。いずれの試験区についても 6 月 19 日の雑草乾物重量は 5 月 10 日と比べて大きくなる傾向があり、特に対照区では差が

大きくなった。

なお、6 月 19 日時点で、目視では風等による籾殻の大きな逸失は確認されなかった。

また、籾殻施用と除草に要した作業時間の平均値より、10 株あたりの籾殻施用と除草にかかる合計作業時間を試算したものを図 4 に示す。籾殻被覆区では 8.6 分 / 10 株、対照区では 13.0 分 / 10 株となり、籾殻被覆区の方が約 34% 少なくなった。

2. 欠株と抽苔株の発生状況および根収量

各試験区における、根の掘り上げ時点での欠株と抽苔株の発生状況を表 2 に示す。欠株の発生数は対照区でやや多くなり、抽苔株の発生数は籾殻被覆区でやや多くなったが、いずれも有意な差はみられなかった (Fisher の正確確率検定, $p < 0.05$)。

各試験区における 1 株あたりの乾燥根重と乾燥根収量を図 5 に示す。なお、籾殻被覆区と対照区

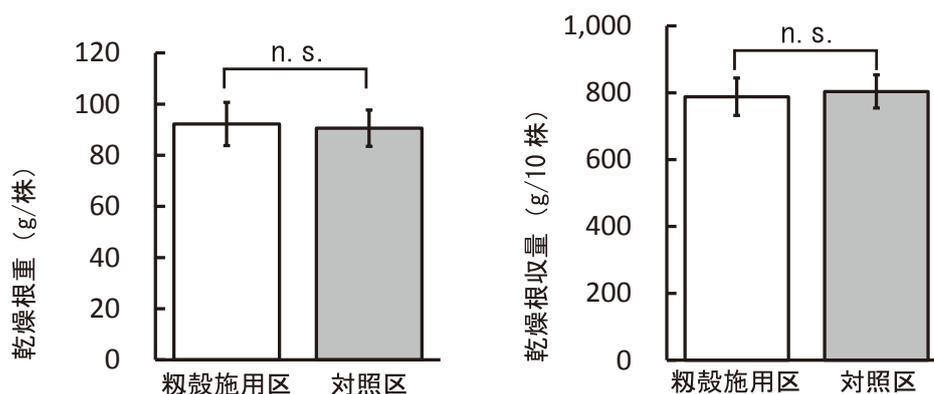


図5. 植穴の籾殻被覆が乾燥根重および10株定植あたり乾燥根収量に及ぼす影響
縦棒は標準誤差を表す。
n.s.: 有意差が無いことを示す (t検定, $p < 0.05$)

表3. 各試験区における希エタノールエキス含量、灰分および酸不溶性灰分の比較

試験区	畝	畝あたり 平均乾燥根重 g	調査株の乾燥根重 g	希エタノールエキス 含量 %	灰分 %	酸不溶性灰分 %
籾殻被覆	1	96.9	82.9	52.1	6.9	0.29
	2	72.8	73.0	50.5	6.7	0.02
	3	87.9	87.7	45.2	5.8	0.21
	4	112.6	107.9	43.1	6.0	0.29
	5	65.9	63.9	42.1	6.7	0.08
	6	117.3	127.8	48.2	5.4	0.23
対照	1	82.3	79.4	42.8	6.2	0.65
	2	101.7	108.5	42.1	6.3	0.13
	3	67.7	60.5	47.9	5.6	0.08
	4	93.8	96.7	44.9	6.9	0.27
	5	81.0	90.4	48.6	5.9	0.40
	6	117.0	125.9	56.0	5.6	0.13
薬局方基準*				35% 以上	7.0% 以下	1.0% 以下

* 第十七改正日本薬局方に記載されているトウキの製品規格

それぞれにおいて1株ずつ、クロモンシロハマキによる食害とそれに伴う腐敗により大きく損壊している株がみられたため、データより除外した。乾燥根重は籾殻被覆区と対照区の間でほとんど差はなく、有意差も検出されなかった (t検定, $p < 0.05$)。また、10株定植あたり乾燥根収量についても籾殻施用区と対照区の間でほとんど差はなく、有意差も検出されなかった (t検定, $p < 0.05$)。

3. 局方調査

希エタノールエキス含量、灰分および酸不溶性

灰分の測定結果を表3に示す。希エタノールエキス含量は籾殻被覆区と対照区の間でほとんど差は無く、いずれも基準値である35%以上であった。灰分についても籾殻被覆区と対照区の間でほとんど差は無く、いずれも基準値である7%以上であった。また、酸不溶性灰分については籾殻被覆区の方が対照区よりやや低くなる傾向がみられたが、いずれについても基準値である1%以下であった。

考察

トウキのマルチ栽培では定植後、トウキの葉が植穴上に繁茂する前の春から初夏にかけての除草が重要となる。そこで籾殻を植穴に施用する抑草方法について検討した。籾殻被覆区では対照区と比べて除草した雑草量が少なくなり、植穴あたりの除草時間も短くなった。このことから、定植時に植穴に籾殻を施用することにより、雑草の発芽および生育に必要な太陽光が遮断され、抑草効果を発揮したものと考えられる。なお、除草時間では5月10日より6月19日の方がやや短くなったにも関わらず、雑草量では5月10日より6月19日の方が大きくなったが、6月19日の方が雑草の株数は少ないものの、1株が大きく生育したためと考えられる。

また、籾殻は軽量であるため風による逸失が懸念されたが、マルチ植穴からの逸失は目視ではほとんど認められなかった。苗の定植時には地表を手で押さえて土と苗を圧着させたため、植穴は周囲より少し窪んだ状態となっており、植穴周囲の土壌やマルチフィルムが風よけとなって逸失を防いだものと推測される。

一方、無処理区より少ないものの、籾殻被覆区においてもある程度の雑草発生は認められた。本研究では1植穴あたりの籾殻量は100mlとしたが、これをさらに増量することで抑草効果を高められる可能性がある。また、籾殻を微破碎することで遮光効果が高まり、抑草効果を向上させることができることが報告されている⁹⁾。今後は籾殻の施用量や加工についてさらに検討することで、抑草効果を高める方法を検討していく必要がある。

ただし、籾殻はC/N比が高いため、土中に投入された場合、量によっては微生物による分解時に作土から窒素が奪われる「窒素飢餓」現象が起こる懸念がある。過去の事例では、土壌に籾殻を添加して畑状態で培養する室内実験において、1000kg/10a相当の投入量で培養後の無機態窒素量が培養前より低くなる窒素飢餓現象がみられた一方、籾殻を鋤き込んだ圃場実験では500kg/10aの投入量でダイズ栽培および翌年の水稻栽培における悪影響がみられなかったことが報告されてい

る⁹⁾。一方、当研究では10aあたりの植穴被覆に必要な籾殻量は5300l(100ml/植穴で5300植穴/10aとして計算)となり、籾殻のかさ比重は0.08~0.12g/ml程度とされることから¹⁰⁾、重量ベースでは約42~64kg/10aとなる。これらのことから、現状では植穴被覆で投入される籾殻の量は少なく、次作において窒素飢餓が問題となる可能性は低いと考えられるが、今後施用量を増やす場合は窒素飢餓が生じないか確認する必要がある。

また、籾殻施用と除草作業について、合計作業時間を算出して比較した結果、籾殻被覆区の方が対照区よりも作業時間が34%短くなった。籾殻被覆区では籾殻の施用に作業時間を要するが、それを上回って除草作業時間が短縮されたため、全体の作業時間が短縮された。さらに、根の収量は籾殻被覆区と対照区の間には差は殆どみられず、希エタノールエキス含量、灰分および酸不溶性灰分はいずれの区でも日本薬局方の基準に適合していた。また、籾殻は非常に安価に入手しやすい資材である。これらのことから、マルチ栽培における抑草技術として植穴への籾殻施用は、根の収量に影響を及ぼさずに、作業時間を低コストで短縮することが可能であるため、栽培技術として実用性があると判断された。ただし、単独作業での小規模試験に基づいた結果であり、作業による疲れや長時間作業による疲労の影響などは検討できておらず、今後は実際の生産圃場規模でどの程度の効果を発揮するのか実証していくことも必要になると考えられる。

また、本研究では均等に籾殻を施用するために植穴1つずつにカップで注ぎ込む形で施用したが、さらに作業を効率化できる可能性がある。例えばマルチ上に籾殻を載せておいてから、ほうきで植穴に掃き入れるなど、さらに省力的な方法についても検討する必要がある。

籾殻は農畜産業において資材として利用される他、燃料¹¹⁾やシリカ原料¹²⁾などとしても有効利用が検討されているが、廃棄される場合も多い。籾殻の抑草資材としての有効性を検討していくことは、地域に眠る未利用資源の有効活用や廃棄物の削減にも繋がる可能性がある。今後も技術の改良

を図るとともに、トウキ以外の薬用作物への適用などについても検討していきたい。

謝辞

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」の補助を受けて行った。

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(1), 16-35(2019).
- 2) 白井正人: 薬用作物について. 農耕と園芸, 11, 12-26(2014).
- 3) 米田健一: 葉は食用に根は生薬にトウキを丸ごと販売(生薬以外でも売れる薬用作物). 現代農業, 96(4), 238-241(2017).
- 4) 浅尾浩史: マルチ資材がヤマトウキの生育に及ぼす影響. 奈良県農業総合センター研究報告, 43, 68-70(2012).
- 5) 田村隆幸, 大江勇: トウキの栽培技術改良試験—高温障害を防止するマルチング素材の検討—. 富山県薬事研究所年報, 44, 37-41(2017).
- 6) 立田真文, 中橋雅彦, 竹内美樹, 加治幸大, 尾島輝佳: もみ殻の完全循環利用による自然循環型農業の確立. 廃棄物資源循環学会研究発表会講演集, 23, 317(2012).
- 7) 市来秀之, 清水一史: 農業副産物の有効利用技術の研究(第1報)もみ殻マルチの基礎的研究. 農業機械学会誌, 60(別), 265-266(1998).
- 8) 角龍市朗, 伊藤幹二, 伊藤操子, 矢吹日出旗, 佐藤修一: マルチ資材としての廃棄植物資源の活用に関する研究(1) 雑草制御効果の資材間比較. 雑草研究, 49(別), 90-91(2004).
- 9) 南雲芳文, 土田徹, 樋口泰浩, 服部誠, 大山卓爾, 高橋能彦: 転換畑サイズ畝立栽培における粉殻の施用効果. 北陸作物学会報, 48, 18-21(2013).
- 10) 和田一朗, 河野俊夫, 前田直己, 川上洵: 高活性もみ殻灰の製造装置および製造方法の開発に関する研究. 農業機械学会誌, 61(4), 125-132(1999).
- 11) 水野諭, オマービンハミドゥン, 井田民男, 湊端学, 麓隆行, 難波邦彦: もみ殻を原料とする高密度・高硬度固体燃料の常温・高温圧縮強度特性に及ぼす粉碎粒径の影響. スマートプロセス学会誌, 3(5), 269-275(2014).
- 12) 奥谷猛, 中田善徳: 粉殻中のシリカの工業的利用. 熱測定, 23(3), 117-127(1996).

ハマナス語源新考 補遺

A new etymological hypothesis of Japanese name of rugosa rose, *hamanas* Supplement

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

受理日：2019年11月8日

要 旨

ハマナスの語源研究の一環として、その果実の形状に関する誤った記述、ハマナス方言の詳細、トマトの方言、ハマナシを別名とする植物6種、語尾にナシを有する植物とその方言、国語辞典の扱い、前報発表後に得られた情報などについて纏めた。

今後は、和名を由緒正しいハマナスに統一することが望ましい。

第三の語源説概要

江戸時代中期から、ハマナス *Rosa rugosa* (バラ科) の語源はその果実の形をナスに擬えた浜茄子とされてきた。しかし、大正から昭和初期にかけて、武田久吉と牧野富太郎は浜梨を語源とするハマナシが東北で訛ってハマナスになったという説を主張した。それ以来、今日においても二つの和名が用いられている。

先に筆者は多数の文献を調査した結果、従来の浜茄子を語源とする説を支持し、武田・牧野の浜梨説とは逆の波末奈須比語源説を発表した。則ち、ハマナスは丸ナス栽培地域の北陸地方で1200年ほど前に生まれたハマナスビから派生し、後に長

ナス栽培地域の北国においてハマナシに転訛した。江戸時代の松前方言ハマナシは、やがて浜梨と記されるようになった^{1,2)}。

今回は、前報では省略あるいは一部しか紹介できなかったハマナス及びハマナシに関する種々の話題や方言(別名)などを、前報発表後に得られた情報と共に報告する。

明治・大正時代、ハマナス果実は長かった？

明治時代から大正時代にかけては、『字源』等の権威ある辞書においても、果実が長く、花が球形とされるなど種々の誤った説明が見られた³⁾。以下は筆者の蔵書に見られる例である。

我が国初の近代的国語辞典とされる『言海』(1898年)には「実、赤クシテ、円ク長ク、略、茄子ノ如シ」とある⁴⁾。

『詳解漢和辞典』(1917)には「茄子に似た草。枝に刺多く、花は球形で香気がある。水辺に生ずる」とある⁵⁾。

最後の本草学者の一人とされる梅村甚太郎の『新編食用植物誌』(1911)にも「果実ノ外觀ハ円クシテ長ク、頗茄子ニ類スルヨリ其名アリ」とある。また、『民間薬用植物誌』(1916)にも「果実は円長くして小形の茄子に類し熟すれば赤色を呈す」と記している⁶⁾。

ナスは古くから栽培され品種改良が容易なため、地方によって果実の形が異なっている。ハマナス(浜茄子)はその果実の形を丸ナスに擬えて付けられたハマナスビ(波末奈須比)から生まれた。上記の誤りは、長ナスしか見たことがない各著者が、語尾のナス(茄子)に無理矢理こじつけた結果であろう。

梅村は『常用救荒飲食界之植物誌』(1906~1909)にハマナスを収載していない⁸⁾。『新編食用植物誌』の背と内扉には牧野富太郎関とあり、緒言には牧野の助言により前書収載植物の削除と追加を行ったことを記している⁹⁾。ため、ハマナスの追加は牧野の影響であろう。本書が上梓された1911(明治44)年当時、牧野もハマナス果実の形状を長ナスのように思っていたのであろうか?

牧野富太郎の見解の推移

牧野が最初に浜梨語源説に言及したのは『日本植物図鑑』(1925)第2033図「はまなす」に注記した「はまなすははまなしヲ誤リタルモノナリ」と思われる⁹⁾。しかし、根本莞爾との共著『訂正増補日本植物総覧』(1931)にそのような注記は見られない¹⁰⁾。

『本草』(第21号, 1934)には「其果形を以て茄子に比するは別に不都合はないとしても其発音のナスはナシの土人音と考ふるが正当で従て此実を茄子に比ぶるよりは梨とした方がずっと合理的である。私は従来の称のハマナスを訂正してハマ

ナシと呼んだら可いと思ふ」と記して、ハマナス果実とナス果実が類似することを認めるような表現もある¹¹⁾。

その後、1939(昭和14)年、牧野はハマナスの果実を「茄子の様に縦長い形ではない」と言っ、小野蘭山の浜茄子語源説の口授を強く否定するに至った¹²⁾。そして翌1940(昭和15)年に上梓した著名な『牧野日本植物図鑑』では「はまなし」を和名として採用、その下に「誤称 はまなす」と付記した。更には、今日でも引用される「和名ハ浜梨ノ意ニシテ浜茄子ノ意ニ非ズ、浜梨ハ其小児ノ食スル丸キ果実ニ基キ、浜なすハ東北人シヲオト発音スルヨリ生ゼン称ナリ」と注記した¹³⁾。

牧野の膨大な蔵書の中には江戸時代の百科図鑑『和漢三才図会』(1713)も残されており、写真1に示す丸いナス果実の絵を目にしたであろう¹⁴⁾。彼のように著名な研究者が、江戸時代の丸ナスに言及せず、また、優先権のある武田の文献¹⁵⁾(1919)を引用せず、自説を裏付ける文献も示さずに浜梨語源説を主張したことに対して疑問を持たざるを得ない。

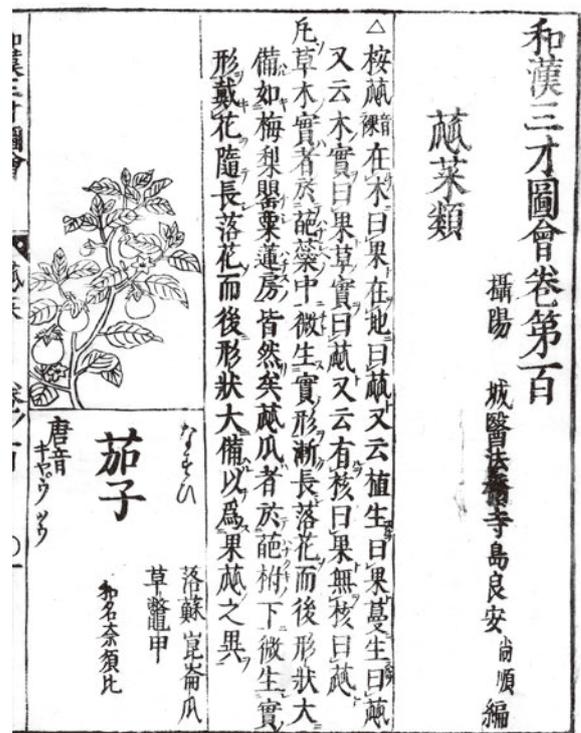


写真1. 寺島良安『和漢三才図会』のナス掲載頁
 <巻第百, 一丁オ/1713年/筆者蔵>

表. ハマナスの方言

道府県名	方言名 (下段は果実方言)
北海道	ウユニ, オタル, オタルブ, オタルブニ, オタロツニ, オタロブニ, キナカオ, マウ, マウ, マウニ, リマウニ オタロツ, マウ, マウ, マウニ, リマウニ
青森県	サンナシ, サンナス, ハーダマ, ハンバナシ, ハンバナシ, ハンバナス, マーダマ, マダマ, マダマノキ, マタンコ マーダマ
岩手県	サイタス, サイダマ, サンナシ, サンナス, ハーダマ, ハイダマ, バラ, ハンバナシ, ハンバナシ, ヒョーダマ, ヒョータンコ, ヒョータンバラ, マーダマ, マダマ, マダマノキ セアダマ, ハエダマ, ヒョータンコ, ヘアダマ, ヘアダマ, ヘアダマ, マーダマ
秋田県	グイチヤ, クゴ, サンナシ, サンナス, ハーダマ, バラ, ハンバナシ, ハンバナシ, ホドケミ, マーダマ, マダマ, マダマノキ マーダマ
宮城県	ハマナシ
茨城県	ハマバラ, バラ
長野県	キンチャクボタン, バラボタン
新潟県	ナスビノキ, ノイバラ, ノバラ, ハマナシ, ハマナスビ
富山県	カタナス
石川県	チャカチ, ハマナスビ
福井県	ハンカモモ
京都府	ハマツバキ
兵庫県	ハマツバキ
島根県	チョーセンガタリ

『全国樹木地方名検索辞典』(2007) のデータを基に一部改変して作成.

梨をナスと読ませる例

『野草』(No.190, 1955) に「ハマナスはハマナスでよい」と題するが、武田・牧野説を支持する以下のような説明文がある¹⁶⁾。

ハマナスを近頃ハマナシと称する人があるが、これはハマナスでよいと思う。それはハマナスという名が広く一般に流通しているという第1義的な理由によることは勿論であるが、歴史的に見てもそれ程不当な名ではないからである。ハマナスは東北の方言で浜梨の意であることはたしかであるが、古い時代からこのナシをナスとわざと詛ることは中央でも行われていたことで、例えば和名抄に磐梨ノ郡をイワナスノ郡とあるが如くである。それを蘭山あたりから考え違いをやってしまったのである。

一般の研究者は浜梨説を検証もせずそのまま引用するだけであるが、この著者は裏付けと考える文献を示している。

平安時代の『和名抄』(巻5, 931 頃) には備前国の郡の一つに「磐梨伊波奈梨」とあるが、江戸時代の『和漢三才図会』(巻78, 1713) では「イワナシ磐梨」

とあって読みが異なっている^{14,17)}。なお、岡山県磐梨郡は明治初期の郡区町村編制法施行時に「いわなし」と読むように統一され、1890(明治33)年に赤坂郡と合併して赤磐郡となった。

ハマナスの方言

貝原益軒が京都で著わした『花譜』(1694 成) に「俗には、花たちばなともいふ」及び『大和本草』(1709) には「筑紫ニテ花タチ花ト云」とある^{18,19)}。また、『筑前国産物帳』(1736) に「はなたちばな はまなすなり紅白二種」とあることから、現在の福岡県にてハナタチバナと称されていたことが分る²⁰⁾。

『植物和漢異名辞林』(1929) には「はまなす 玫瑰(いばら科) 別名はなたちばな(俗称)」とある。「はなたちばな」を見ると、(一) やぶかうじヲ見ヨ。(二) はまなすヲ見ヨ」となっている²¹⁾。

『日本植物方言集成』(2001) は「ハマナシ」で立項し、以下の5方言を収載している²²⁾。

キンチャクボタン(長野県佐久市), ハイダマ(岩手県上閉伊郡), ハナタチバナ(筑紫), バラ(岩手県盛岡市, 秋田県山本郡・北秋田郡), バラボ

タン（長野県北佐久郡）。

『全国樹木地方名検索辞典』（2007）も「ハマナシ」で立項し、表に示す多数の方言を収載している²³⁾。

新潟県に見られるナスビノキとハマナスビは、日本海上の孤島粟島に残る古い方言であった。これらの存在は浜茄子語源説を強く支持している。更には、石川県河北郡にも残るハマナスビとの関連性を調べることなどにより、今回の新たな説を提案するに至った^{1,2)}。

ハマナス、アカナスを方言とするトマト

宮城県多賀城市ではトマト（ナス科）をハマナスと称する。山形県尾花沢市でもハマナスまたはセイヨーハマナスと称する。また、以下の都府県では、トマトをアカナスまたはアカナスビと称している²⁴⁾。

青森、岩手、福島、茨城、栃木、群馬、埼玉、東京、神奈川、新潟、長野、福井、愛知、静岡、三重、京都、大阪、奈良、和歌山、岡山、鳥取、島根、福岡、宮崎。

これらの方言が示すように、ハマナス果実とトマト果実はよく似ている（写真2）。明治維新後、多くの野菜と共にトマトも再輸入され、アカナス、トウガキなどと称された。管野、山口は浜梨語源説を強く否定する根拠としてアカナス方言を挙げている²⁵⁻²⁷⁾。しかし、アカナスは明治以降の名称であるため、江戸時代中期の浜茄子語源説を支持する根拠とはなりえない。

一方、前報で詳述したことであるが、江戸時代前期に観賞用として導入されたトマトは「唐なすび」と命名された。東北地方にはトマト方言としてトナス、トナシなどが知られており、唐なすび→トナス→トナシという語尾変化が考えられる。筆者が新語源説を提案するに至った根拠の一つである^{1,24)}。

ハマナシを別名（方言）とする種々の植物

コケモモ（ツツジ科）

『日本産物志』（1872）、『植物和漢異名辞林』（1929）、『訂正増補日本植物総覧』（1931）、『総合

新植物図説』（1936）及び『薬用植物事典』（1966）にはコケモモの別名の一つにハマナシが挙げられている^{10,21,28-30)}。『樹木和名考』（1933）には「コケモ、をハマナシと云、出羽の方言なり、出羽にては海辺にあり」とある³¹⁾。『全国樹木地方名検索辞典』（2007）にはコケモモの山梨県及び静岡県富士山周辺方言としてハマナシがある²³⁾。

古くは『甲駿豆相採薬記』（1801）に「ヲヤマリンゴ方言ナリ又ヲハマナシト云フ」、『物品識名拾遺』（1825）に「ヲヤマリンゴ ハマナシ 高山岩間ニ生ス二三寸ニシテ葉ハツゲノ如梢ニ紅実ヲ結ブ」とある^{32,33)}。オヤマリンゴはコケモモの長野県武石村及び山梨県鳴沢村（オーヤマリンゴ）方言である²³⁾。

高山や北の海岸近くに生える高さ 10 cm 程の常緑樹。果実は径約 7 mm の球形で、紅色に熟す³⁴⁾（写真3）。生食可で美味、砂糖漬、ジャムや果実酒



写真2. ハマナス果実（左）、トマト果実（右上）及びミニトマト果実（右下）〈2019.8.15〉



写真3. コケモモの果実〈留寿都村ヒノキ薬草園／1986.7.30〉

の原料になる^{34,37)}。富士山では「浜梨子」または「富士桃」と言ってこの塩漬を販売していたことがある³⁷⁾。

イワナシ (ツツジ科)

『言海』(1898)に「はまなし(名) **濱梨** いはなしニ同ジ。越橘」, 『広辞林』(1944)に「はまなし【濱梨】(名)【植】いはなし」とある^{4,38)}。『草木辞苑』(1988)にもイワナシ(岩梨)の別名の一つに挙げられているが、原典を明らかに出来なかった³⁹⁾。

和名は果実がナシの果肉に似ていることによる⁴⁰⁾。道内では稀で、渡島半島の一部と南暑寒岳に見られる^{34,37)}。

果実は径約1 cmの扁球形で、食べられる。甘酸味があり、美味で、昔から子供達に親しまれている。果実酒は僅かな酸味と渋味が効いて素晴らしいという^{41,42)}。『新編食用植物誌』(1911)に「コレニテツクリタル岩梨酒ハ丹波ノ名産ニシテ、味甘ク佳香ヲ有ス」とある⁶⁾。

ガンコウラン (ツツジ科)

『夷諺俗話』(1792)には「フラシノは和名浜李と云ものなり」とあり、編者は浜李に「(はまなし)」とルビを付している⁴³⁾。フラシノ(クラシノ, クラスノ, クラスノーとも)は樺太アイヌ語でガンコウランを指す⁴⁴⁻⁴⁶⁾。

高山帯や北地の湿原, 海岸砂地に生える常緑樹で、茎は地を這う。果実は径5~8 mmの球形で黒紫色に熟す^{34,46)}(写真4)。少し苦味もあるが、生食可。果実酒やジャムの原料にもなる³⁵⁻³⁷⁾。

カマツカ (ワタゲカマツカ, バラ科)

本種は新潟県各地においてハマナシと称されている²³⁾。

高さ5 m程になる落葉樹で、道内は日高以南の丘や山地に自生する。果実は楕円形, 長さは6~7 mmで赤色に熟す³⁴⁾(写真5)。熟せば甘く、生食可。ジャムや果実酒原料にもなる^{6,35)}。



写真4. ガンコウランの果実<道立衛生研究所薬用植物園/2005.8.5>



写真5. カマツカの果実<道立林業試験場道南支場/1987.10.22>

カイドウ (ミカイドウ, バラ科)

本種の山形県東田川郡方言としてハマナシがある²²⁾。

中国原産の落葉低木で、庭園等で栽培される。果実は球形, 径1.5~2 cmで黄褐色に熟す⁴⁷⁾。完熟すると生でも食べられ、果実酒原料にもなる^{41,42)}。

ヤブサンザシ (スグリ科)

『本草図譜』(巻69, 1844)には「沙棠果 きひよどりじやうご京 はまなし江戸 やぶさんざし」とある⁴⁸⁾。『植物和漢異名辞林』(1929), 『訂正増補日本植物総覧』(1931), 『樹木和名考』(1933), 『総合新植物図説』(1936)及び『日本植物方言集成』(2001)にはヤブサンザシの別名の一つにハマナシが挙げられている^{10, 21, 22, 29, 31)}。

道内には自生しない。果実の径は7～8 mm、球形で赤く熟す⁴⁷⁾。酸味と苦味で生食は無理であるが、ジャムや果実酒の原料となる^{35,49)}。

このように、別名(方言)でハマナシと称される植物は、ハマナスの他に6種が認められた。それらの果実の形と色、大きさ、生食の可否は必ずしもハマナス(直径2～3 cmの扁球形で、熟すと食べられる)に似ているとは限らない。

語尾にナシを有する植物とその方言

『植物名の由来』(1980)に以下のような説明がある⁵⁰⁾。「クチナシの古名はクチナワナシだったのではないかと考えた。ナシとは梨であるが、普通の果物としての梨ではなく、木になる果実の一般的な名として受けとることができる。例えば、アズキナシ、ヤマナシ、サルナシなどは梨とは似ても似つかない小粒のものであるが、やはりナシという名をもっている」。一方、ケンポナシについては、「この木の実が甘く、熟した梨のような味であることによる」と説明している。

そこで、前項のイワナシを含め、語尾にナシの付くクチナシ(アカネ科)、アズキナシ(バラ科)、ヤマナシ(バラ科)、サルナシ(マタタビ科、写真6)、ケンポナシ(クロウメモドキ科)各々の方言を調べ、〇〇ナスに転訛する可能性について検討した^{22,23)}。

イワナシ、アズキナシ、ヤマナシ及びサルナシについては、いずれも〇〇ナスを見出せなかった。クチナシは岩手県にクヅナスが見られた。ケンポナシは、テンフグナス、テンポナス及びテンボナス(岩手県)、テンポコナス及びテンポゴナス(宮城県)、ケンブナス(秋田県)が見られ、いずれも他の部分も転訛していた。

また、アギナシ(草本、オモダカ科)の福島県会津地方方言としてアグナシ、オトゲナシ及びオトゲナシ、長野県各地方言としてアゴナシが報告されていたが、アギナスは見当たらなかった⁵¹⁾。

このように、武田・牧野が主張するハマナシ→ハマナスのように語尾だけがナスに転訛するという単純な例は見当たらなかった。



写真6. サルナシの果実<札幌市南区/1985.10.4>

因みに、ナシ(梨)方言としてナスが報告されているのは以下の道府県である²⁴⁾。北海道(南部)、青森、岩手(全域)、宮城、山形、福島、千葉、富山、三重、大阪。

国語辞典の扱い

最近の国語辞典の多くはハマナスを和名として採用しているが、浜梨(ハマナシ)の転訛や誤称と断定的に説明している。一方、『広辞苑』はハマナシを採用していることを前報で報告した^{1,2)}。これに対し、深津は「古来唱えられた説には十二分な根拠があるのだから、これらを見捨て、必ずしも確実とは言い難い「ハマナシ」説を、唯一絶対視して、多くの植物書がいとも簡単にこれを正名として採用し、信用ある国語辞典までがこれに追随するのは果たして如何なるものであろうか」と苦言を呈している⁵²⁾。管野も「有名国語学者K先生に問うても「牧野先生がそう言ってますから」と、いとも簡単に答えが返ってくるありさまである」と書いている⁵³⁾。

『広辞苑』の編者^{しんむらいずる}新村出(1876—1967)は1935(昭和10)年の『辞苑』、1938(昭和13)年の『言苑』を皮切りに、1961(昭和36)年までに『言林』『新辞林』『新国語辞典』など12種の辞書を次々出版している。特に『辞苑』は大きく飛躍して1955(昭和30)年刊『広辞苑』となっている⁵⁴⁾。牧野の浜梨説を最初に取り入れハマナシを採用した国語辞典は、上記の『言苑』(1944年刊)とされている⁵⁵⁾。今日、『広辞苑』が和名としてハマナシを

採用する歴史はこのように戦前にまで遡り、その裾野は幅広い。

一方、金田一京助は『辞海』(1952),『明解国語辞典』(1967),『三省堂国語辞典』(1974, ハマナシの変化)でハマナスを和名として採用している⁵⁵⁾。金田一春彦を監修者の一人とする『日本語大辞典』(1995)はハマナスを採用しているが、「浜梨のなまった語」と説明している⁵⁶⁾。

新皇后陛下のお印

ハマナスの花は新皇后陛下のお印としても知られる。1993(平成5)年6月、皇太子妃雅子妃殿下(当時)のお印がハマナスになったことを宮内庁が発表。これに対し、国際香りと文化の会(東京)は、その会報に以下のような記事を掲載した^{57,58)}。

お印が香り高いこの花に決まったことはたいへん結構なことです。その呼称は「ハマナシ」が正しく、「ハマナス」は東北地方の人が「シ」を「ス」と発音するために起こった誤称です。当会中村理事の著書「香りの世界をさぐる」には「元来は丸い実をナシになぞらえた“浜梨”であり、“浜茄子”ではない」とあります。折角選ばれたお印です。正しく呼んであげたいと思います。

更に、事務局は「新しく皇族となられた雅子さまのお印は「ハマナシ」ということです」と記して、あくまでもハマナシにこだわり続けている。

5月の新天皇即位の際、再びこの問題が蒸し返されないよう、3月に同会事務局へ前報別刷を送った。

このような無用の混乱を避けるためにも、今後は *Rosa rugosa* の和名をハマナスに統一することが望ましい。

謝辞

文献調査等にご協力頂いた管野邦夫(仙台市野草園名誉園長)、田中純子(練馬区立牧野記念庭園学芸員)、加藤敏雄(榊科学書院代表取締役)及び渡邊英子(札幌市)各氏に深謝します。

引用文献

- 1) 姉帯正樹：薬用植物研究, **40** (2), 1-10 (2018).
- 2) 姉帯正樹：faura, **61**, 36-41 (2019).
- 3) 武田久吉：民俗と植物, 山岡書店, 三鷹, 1948, pp.132-138.
- 4) 大槻文彦：言海第41版, 大槻文彦, 東京, 1898, pp.78, 834.
- 5) 服部宇之吉, 小柳司氣太：詳解漢和大字典, 富山房, 東京, 1917, p.1090.
- 6) 梅村甚太郎：新編食用植物誌, 成美堂書店, 東京, 1911, pp.97-98, 217-218, 240-241.
- 7) 梅村甚太郎：民間薬用植物誌, 梅村甚太郎, 名古屋, 1916, p.494.
- 8) 梅村甚太郎：常用救荒飲食界之植物誌 完, 飲食界植物誌発行所, 岡崎, 1909.
- 9) 牧野富太郎：日本植物圖鑑, 北隆館, 東京, 1925, p.1065.
- 10) 牧野富太郎, 根本莞爾：訂正増補日本植物總覧, 春陽堂, 東京, 1931, pp.444, 506, 897.
- 11) 繇條書屋のあるじ：本草, **8**, 100-112 (1933); **21**, 70-73 (1934).
- 12) 牧野富太郎：實際園芸, **25** (5), 569-571 (1939).
- 13) 牧野富太郎：牧野日本植物圖鑑, 北隆館, 東京, 1940, p.443.
- 14) 寺島良安著, 和漢三才圖會刊行委員会編：和漢三才圖會, 東京美術, 東京, 1970, pp.1091, 1416.
- 15) 武田久吉：植物學雜誌, **387**, 55-60 (1919).
- 16) 檜山庫三：野草, **21** (4), 1-3 (1955).
- 17) 源 順著, 正宗敦夫編：倭名類聚鈔, 風間書房, 東京, 1974, p. 卷五 23 丁才.
- 18) 貝原益軒著, 筑波常治解説：花譜・菜譜, 八坂書房, 東京, 1973, p.36.
- 19) 貝原益軒著, 白井光太郎考註：大和本草 第一冊, 春陽堂, 東京, 1932, p.241.
- 20) 盛永俊太郎・安田 健編：享保元文諸国産物帳集成 第XII巻, 科学書院, 東京, 1989, pp.226-227.
- 21) 杉本唯三：植物和漢異名辞林(復刻版), 第一書房, 東京, 1982, pp.143, 297, 303, 391.
- 22) 八坂書房編：日本植物方言集成, 八坂書房, 東京, 2001, pp.125, 447, 555, 563-564.
- 23) 白井祥平監修, 太平洋資源開発研究所編：全

- 国樹木地方名検索辞典, 生物情報社, 大網白里, 2007, pp.64-66, 183, 212-214, 242-245, 361-362 (北日本編), 92, 246-247, 287-289, 299-300, 335-336, 501, 662 (中日本編), 87, 235-236, 272, 322-323, 496 (南日本編).
- 24) 白井祥平監修, 太平洋資源開発研究所編: 全国有用植物地方名検索辞典, 生物情報社, 大網白里, 2008, pp.354-356, 360-361 (北日本編), 491-492 (中日本編).
- 25) 菅野邦夫: 梟の花唄, 河北新報出版センター, 仙台, 2012, pp.78, 116.
- 26) 山口昭彦: 身近な薬草, 婦人生活社, 東京, 1984, p.134.
- 27) 山口昭彦: 山菜・木の実・草の実ガイドブック, 永岡書店, 東京, 2004, p.151.
- 28) 伊藤圭介: 日本産物志 前編信濃上, 青史社, 東京, 1978, p.33 丁ウ.
- 29) 村越三千男: 総合新植物圖説, 照文社, 東京, 1936, pp.108, 210.
- 30) 村越三千男: 薬用植物事典, 福村出版, 東京, 1966, p.282.
- 31) 白井光太郎: 樹木和名考, 内田老鶴圃, 東京, 1933, pp.288, 334-335.
- 32) 浅見 恵, 安田 健訳編: 近世歴史資料集成 第Ⅱ期第Ⅶ巻 採薬志 (2), 科学書院, 東京, 1996, p.259.
- 33) 水谷豊文: 物品識名拾遺 乾, 永楽堂, 名古屋, 1825, p.29 丁オ.
- 34) 佐藤孝夫: 増補新装版 北海道樹木図鑑, 亜瑠西社, 札幌, 2017, pp.209, 227, 291, 295.
- 35) イズミエイコ: 木の実・草の実事典, 月刊さつき研究社, 鹿沼, 1984, pp.72, 84, 130, 282.
- 36) 山岸 喬, 山岸敦子: 北海道山菜・木の実図鑑, 北海道新聞社, 札幌, 2010, pp.134-135, 174-175.
- 37) 館脇 操: 摘草百種, 北方出版社, 札幌, 1946, pp. 中編 -41, 50-51, 後編 -70.
- 38) 金澤庄三郎編: 廣辭林 新訂版, 三省堂, 東京, 1944, p.1561.
- 39) 木村陽二郎監修: 図説草木辞苑, 柏書房, 東京, 1988, p.136.
- 40) 林 弥栄編: 山溪カラー名鑑 日本の樹木, 山と溪谷社, 東京, 1985, p.586.
- 41) 陸軍獣医学校研究部: 食べられる野草, 毎日新聞社, 東京, 1944, pp.100, 139.
- 42) 信州山の幸研究会編: 食べられる木の実草の実, 信濃毎日新聞社, 長野, 1981, pp.52, 142.
- 43) 高倉新一郎編: 日本庶民生活史料集成 第4巻 探検・紀行・地誌 北辺篇, 三一書房, 東京, 1969, p.506.
- 44) 宮部金吾, 三宅 勉: 樺太植物調査概報, 樺太民政署, 1907, p.37.
- 45) 宮部金吾, 三宅 勉: 樺太植物誌, 樺太廳, 1915, p.433.
- 46) 菅原繁蔵: 樺太植物誌, 国書刊行会, 東京, 1975, p.1263.
- 47) 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, 平凡社, 東京, 2016, pp.2-192, 3-71.
- 48) 北村四郎監修, 北村四郎, 塚本洋太郎, 木島正夫著: 本草図譜総合解説, 同朋舎出版, 京都, 1990, p.1579.
- 49) 橋本郁三: 食べられる野生植物大事典, 柏書房, 東京, 2003, p.393.
- 50) 中村 浩: 植物名の由来, 東京書籍, 東京, 1980, pp.175-180, 237-241.
- 51) 白井祥平監修, 太平洋資源開発研究所編: 全国草本地方名検索辞典, 生物情報社, 大網白里, 2008, pp.43 (北日本編), 57-58 (中日本編), 55 (南日本編).
- 52) 深津 正: 植物和名の語源探究, 八坂書房, 東京, 2000, pp.290-294.
- 53) かの邦夫: 花の名前にご用心!, アボック社出版局, 鎌倉, 1995, pp.80-83.
- 54) 新村 出編: 広辞苑 第七版, 岩波書店, 東京, 2018, p. 序 -5.
- 55) 井上幸三: 岩手植物の会会報, **13**, 27-30 (1976).
- 56) 梅棹忠夫, 金田一春彦, 阪倉篤義, 日野原重明監修: 講談社カラー版 日本語大辞典 第二版, 講談社, 東京, 1995, p.1756.
- 57) 国際香りと文化の会会報, No.8 (1993).
- 58) 中村祥二: 香りの世界をさぐる, 朝日新聞社, 東京, 1989, p.15.

薬用植物栽培研究会第二回研究総会(高知市文化プラザ かるぽーと)

2019年11月23日 特別講演・口頭発表・ポスター発表・総会・意見交換会

24日 エクスカーション (高知県立牧野植物園)

特別講演(1)

薬用作物の国内生産拡大に向けた技術開発と今後の課題

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

川嶋 浩樹

生薬の原料となる薬用植物(ここでは薬用作物とする)は、耕作放棄地の活用や中山間地域の活性化、さらには地域の競争力向上を図る上で重要な品目になると期待されている。一方、わが国の漢方製剤の原料となる生薬は、国内需要の約9割を海外からの輸入に頼っているのが現状であり、国内生産の拡大を図る必要があるとされている。

こうした背景から、農林水産省では、薬用作物の国内生産拡大に向けた生産支援、産地確立を支援する事業を実施している。その取り組みの一つが、本講演で紹介する農林水産省委託プロジェクト研究「薬用作物の国内生産の拡大のに向けた技術の開発」である。本プロジェクト研究は、「トウキ」、「ミシマサイコ」、「カンゾウ」、「オタネニンジン」、「シャクヤク」を対象として栽培技術に関する課題を中心に実施しており、「日本薬局方で規定された有効成分の含有量を適切な範囲に安定化させる栽培技術、高品質な産品を低コストで安定的に栽培・収穫を可能にする技術を開発するとともに、薬用作物の導入による複合経営モデルを開発する」ことを目標としている。公設試験研究機関、大学など24機関が参画し、2016～2020年度の5年間の計画で実施されている。定植作業や収穫作業の省力化・機械化、雑草抑制を図るマルチ利用など作業の軽労化を図るための技術開発、環境情報と生育モデルから栽培適地を判定する技術、発芽や催芽を促進する技術、栽培地や気象条件に適応する新規作型の開発、病害の特定などに取り組んでいる。

薬用作物の生産拡大に向けた課題としては、栽培方法の確立、生産者はもちろん指導者の育成、農作業の機械化、優良種苗の確保、低コスト化など多様であり、多方面の協力が必要であるが、本取り組みがその一助となれば幸いである。

ミャンマー国シャン州におけるハトムギ栽培事業

徳山工業高等専門学校研究員

吉岡 達文

演者らは 2014 年 3 月より 2016 年 6 月にかけて、JICA・BOP ビジネス連携促進事業「ミャンマー国 薬用植物生産・加工を通じた日本の伝統漢方薬普及事業準備調査」において、数種類の薬用植物試験栽培をミャンマー各地で実施した。その一つであるハトムギに関しては、カイン州、ヤンゴン管区、シャン州北部地域、シャン州南部地域などで試験栽培を実施した。特にシャン州北部地域は、麻薬の原料となるケシ栽培で世界的に知られているゴールデントライアングルの一角に位置し、ケシの代替作物として有望ではないかと考えられた。北シャン州では JICA により、2014 年 5 月 1 日から 2019 年 4 月 30 日の期間で「シャン州北部地域における麻薬撲滅に向けた農村開発プロジェクト」が実施されており、このプロジェクトと連携し 2015 年 6 月よりハトムギの試験栽培を開始した。供試品種は日本産品種である岡山在来種及び中里在来種を用い、試験地は DAR Naungmon Research Farm, Lashio Township 及び DOA Nali Farm, Laukai Township の 2 か所で実施した。その結果ハトムギ栽培は、シャン州北部地域の自然環境にも適応可能である事が確認され、飼料用トウモロコシに似た栽培方法である事から、農家にとっても比較的栽培は容易であると考えられ、市場性が確保されれば、将来的に普及の可能性はあると思われた。この結果を受け、2016 年 5 月から 12 月の 8 か月間で日本財団の農村開発委託事業としてシャン州でのハトムギ栽培等の事業を行った。実用栽培試験は① Lashio 周辺、② Nawnghkio 周辺、③ Tounggyi 周辺の 3 か所で実施した。それぞれの地域で協力団体と連携し、実用試験栽培を進めた。①の地域は前述した JICA プロジェクト、②の地域はセダナ（日本財団の支援を受けシャン州で学校建設をしている団体）③の地域は地球市民の会の協力を受けた。これらの地域では、メイズ（飼料用トウモロコシ）が主要栽培農産物であり、メイズよりも収益性が高いことがハトムギ栽培拡大の条件となると考えられた。Lashio にはハトムギ栽培農家があり、この農家を訪問し、種子（Lashio 栽培種）の購入と栽培方法についてヒヤリングした。この情報を基に JICA 技プロに栽培マニュアルを作成して頂き、各地区の農家に配り、栽培を実施した。①の地域では Naungmon Research Farm 及び Nali Farm を中心に実施し、②の地域では 2 つの村で 12 戸の農家が試験栽培にチャレンジした。各農家が 1acre の農地で栽培を実施し、定期的に指導を実施し、12 戸の農家で 9 トン以上の収量があった。③の地域は地球市民の会・タンボジ農業研修センターとセンタースタッフの圃場で実施した。これらの収穫物はすべて買い上げ、次年度の種子とした。又、ハトムギ専用脱つぶ機を日本からミャンマーへ輸出し、タンボジ農業研修センターへ設置し、ハトムギ脱つぶ試験を実施した。これらの事業を行うことにより、ハトムギ栽培事業化とバリューチェーン化の実証をすることが出来たと考えている。今後ハトムギ実用栽培を進めることで、ミャンマーの農村の収益拡大に資することが出来れば幸甚である。

一般研究発表・ポスター

1. 塊茎の定植時期がカラスビシャクの生育に及ぼす影響

太田己翔¹⁾, 尾崎和男²⁾, 野崎香樹¹⁾, 西尾基之¹⁾

1) 武田薬品・京都薬用植物園, 2) 大阪薬科大学

2. ハトムギ‘北のはと’栽培における緩効性窒素肥料の効果について

乾 貴幸, 五十嵐 元子, 川原 信夫, 菱田 敦之

医薬健康研・薬植セ

3. ハマスゲ (*Cyperus rotundus* L.) の塊茎形成に及ぼす施肥量の影響

松嶋賢一, 米田慶亮, 御手洗洋蔵

東京農業大学農学部

4. 国内栽培化を指向したサジオモダカ (タクシャ) の先島諸島における栽培試験

河野徳昭¹⁾, 林茂樹¹⁾, 福田達男²⁾, 川原信夫¹⁾

1) 医薬健康研・薬植セ, 2) 北里大・薬

5. 薬用シャクヤク栽培における灌水同時施肥が定植後3年目までの生育に及ぼす影響

矢野孝喜¹⁾, 川嶋浩樹¹⁾, 山中良祐¹⁾, 吉越恆¹⁾, 米田有希¹⁾, 河崎靖¹⁾, 高浦佳代子^{2),3)}, 高橋京子^{2),3)}

1) 農研機構西日本農研, 2) 阪大薬, 3) 阪大博

6. 中山間地へのシャクヤク「べにしずか」導入に係る技術開発(2) -栽培年数と加工調製-

○林 茂樹¹⁾, 菱田敦之¹⁾, 五十嵐元子¹⁾, 矢野孝喜²⁾, 川嶋浩樹²⁾, 川原信夫¹⁾

1) 農医薬健康研・薬植セ, 2) 農研機構・西日本農研

7. 芍薬 (PAEONIAE RADIX) の潜在的資源探索: 遺伝的背景と花の形質

國見依利佳¹⁾, 高浦(島田)佳代子^{1,2)}, 高橋京子^{1,2)}, 矢野孝喜³⁾, 川嶋浩樹³⁾, 後藤一寿³⁾

1) 大阪大学大学院薬学研究科, 2) 大阪大学総合学術博物館, 3) 農研機構

8. トウキ収穫適期推定プログラムの開発

井上 聡¹⁾

1) 農研機構北海道農業研究センター

9. 秋田県におけるトウキおよびミシマサイコの栽培適性の解明と持続的栽培技術の開発

横井直人¹⁾, 甲村浩之²⁾, 大瀧直樹³⁾, 川嶋浩樹³⁾, 菱田敦之⁴⁾, 五十嵐元子⁴⁾, 川原信夫⁴⁾

1) 秋田農試, 2) 県立広島大, 3) 農研機構, 4) 医薬健康研

10. 新潟県におけるトウキおよびミシマサイコの持続的栽培技術の開発に向けた3年間の栽培評価

諸橋修一¹⁾, 野本英司¹⁾, 甲村浩之²⁾, 大瀧直樹³⁾, 川嶋浩樹³⁾, 菱田敦之⁴⁾, 五十嵐元子⁴⁾, 川原信夫⁴⁾

1) 新潟県農総研中山間農技セ, 2) 県立広島大, 3) 農研機構, 4) 医薬健康研薬植資源研セ

11. 富山県におけるトウキ及びミシマサイコの持続的栽培技術の開発に向けた3年間の栽培評価

田村隆幸¹⁾, 大江勇¹⁾, 東一彦¹⁾, 川部眞登²⁾, 杉山洋行²⁾, 西村麻実²⁾, 甲村浩之³⁾, 大瀧直樹⁴⁾, 川嶋浩樹⁴⁾, 菱田敦之⁵⁾, 五十嵐元子⁵⁾, 川原信夫⁵⁾

1) 富山県薬総研, 2) 富山県農総セ, 3) 県立広島大, 4) 農研機構, 5) 医薬健康研

12. 長野県におけるトウキおよびミシマサイコの持続的栽培技術の開発に向けた3年間の栽培評価

由井秀紀¹⁾, 山口秀和¹⁾, 甲村浩之²⁾, 大瀧直樹³⁾, 川嶋浩樹³⁾, 菱田敦之⁴⁾, 五十嵐元子⁴⁾, 川原信夫⁴⁾

1) 長野野菜花き試佐久, 2) 県立広島大, 3) 農研機構, 4) 医薬健康研

13. 広島県北部におけるトウキおよびミシマサイコの持続的栽培技術の開発に向けた3年間の栽培評価

甲村浩之¹⁾, 野下俊朗¹⁾, 大瀧直樹²⁾, 川嶋浩樹²⁾, 菱田敦之³⁾, 五十嵐元子³⁾, 川原信夫³⁾

1) 県立広島大学生命環境学部, 2) 農研機構, 3) 医薬基盤健康栄養研・薬用植物資源研セ

14. 山口県におけるトウキおよびミシマサイコの持続的栽培技術の開発に向けた3年間の栽培評価

安永真¹⁾, 甲村浩之²⁾, 大瀧直樹³⁾, 川嶋浩樹³⁾, 菱田敦之⁴⁾, 五十嵐元子⁴⁾, 川原信夫⁴⁾

1) 山口県農林総合技術センター, 2) 県立広島大, 3) 農研機構, 4) 医薬健康研

15. 愛媛県におけるトウキおよびミシマサイコの持続的栽培技術の開発に向けた3年間の栽培評価
白石豊¹⁾, 河野靖¹⁾, 甲村浩之²⁾, 大瀧直樹³⁾, 川島浩樹³⁾, 菱田敦之⁴⁾, 五十嵐元子⁴⁾, 川原信夫⁴⁾
1) 愛媛農林水産研, 2) 県立広島大, 3) 農研機構, 4) 医薬健栄研
16. コンクリートミキサーを利用したトウキ湯もみ作業省力化の検討
米田健一¹⁾
1) 奈良県農業研究開発センター
17. マオウ収穫時における茶葉刈り取り機の利用
金田あい¹⁾, 安藤広和¹⁾, 佐々木陽平¹⁾, 御影雅幸²⁾
1) 金沢大・薬, 2) 東京農大・農
18. *Ephedra sinica* 種子の発芽に関する研究
井上穂香, 水谷真穂, 加藤由華, 倪斯然, 御影雅幸
東京農業大学農学部生物資源開発学科
19. *Ephedra intermedia* の栽培に関する検討 挿し木による増殖(1)
三宅克典¹⁾, 豊泉佳奈美²⁾, 御影雅幸²⁾
1) 東京薬科大学薬学部, 2) 東京農業大学農学部
20. *Ephedra sinica* の挿し木由来発根苗における新梢形成について
○宮本拓¹⁾, 矢野博子¹⁾, 岩本直久²⁾, 西村佳明²⁾, 松野倫代²⁾, 水上元²⁾
1) 小林製薬株式会社, 2) 高知県立牧野植物園
21. ジャノヒゲ類の生薬バクモンドウ形成に関する特性調査
小林泰子¹⁾, 内山達也²⁾
1) 三重県農業研究所, 2) 現四日市鈴鹿地域農業改良普及センター
22. ジャノヒゲの育種栽培研究(その2) 根の膨大部形成に必要な低温要求量の検討
古平栄一¹⁾, 尾崎和男²⁾, 石川寛¹⁾, 芝野真喜雄²⁾
1) 北里大・薬, 2) 大阪薬大
23. 紅花に含まれる Carthamin の簡易定量法の検討
TILATIJIANG TUERSUNJIANG, 安藤広和, 佐々木陽平
金沢大院医薬保
24. オウレンの変種鑑別における標本 DNA 情報の有用性の検討
政田さやか
国立衛研・生薬部
25. ウラルカンゾウの交雑実生(2016年) 個体群の評価
○尾崎和男¹⁾, 藤田浩基²⁾, 芝野真喜雄¹⁾
1) 大阪薬科大学, 2) 新日本製薬(株)
26. 薬用植物の効果的な展示法の検討 ~筒栽培による地下部の観察法~
中野友美子^{1, 2)}, 井上雅裕¹⁾, 伊藤優^{1, 3)}
1) 摂南大学薬学部附属薬用植物園, 2) 摂南大学薬学部薬学教育センター,
3) 摂南大学薬学部生物系薬学分野
27. ゲッティンゲン大学植物園の現状調査: Albrecht von Haller の植物
木村康人¹⁾, 高橋京子^{1, 2)}, 高浦佳代子^{1, 2)}, 安井廣迪³⁾, 山岡傳一郎⁴⁾
1) 大阪大学大学院薬学研究科, 2) 大阪大学総合学術博物館, 3) 安井医院,
4) 愛媛県立中央病院漢方内科

一般研究発表・口頭発表

1. シナニッケイ (*Cinnamomum cassia* Blume) の植物組織培養物の誘導と植物体再生

吉松嘉代¹⁾, 河野徳昭¹⁾, 野崎香樹²⁾, 坪田勝次²⁾, 川原信夫¹⁾

1) 医薬基盤・健康・栄養研究所薬用植物資源研究センター, 2) 武田薬品工業株式会社 京都薬用植物園

2. エゾウコギの人工水耕一圃場ハイブリッド栽培と作出物の品質評価 (2)

高尾汐織¹⁾, 朱姝¹⁾, 村上守一²⁾, 田村隆幸²⁾, 吉松嘉代³⁾, 小松かつ子¹⁾

1) 富山大・和漢研, 2) 富山県薬総研・薬植セ, 3) 医薬健栄研・薬植セ

3. オタネニンジン (*Panax ginseng* C.A.Meyer) の完全制御型システムにおける日長の分割が生育に及ぼす影響

安藤杜之介¹⁾, 前崎翔太¹⁾, 西藤敏幸²⁾, 門脇竜也³⁾, 渡部卓也⁴⁾, 西原英治⁵⁾

1) 鳥取大院, 2) 西藤農園, 3) (有)日本庭園由志園, 4) 由志園アグリファーム, 5) 鳥取大・農

4. 薬用植物ドクダミ (*Houttuynia cordata* Thunb.) 栽培において栽植密度が地上部収量に及ぼす影響

赤江冬実¹⁾, 西原英治²⁾

1) 鳥取大学持続性社会創生科学研究科, 2) 鳥取大学農学部

5. トウキの栽培研究: ペーパーポットを用いた育苗方法の検討

工藤喜福, 安藤広和, 佐々木陽平

金沢大院医薬保

6. 大分県竹田市のサフラン栽培: 栽培支援につなぐ伝統的栽培法と栽培環境の検証

高浦佳代子^{1,2)}, 高橋京子^{1,2)}, 矢野孝喜³⁾, 川嶋浩樹³⁾, 渡部親雄⁴⁾, 後藤一寿³⁾

1) 大阪大学総合学術博物館, 2) 大阪大学大学院薬学研究科, 3) 農研機構, 4) 竹田市サフラン生産者

7. ムラサキ栽培における高畝と施肥の効果

五十嵐元子¹⁾, 菱田敦之¹⁾, 櫻井美希²⁾, 神保智一²⁾, 小柳裕和²⁾, 林茂樹¹⁾, 川原信夫¹⁾

1) 医薬健栄研・薬植セ, 2) ツムラ

8. *Ephedra intermedia* 栽培における新たな成長指標及び施肥条件の検討

豊泉佳奈美¹⁾, 三宅克典²⁾, 野口航²⁾, 御影雅幸¹⁾

1) 東京農業大学, 2) 東京薬科大学

9. カンゾウ栽培における殺菌剤チオファネートメチルによるストロン苗消毒の効果

菱田敦之¹⁾, 五十嵐元子¹⁾, 瀧野裕之¹⁾, 井本洋輔²⁾, 佐藤豊三³⁾, 川原信夫¹⁾

1) 医薬健栄研・薬植セ, 2) 武田CHC, 3) 新潟食農大

10. 薬用植物に感染するウイルスの探索 (2) カノコソウに感染するウイルス種とその分布

一木珠樹¹⁾, 花田薫¹⁾, 菱田敦之²⁾

1) 農研機構 遺伝資源センター, 2) 医薬健栄研・薬植セ

11. オウレンの葉の光合成特性の季節変化の解析

野口航¹⁾, 川元豪基¹⁾, 雪下 昶¹⁾, 三宅克典²⁾

1) 東京薬科大・生命科学, 2) 東京薬科大・薬用植物園

12. ウラルカンゾウのグルコグリチルリチン生産系統の育種研究

林 宏明

立命館大学薬学部



25th
anniversary
おかげさまで25周年

お客様の笑顔のために 今、私たちができること。

お客様へ安心・安全な製品を
お届けするために、
新日本製薬は、薬用植物の栽培研究から
製品開発、品質管理、
美しい肌づくりをめざした提案型の販売、
アフターケア、さらには
物流システムにいたるまで
一貫して管理し、手掛けています。
お客様の最高の満足を求めて。
私たちは、感謝の心を忘れることなく、
お客様とともに、未来に向かって歩み続けます。



 **新日本製薬**

One to One health & beauty-care.

福岡市中央区大手門1丁目4-7

0120-408-444

<http://corporate.shinnihonseiyaku.co.jp/>



トウキの種取用の畑

栃本天海堂 京都福知山圃場

(とちもとてんかいどう きょうとふくちやまほじょう)

薬用植物の国内生産を推進する目的で、栃本天海堂が2010年に、京都府福知山市に創設した福知山圃場では、現在トウキ（当帰）、ミシマサイコ（柴胡）、シャクヤク（芍薬）をはじめ、約30種類の種苗生産と、植物特性調査、栽培技術の確立、品種改良などの研究を行っています。



トウキ



シャクヤク



サイコ

漢方専門総合卸

株式会社 **栃本天海堂**

生薬・漢方薬のお問い合わせは「株栃本天海堂」のHPからお願いします。

<http://www.tochimoto.co.jp/>

薬用植物栽培研究会事務局よりお知らせ

2020年度より、会員費が2,000円から4,000円になります。よろしくお願ひします。
(尚、学生さんは、従来どおりの2,000円ですが、自己申告となります。)

「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 ————

宏輝株式会社
株式会社前川総合研究所
新日本製薬株式会社
太邦株式会社
松浦薬業株式会社
株式会社常盤植物化学研究所

———— 協賛広告 ————

新日本製薬株式会社
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)

編集後記

本会の第二回研究総会（11月23、24日・高知）が盛会のうちに終了しました。150名の参加者は途中退場することもなく熱心に聞き入り、ポスター会場はすれ違うことも困難なほど混雑していました。懇親会も、参加者数のみならずお料理も盛大で、若い参加者にも素晴らしい思い出ができたことと思います。エクスカーションの高知県立牧野植物園見学会では一般公開されていない標本庫や牧野文庫を見学させていただき、参加者はただ感動するばかりであったようです。折しも園内では年に一度の寒蘭展が開催されており、会場には気品ある香りが漂っていました。大会を計画運営していただいた関係諸氏に厚くお礼申し上げます。

薬用植物栽培というテーマに対する会員の意識の高まりを反映してか、会誌『薬用植物研究 41-2』への投稿数も増え、今回は英文論文を含め原報4報、ノート1報、資料2報の掲載となり、これまでにない豊富な内容での出版となりました。論文審査をお願いしたレフェリーの方々からの確なご指摘をいただいたことも内容の充実と向上につながりました。記して感謝致します。

裏表紙のカラー写真には姉帯先生のハマナスの語源考察に関連する写真をお借りしたほか、第二回研究総会に関連する写真を掲載しました。

今年度も、研究総会・会誌共々ステップアップができたと感じます。本会の目的である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ため、会員皆様方の本会運営への更なる積極的なご参加と益々のご活躍を願う次第です。

薬用植物研究 年2回（6月・12月）刊行予定
個人会員（新年度より年会費4,000円）、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 41巻2号

2019年12月22日発行

発行・編集責任者 草野源次郎

発行者 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

〒740-0602 山口県岩国市本郷町本郷319

TEL/FAX 0827-75-2141

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

振替口座 00130-3-127755

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。

表紙の写真

サキシマボタンヅル

Clematis chinensis Osbeck

センニンソウ *Clematis terniflora* DC. に良く似た蔓性の木本植物で、沖縄本島以南の南西諸島に広く分布している。『日本薬局方』では威霊仙の原植物の1種として収載されているが、沖縄県産のものが漢方生薬として採集利用されたことはない。広く中国南部や台湾にも分布し、広東省や広西省産の威霊仙は本種の根で、以前はこのものが日本へ輸入されていた。和名は宮古島を始めとする先島諸島に多く生育することに由来し、また産地からミヤコジマボタンヅルやシナボタンヅルの別名もある。

花や葉を含め姿形はセンニンソウに酷似するが、大きな違いは葉が乾燥すると黒変することである。現地では花は5月頃から咲き始め、本州のセンニンソウが8月末から9月にかけて咲くの比べるとずいぶんと早い。7～8月に結実し、果実（瘦果）が落ちる頃になると枝全体が枯れたようになって黒く変色することも特徴的である。

(2019年5月上旬, 宮古島にて)

ハマナス語源新考 補遺



ハマナス果実 (左), トマト果実 (右上) 及びミニトマト果実 (右下)



コケモモの果実



ガンコウランの果実



カマツカの果実

薬用植物栽培研究会第二回研究総会



研究総会会場 (高知市文化プラザ かるぼーと)



高知県立牧野植物園正門



寒蘭展会場