

薬用植物研究

The Japanese Journal of Medicinal Resources

40巻2号 (2018年2号)

2018年12月



イヌサフラン

Colchicum autumnale L.

薬用植物栽培研究会

Japanese Society of Research for the Cultivation of Medicinal Plants

目 次

原報

ハマナス語源新考

－北陸方言ハマナスビからハマナスへ－

姉帯正樹 …………… 1

原報

ウラルカンゾウの国内栽培における軽労化技術の開発（第2報）¹⁾

－株間機械除草用レーキの検討－

五十嵐元子・菱田敦之・根本英子・澁谷幸憲・村上則幸・新庄記子・川原信夫 …………… 11

原報

薬用植物の筒栽培に関する研究4

実用栽培に向けたカンゾウの短筒栽培1

末岡昭宣・永井賢治・吉岡達文・藤田浩基・野村知史・草野源次郎 …………… 17

原報

Germination characteristics of *Plantago asiatica* L. for seed propagation 松嶋賢一・平野 繁 …………… 30

原報

Analysis of *Ephedra sinica* Plant Community in Natural Habitat

倪斯然・金田あい・工藤喜福・安藤広和・落合真梨絵・蔡少青・御影雅幸 …………… 37

解説

薬用植物の病害（5）

佐藤豊三 …………… 51

薬用植物栽培研究会第一回研究総会

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	林 宏明	菱田 敦之	矢原 正治
山野 幸子	吉岡 達文		

ハマナス語源新考
— 北陸方言ハマナスビからハマナスへ —

A new etymological hypothesis of Japanese name of rugosa rose, *hamanas*
— *Hamanas* was derived from Hokuriku dialect *hamanasubi* —

姉帯 正樹

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

Masaki Anetai

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

受付日：2018年8月17日

受理日：2018年8月28日

要 旨

江戸時代中期からハマナスの語源は浜茄子とされてきた。しかし、ハマナスは浜梨を語源とするハマナシが訛った名称で、ハマナシを正しい和名とする説が80～100年ほど前に出された。現在は2種類の和名が用いられている。筆者は各種文献から従来の浜茄子語源説を支持、ハマナスは北陸地方で生まれた古語ハマナスビから派生し、後に北国においてハマナシに転訛したという新しい考えを提案する。

Abstract

From middle of the Edo era, it has been recognized that Japanese name of rugosa rose, *hamanas*, which means eggplant on the beach. However, 80～100 years ago, another opinion was proposed that *hamanas* was corrupted name from *hamanashi*, pear on the beach, and *hamanashi* was the original name. These two names have been applied by plant researchers.

According to exhaustive literature examination, the author proposes a new etymological hypothesis concerning Japanese name of rugosa rose: *Hamanas* had been derived from Hokuriku dialect *hamanasubi*, old name of eggplant on the beach, and then corrupted to *hamanashi* at the north area of Japan.

Keyword: etymology, rugosa rose, *hamanas*, *hamanashi*, *hamanasubi*

はじめに

バラに似た紅紫色の花を付けるハマナス *Rosa rugosa* Thunb. (バラ科) は道民に馴染み深く、1978年には“北海道の花”に指定されている(写真1)。1970年代に大ヒットした歌謡曲「知床旅情」で全国的に知られることとなり、雅子妃殿下のお印にも採用されている。道内では石狩市を始めとする3市11町の花でもある。

江戸時代中期以降、ハマナスはその果実の形から浜茄子を語源とするとされてきたが、幕末にはシーボルトが“Hamma nasi”と記し、大正時代には武田久吉が、昭和初期には牧野富太郎が浜梨を語源とする新説を唱えた。現在、「牧野先生の言うことだから」とハマナシを正式名、ハマナスを別名とする植物図鑑や国語辞典類は数多い。

しかし、この浜梨語源説(以下ハマナシ説)に疑問を持つ研究者が少なからず存在する。そこで筆者は、江戸時代を中心とする古文獻、各地に残る方言、古今の産地別ナス果実の形状を中心に、更にはトマトの古名と方言からこの問題を再検討した。

ハマナスと玫瑰

ハマナスは東アジアの温帯から亜寒帯に広く分布する落葉低木で、海岸砂地に大群落をつくる。北海道と東北地方の海岸に普通に見られ、日本海岸では島根県(現在は鳥取県)まで、太平洋岸では千葉県銚子市付近(現在は茨城県)まで野生があった¹⁾。夏から秋にかけてビタミンCに富む真っ赤な果実(直径2~3 cmの扁球形、写真2)を付け、よく熟すとリンゴに似た味がする。ジャムや果実酒原料としても利用される²⁾。

シーボルトは後出の『Flora Japonica』において、「日本では至る所(南部でも北緯32度まで)で栽培されている」と記している³⁾。北緯32度は宮崎市のわずかに北である。武田は江戸のハマナスは奥州から導入されたと推定している⁴⁾。

玫瑰 *R. rugosa* var. *plena* は中国の植物で、我が国のハマナスによく似ているが、花が重弁で、茎のトゲが少ないなどの点で異なり、その変種として扱われている(写真3)。しかし、江戸時代の



写真1. ハマナスの花(白老町/1995.7.5)



写真2. ハマナスの果実(石狩市/1985.9.7)



写真3. マイカイの花
(北大薬学部附属薬用植物園/2017.7.28)

本草書はもとより、近年の日本や中国の薬用植物図鑑の多くはハマナスを充てている(写真4)。乾燥した花は玫瑰花まいかい かと称される生薬で、行血、調経、抗炎症薬として、肝胃痛、月経不調、リウマチ、打撲症などに応用される。現在では薬用より、茶に混ぜたり、ローズ油の原料とする⁹⁾。

ハマナスの語源

ハマナスの和名初出文献は『草花魚貝虫類写生図』(狩野常信, 巻10, 1667年, 江戸)とされている。また、玫瑰は『撮壤集』(1454年)にその名が見られるので、室町時代中期頃に渡来したと考えられている^{6,7)}。

玫瑰花にハマナスを充てたのは、貝原益軒が最初と考えられる(『花譜』1698年, 『大和本草』1709年, 共に京都)。『滑稽雑談』(1713年成立, 京都)には「玫瑰花はまなす 秋に至て結レ実, 如ニ初生茄子-, また堪^レ食, よつて浜茄子と云にや」, 『広益地錦抄』(1719年, 江戸版, 京都版の2版あり)には「玫瑰花はまなす 紅紫色花ひとへ大りん」と記載されるなど、18世紀には江戸及び京都で浜茄子を語源とするハマナス=玫瑰花が定着していた^{8,9)}。白井もそれらを踏襲している¹⁰⁾。

シーボルトとハマナシ

シーボルトは著名な『Flora Japonica』(日本植物誌, 1835年)において、「Nomen japonicum Hammanasi, pyrum littoreum」(和名ハマナシ, 海岸のナシ)と記している^{3,4)}。また、彼が長崎出島に再建した植物園のリスト(1828年)にはハマナシの名も見られる¹¹⁾。

前川は「この本の取材は主として西日本であったから、あるいはハマナシの語が西日本にはつづいて残っていたともとれる」と推察している¹⁾。

武田久吉のハマナシ説

1919年、武田はハマナシ(浜梨)が東北で訛ってハマナスになったという説を発表した。しかし、「訛テはまなすト稱スルカ未ダ確説ナキガ如シ」と記し、意見を求められた南部洋も「ハマナスの語原は濱梨ならんと想像到し居り候も小生の郷里

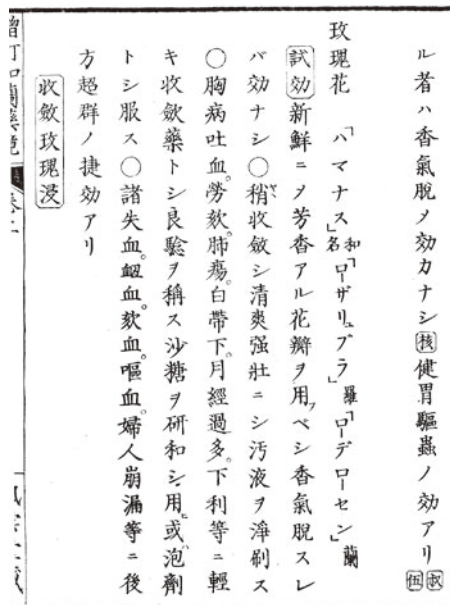


写真4. 宇田川榛齋訳述, 宇田川榕菴校訂『新訂増補和蘭薬鏡』の玫瑰花掲載頁(巻二, 十六丁オ / 1828年 / 筆者蔵)

には自生品なき故確信出来申さず候・・・培養の梨をキナス, 野生の梨をヤマナス等云ふ例も有之候故ハマナスは濱梨かと存ずる理由に候」と返信し, 少々心許ない印象を受ける¹²⁾。

その後、1925年に牧野の支持が得られたことで自信を深め、1933年にはシーボルトの文献を引用して、「浜茄子の意では毛頭無い」と改めて自説を述べている⁴⁾。1964年にはそれ迄の経緯を述べ、ハマナシの名が一般に普及しないことを嘆いている¹³⁾。

牧野富太郎のハマナシ説

武田に続き、牧野も1925年からハマナシ説を展開した¹³⁾。『牧野日本植物図鑑』(1940年)に「和名ハ浜梨ノ意ニシテ浜茄子ノ意ニ非ズ, 浜梨ハ其小兒ノ食スル丸キ果実ニ基キ, 浜なすハ東北人シヲスト発音スルヨリ生ゼシ称ナリ」と記して、和名としてハマナシを採用、ハマナスを誤称と強く主張した¹⁴⁾。

その前年には小野蘭山の口授「後ニ實アリ大サ七八分朱色ニシテ形茄子ノ如クナリ故ニ濱茄子ト云ヘリ」を、「此植物の實は微しく扁たい圓形であって決して茄子の様に縦長い形ちは爲てみない、故に其實を茄子に象って之を濱茄子と爲るのは其見立てを誤ってゐて偉い蘭山も此點は落第

ダ」と牧野の描くナスの形状（長ナス）から否定している¹⁵⁾。また、『続植物記』（1943年）には「世人が賛成しようがしまいが敢て其んな俗論には頓着せず、今此植物をハマナシと絶叫して少しも憚らないのである」とある¹⁶⁾。

ハマナシ説のその後

牧野は武田の文献を引用していないため、牧野がハマナシ説を最初に唱えた研究者、また、図鑑等で著名な牧野の説だから正論と思いついでいる人が大多数である。『北方植物園』（1968年）には牧野説紹介の後、「武田久吉博士もこの説。現在ではナスが東北でなまってナスになった、という説で落着いている」とある¹⁷⁾。前川は「ナスは茄子を思いやすいところから浜茄子の宛字さえできていた」と記している¹⁸⁾。『広辞苑』（2018年）は「はまなし【浜梨】」に詳しい説明文を与え、「はまなす【浜茄子】ハマナシ（浜梨）の訛」としている¹⁸⁾。

『新日本植物誌』（1992年）は和名にハマナスを採用している¹⁹⁾。『日本の野生植物』（1989年）はハマナシで立項していたが、改訂新版では「ハマナス [ハマナシ]」に改めた^{20,21)}。北海道を代表する図鑑等著者の和名扱いは以下の通り。原及び谷口は共にハマナスを採用していたが、平成に入ってからハマナシに変更している²²⁻²⁵⁾。梅沢はハマナスを採用し「浜梨の転化」と追記、山岸はハマナスの下に「別名 ハマナシ」と小さく付記している^{26,27)}。高橋・松井及び佐藤は「ハマナス ハマナシ」と立項している^{28,29)}。このように、植物の研究者は和名の扱いに苦慮している様子が見られる。

一方、既に述べたように北海道の花はハマナスで、ハマナシではない。1989年に道内で開催された第44回国民体育大会は「はまなす国体」と称された。また、筆者が知る限り、道内の施設や団体名、商品名などは全てハマナスを採用しており、行政上あるいは一般的にはハマナスを使用していると思われる。しかし、皇太子妃のお印がハマナスに決まった際、「国際香りと文化の会」は「雅子さま、ハマナスなんて、訛って呼ばない方がいいんじゃないやありません」との文を書いたという³⁰⁾。

ハマナシ説への疑問

松田は「ヘタは上下反対であるが、光沢、扁平に近い球形はトマト（別名アカナス）によく似ているので、ハマナスは本来の名と考えられる」とした³¹⁾。更に、深津は管野のハマナシ説に対する強い憤りを耳にしたのを機に疑問を持った。『農業全書』（1697年）及び『本草綱目啓蒙』（1805年）から当時は扁平な丸形のナスが好んで栽培されていたことを知り、牧野らの説を「主観的な『意見』であって、科学的もしくは学問的に証拠だてられた客観的事実とは言い難い」と評した^{30,32,33)}。

旭川市のバラ園経営者は『ルゴサな話』に「私を含め何人かの方がハマナシ説に疑問を抱くのは、その裏付けとなるものが提示されないから」と記し、『松前方言考』（1848年）及び『蝦夷物産誌』（1854年）に「ハマナシ」とあることを報告した³⁴⁾。

江戸時代の蝦夷地に関する記録 1

『松前方言考』には「考るにハマナシは濱茄子なるへし、梨子の形には似す。茄子の形にちかし、『蝦夷物産誌』には「松前方言にてハマナシと云按にハマナシは和漢三才圖繪に云濱茄子乃誤なるへし」と記載されていた。因みに、両書より約70年古い『松前志』（1781年序）には「^{ハマナス}玫瑰花」とあった^{35,36)}。

松井は以下の日本語—蝦夷語辞書4点にハマナシとあることを報告した³⁷⁾。『藻汐草』（上原熊次郎、1792年）「濱梨 マウ」、『蝦夷語集』（同、1824年）「^{はまなし}羨梨 マウ」、『蝦夷語箋』（同、1854年）「濱なし マウ」、『番人円吉蝦夷記』（能登屋円吉、1868年以降）「濱梨子 マウニ」（マウは果実、マウニは茎を指すアイヌ語）。

『藻汐草』は世界最初の和蝦辞典として有名で、最上徳内を通じてシーボルトの手に渡り、ヨーロッパにまで伝えられた。上原は松前または奥羽地方の人と推定され、能登屋は松前生まれ、共に幕末の蝦夷通辞であった³⁸⁻⁴⁰⁾。

江戸時代の蝦夷地に関する記録 2

『蝦夷草木図』に「マウ カラフト島ツンナイニテ写」と記された一枚の絵がある。1792年の蝦

夷地探索における幕臣小林源之助の写生図で、いくつかの写本が今日に伝えられている。幕府奥医師栗本瑞見（丹洲）が写した国立国会図書館本には、「漢名玫瑰花 和名ハマナス 蛮名ロウザ」と朱筆で補注されている。更には、坂璋（丹邱）による補注が加えられ、その最後には「ハマナシ（筆者注：右横に濱梨）ト呼做ス夷人ハマウニト云ハマナスト稱スル轉訛ナリ」とある。『蝦夷草木図』はシーボルトによりヨーロッパへもたらされると共に、『日本植物誌』の参考に資せられたことでも知られる^{36,40,41)}。

『胡地養生考』には「土人水腫ニ^{ハマナシ}玫瑰花ヲ用テ効アリ」とある。本書は1856年に蝦夷地警護を命じられた秋田藩士に随行した医師岩谷省達のマシケにおける日記である⁴²⁾。

『韃国漂流記』には「三日ホドモ浜梨子昆布ヲ食シ飢ヲ凌キ」とある。本書は松前西在突府村孫太郎他2名が1795年6月、現在の中国吉林省東岸に漂流した様子を近藤重蔵が記したものである⁴³⁾。

『蝦夷見聞誌』には「ヒシタムニ はまなし」とある（ヒシタムニは日高南部方言、写真5）。本書は安永年間初期、蝦夷地踏査と共にアイヌ語等に詳しい通辞の話を松前で聞いて纏めた書で、著者及び成立年は不明。しかし、北大北方資料室は「林子平?」、藤村は「1774～5年」としている。本稿では便宜上それらに従った^{44,45)}。

更に時代を遡ると、1643年に書かれたオランダの航海者フリースの蝦夷人観察記録に「アッケシ、土人はカキとハマナスの実をたびたびもってきてくれた」とあった。しかし、これは児玉が要約した文であり、記録者コーエンが実際にハマナスを何と書き留めていたのかまでは明らかに出来なかった^{45,46)}。

ハマナスの方言

『全国樹木地方名検索辞典』（2007年）はハマナシで立項し、方言ハマナスは北海道、青森、岩手、秋田、宮城、新潟（佐渡島）各県、京都府及び兵庫県に見られた。宮城県宮城郡、名取郡及び新潟県佐渡島では、ハマナスとハマナシの両方が収載されていた⁴⁷⁾。

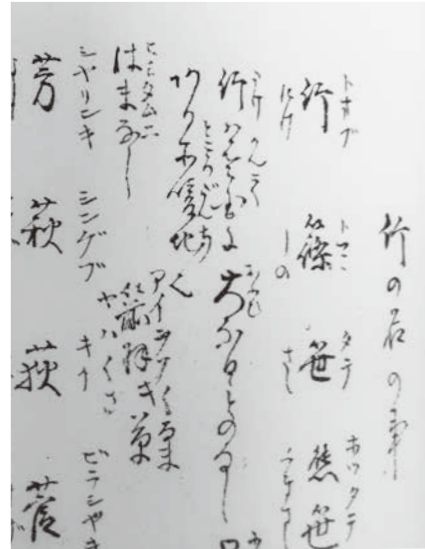


写真5. 林子平『蝦夷見聞誌』のハマナシ掲載頁（巻十九、北大電子複写本60頁/1774年頃/北海道立文書館所蔵、北海道大学附属図書館画像提供）

筆者が特に注目したのは石川県河北郡と新潟県粟島に共通する「ハマナスビ」であった。粟島には「ナスビノキ」もあった。全国的にナスはナスビと称されている⁴⁸⁾。『広辞苑』には「なす【茄子】（「なすび」とも）」、「なすび【茄・茄子】ナスの別称」とある¹⁸⁾。一方、ナシをナスと訛って言う県は多いが、ナスビと訛る県はなかった⁴⁸⁾。従って、ハマナスビは「浜茄子」、ナスビノキは「茄子の木」であって、浜梨、梨の木が語源ではない。

富山県にはカタナスの方言もあった⁴⁷⁾。ナス果実は軟らかいので、これは「硬いナス」の意であろう。ナシの果実は硬いので、もし浜梨が語源であるとするならば、わざわざ「カタ」を付ける必要はないであろう。

粟島の歴史と方言

粟島は新潟市の北約65km、村上市岩船の北西約35kmに位置する日本海上の孤島である。周囲は岩場が多く、長い間、他地域との交流が少なかった。このため方言として古語の残存が多いが、近年急速に失われている⁴⁹⁾。

9世紀初めに北九州（唐津?）の松浦党一族が上陸、先住の蝦夷を追い払い、東海岸前浜（現在の内浦）に住み着いた。その半世紀後（848年?）

には越前国（現在の福井県北半部）の本保一族が前浜へ上陸，松浦一族は西海岸（現在の釜谷）へ移住して現在に至っている．なお，松浦の本姓は安倍で，阿倍引田比羅夫は越前引田の出身らしい．本保一族の先祖は越前，越中近辺と考えられており，福井県の他，富山県にも本保という地名が残っている⁴⁹⁾．

ハマナスビは釜谷地区に残る方言で，ナスビノキは釜谷及び内浦両地区の方言とされている．1960年の調査開始当時，内浦地区でハマナスビは既に消滅していたのであろう．粟島の古い方言は北陸，山陰，九州の，新しい方言は山形，秋田，青森，北海道のそれぞれ日本海沿岸地域の言葉の影響を受けているという⁴⁹⁾．

従って，ハマナスビ，ナスビノキは北陸地方で生まれた古い方言であり，松浦氏及び本保氏移住の際に持ち込まれた後，離島という特殊な環境で生き続けたのであろう．その誕生時期は，奈良時代から平安時代初期と推定される．

因みに，基本名の上に形容詞が付いた和名は時代によって特徴があるという．ハマユウ（ハマオモト）など山に対して浜の付く植物名は古代から知られており⁵⁰⁾，ハマナスビの誕生時期を約1200年前としても問題はなからう．

江戸時代のハマナスビとハマナス

1719年に江戸で成立した語源辞典『東雅』に「今俗に玫瑰をハマナスビといふ也」と記されていた⁵¹⁾．

『享保元文諸国産物帳』は1735年（享保20）から数年をかけて行われた全国各領内の農産物，動植物等を纏めたものであり，当時の品種も調べられる貴重な資料である⁵²⁾．

加賀国，越中国及び能登国の『郡方産物帳』（1738年）には「はまなすひ 玫瑰」が北は能登国珠洲郡から南は加賀国石川郡まで連続して，東は越中国新川郡までの3国8郡に見られた．越中国新川郡には「濱なす 玫瑰」も見られた⁵³⁾．因みに，前項の越前国は加賀国の南に隣接する．

東北地方には，ナスの一品種としてハマナスビ（ハマナス）の名が見える．陸奥国南部領『南部領産物誌』（1735年）：なすび 長なすび，（5品

種略），とうなすび（はまなすび，かうらいなすび）＜稀＞，（3品種略）⁵²⁾．陸奥国仙台領『磐井郡東山築館村天狗田村産物書上帳』（1735年）：茄 白なす，黒なす，はまなす⁵⁴⁾．陸奥国盛岡領『従公儀御尋之産物御領分中書上留帳』（1735年）：なすひ 黒なすひ，はまなすひ，白なす⁵⁴⁾．同『御領分産物』（1736年）：なすび 長なすび，（5品種略），とうなすび（はまなすび共，かうらいなすび共），（3品種略）⁵⁵⁾．

『御領分産物』の後半には「民間用來菓草類」の項があり，その中には「はまなす」も見られる⁵⁵⁾．出羽国『羽州庄内領産物帳』（1735年）の果類には，「梨子 なし ありのみ」20品種，「柿 かき」16品種などの後に「はまなす」が，糧物として「はまなすの葉」が見られる^{52,55)}．佐渡国『佐州産物志』及び紀伊国『紀州在田郡広湯浅庄内産物』にも「玫瑰花 ハマナス」とある^{56,57)}．

一方，ハマナシは「志たなし」の別名として『御領分産物』に記載されている以外は見当たらなかった⁵⁵⁾．現在，シタナシ（シダナシ）はズミ，オオズミ，カナメモチ（共にバラ科）の岩手県方言とされ，ハマナスとの関連性は認められない⁵⁸⁾．

江戸時代中期，現在の石川県及び富山県のほぼ全域においてハマナスビと称されていたという記録は，前項で示したハマナスビが北陸地方生まれの古い方言という筆者の考えを支持している．また，現在の富山県東部及び東北地方でハマナスビとハマナスの両方が混在していたことは，両者の密接な関係を示しており，ハマナシが入り込む余地はない．従って，本項で見られるハマナスはハマナシの転訛ではなく，ハマナスビから派生したと考えるのが自然であろう．

ナス果実の昔と今

ナスは古墳時代から重要な野菜の一つとされ，長屋王家木簡（711～716年）に奈須比，茄子，正倉院文書（734年）に茄子，『本草和名』（918年）及び『和名抄』（931年）に「和名奈須比」と記録されている^{59,60)}．品種改良がしやすいため，古くから地域特有の品種が知られている．京都では丸い賀茂ナスが愛好され，写真6に示す江戸時代の

百科図鑑に記された絵も丸形である。現在、北海道、東北と関西以西では長ナス、甲信、北陸、関西では丸ナス、関東では卵形の千成ナスが好まれている^{61,62)}。代表的な形のナス果実を写真7に示す。

能登国『能州産物帳』(1735年)には「丸なすび」、加賀国『加州産物帳』(同年)にはなすび8品種の最初に「丸なすび」、越中国『越州産物帳』(1738年頃)にもなすび7品種の最初に「丸なすび」とあり⁵²⁾、江戸時代においても現在の石川、富山両県では丸ナスが主流であったことが裏付けられた。

前項で記した『南部領産物誌』には、なすび10品種の最初に「長なすび」、3番目に「丸なすび<稀>」とあり⁵²⁾、現在の青森、岩手両県の一部では江戸時代においても長ナスが主流であったことが裏付けられた。仙台長ナスは、秀吉の朝鮮出兵に参加した伊達家家臣が帰途の際に博多より持ち帰ったとされる⁶⁰⁾。

なお、ナスはナスビが短縮された女房ことばとされ、内裏仙洞の女官から一般庶民に広がった⁶³⁾。『御湯殿上日記』(1483年)に「松木よりなすの小枝まいる」とあるように、室町時代後期頃よりナスと言われるようになった⁶⁴⁾。また、茄は植物、茄子は果実を指すという⁶⁰⁾。

トマトの旧名と方言

山形県尾花沢市では、トマトをハマナスまたはセイヨーハマナスと称する⁴⁸⁾。ハマナス果実とミニトマト果実はヘタの位置が逆である点を除くと、類似点が多い(写真8)。

トマトに関する我が国最古の資料は狩野探幽が『草木花写生図巻』(1668年)に描いた「唐なすび」の絵で、現代のトマトに似る。『草花魚貝虫類写生図』(1703年)には「おらんだなすび」の赤い果実も描かれている。これは観賞用として江戸時代に導入された小型品種で、果実の色と大きさは現代のミニトマトに似る^{7,65)}。その後、貝原益軒は『大和本草』(1709年)で「唐ガキ」と称し、小野蘭山は「サンゴシユナスビ」と称している⁶⁶⁾。なお、『清良記』(1628年)には紫茄子の他に赤茄子も記され、赤い色のナスがあったことも分る⁶⁷⁾。

明治維新後、多くの西洋野菜が導入されたが、



写真6. 江戸時代に描かれたナスの絵
左：中村揚齋『頭書増補訓蒙図彙』
(巻六、十七丁オ／1695年／筆者蔵)
右：寺島良安『和漢三才図会』
(巻第百、一丁オ／1713年／筆者蔵)



写真7. 様々な形のナス果実(左下：賀茂茄子，
左上：北海道月形町産，右：群馬県産/
2017.8.13)



写真8. ハマナス果実(左)とミニトマト果実(右)
(2017.8.31)

その中にトマトもあり、赤茄子、唐柿などと称された⁶⁸⁾。このアカナスは、今でも多くの県で方言として残っている⁴⁸⁾。

『全国有用植物地方名検索辞典』(2008年)に収

載されたトマトにはトナス、トナスの他にトナシ（秋田県仙北郡、雄勝郡）、トナシ（秋田県河辺郡、仙北郡）、コーライナシ（宮城県各地）など語尾にナシの付く方言がある⁴⁸⁾。トナシ及びトナシは唐なすびからトナス及びトナスを経て転訛したものであろう。また、同書のナス方言には、ナスビの他にナシが青森県弘前市、岩手県二戸郡・気仙郡、秋田県各地、山形県庄内地方、福島県会津地方などに見られる⁴⁸⁾。これらの東北方言は、ナスビ→ナス→ナシと短縮、転訛することを示唆している。

最後に、多数あるナシ（梨）の語源説の一つを付記する。ナシの芯の部分は酸っぱいので、中が酸っぱい実、ナカスミ（中酸実）がナスミ→ナス→ナシと変化した⁶⁴⁾。

ハマナスビを語源とする新説

以上の文献調査の結果を踏まえ、以下に筆者のハマナス語源に関する新たな考えを示す（『物品識名』のイロハ文字使用）。

以. ハマナスビ誕生

奈良時代または平安時代初期、北陸地方においてその果実を丸ナスに擬えたハマナスビ（波末奈須比）、ナスビノキ（奈須比乃木）が生まれ、内陸の都である奈良、京都へも植物本体と共に持ち込まれた。時を経ると共に、ハマナスビの短縮形ハマナスが徐々に普及していった。

呂. ハマナスビ東北へ

平安時代、都で権勢を誇っていた藤原一族の内、役職に恵まれなかった者は東北地方などへ移住し、佐藤、齋藤、伊藤など藤の付く名字が広がった。それ以前には、坂上田村麻呂など数々の派兵も知られている。越前、越中等からの強制移住も少なくない。それらの人々の動きに伴って方言ハマナスビ等も東北地方へ広がった。

波. ハマナスビからハマナス、更にはハマナシへ

東北地方においてトマトの旧名語尾は、ナスビ→ナス→ナシと短縮、転訛した。同様に、ハマナスビもハマナスを経て、一部の地域ではハマナシへと転訛した。長ナスしか知らない地域では、浜茄子の概念は維持されず、身近にあるナシ果実に

擬えるのは自然の流れである。

仁. ハマナシ蝦夷地へ

蝦夷地松前三万石格の松前家は江戸期以前には蠣崎と称し、中世に北東北の雄となった安東氏の家臣であった。戦国時代初期、安東氏と共に本拠を蝦夷地に移した⁶⁹⁾。これに伴い、蝦夷地の玄関口である松前には転訛したハマナシが導入され、後年、辞書等に浜梨と表記されるに至った。やがてハマナシは松前方言として蝦夷通辞を通じ幕府要人、探検家、更には江戸の本草学者、儒学者、蘭方医等の知るところとなる。

保. ハマナシ長崎へ

シーボルトは 1826 年に長崎の出島を出て江戸参府を果たした。その際、『藻汐草』を通して松前方言ハマナシに関する情報を手にし、自著等に盛り込んだ。後年、武田の自説展開に引用された。

邊. 方言と和名

情報が簡単に伝わらなかった古い時代においては、植物の特徴と各地で異なる自然環境、生活習慣、産業などが相まって、数々の方言が生み出された。江戸時代後期になって『物品識名』（1809 年）等に数多くの方言のうちの一つ（多くは江戸方言）が収載され、それが徐々に全国に普及して現在の標準和名に至っている例が多い⁵⁰⁾。本種の場合、上書に「ハマナス 玫瑰秘伝花鏡」、『泰西本草名疏』（1829 年）に「ROSA RUGOSA. TH. ハマナス 玫瑰」と記載され^{70,71)}、ハマナスが和名として扱がった。

土. 和名の選択

今後使用する和名は、文献初出 1774 年頃のハマナシより、奈良、平安時代から 1200 年以上の長い歴史を有するハマナスビを語源とする「ハマナス」が好ましいと考える。その選択については読者の判断に委ねたい。

おわりに

キーワードは石川県河北郡と新潟県粟島に共通する方言「ハマナスビ」であった。直線距離にして 300km 離れた両地を繋ぐ手段として最初に浮かんだのは北前船であったが、決め手に欠けた。ある夜、NHK の番組「日本人のおなまえっ！」で

粟島が画面に。東海岸住民の多くが本保姓で、そのルーツは越前国云々、これが糸口となった。その後はナスとトマトの方言から、武田・牧野の説とは真逆となる新たな説を提案することとなった。

東日本大震災により、歴史に埋もれていた 869 年の貞観地震が日の目を見た。本保一族が粟島に上陸した時期、藤原一族が東北地方に移住した時期と重なる。それに起因する巨大津波で東北地方東海岸のハマナス大群落は壊滅し、その後時間をかけて復活したであろう。2011 年 3 月、再び巨大津波に襲われたハマナス群落の今に思いを馳せる。

終りに臨み、文献調査にご協力頂いた練馬区立牧野記念庭園学芸員田中純子氏、(株)科学書院代表取締役加藤敏雄氏及び北海道大学附属図書館北方資料室に深謝します。また、方言ハマナスビを報告された粟島研究家安藤潔氏に深甚なる敬意を表します。

引用文献

- 1) 前川文夫：植物の名前の話，八坂書房，東京，1994，pp.90-91.
- 2) 長南隆夫，姉帯正樹，金島弘恭：道衛研所報，**37**，68-70 (1987).
- 3) P.F.B.フォン・シーボルト著，大場秀章監修解説，瀬倉正克訳：シーボルト日本植物誌<本文覚書篇>，八坂書房，東京，2007，pp.65-66.
- 4) 武田久吉：ドルメン，**2**(9)，12-13 (1933).
- 5) 難波恒雄：原色和漢薬図鑑（下），保育社，大阪，1980，p.119.
- 6) 磯野直秀：慶應義塾大学日吉紀要・自然科学，**45**，69-94 (2009).
- 7) 磯野直秀：日本博物誌総合年表，平凡社，東京，2012，pp.130,147.
- 8) 四時堂其諺：滑稽雑談，国書刊行会，東京，1917，p.398.
- 9) 伊藤伊兵衛政武：広益地錦抄，八坂書房，東京，1983，p.192.
- 10) 白井光太郎：樹木和名考，内田老鶴圃，東京，1933，p.52.
- 11) 長崎大学薬学部編：出島のくすり，九州大学出版会，福岡，2000，p.16.
- 12) 武田久吉：植物学雑誌，**387**，55-60 (1919).
- 13) 武田久吉：民間伝承，**28**(2)，76-78 (1964).
- 14) 牧野富太郎：牧野日本植物図鑑，北隆館，東京，1940，p.443.
- 15) 牧野富太郎：実際園芸，**25**(5)，569-571 (1939).
- 16) 牧野富太郎：続植物記（復刻版），バベル社，東京，2011，pp.211-213.
- 17) 朝日新聞社編：北方植物園，朝日新聞社，東京，1968，pp.19-22.
- 18) 新村 出編：広辞苑 第七版，岩波書店，東京，2018，pp.2172, 2386.
- 19) 大井次三郎著，北川政夫改訂：新日本植物誌顕花編改訂版，至文堂，東京，1992，p.863.
- 20) 佐竹義輔，原 寛，亘理俊次，富成忠夫：日本の野生植物 木本 I，平凡社，東京，1989，p.202.
- 21) 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 3，平凡社，東京，2016，p.42.
- 22) 原 松次：北海道植物図鑑 下，噴火湾社，室蘭，1985，p.173.
- 23) 原 松次：札幌の植物，北海道大学図書刊行会，札幌，1992，p.92.
- 24) 谷口弘一，三上日出夫：北海道植物教材図鑑—山の花—，北海道新聞社，札幌，1984，p.142.
- 25) 谷口弘一，三上日出夫：新版北海道の植物—野の花（下）—，北海道新聞社，札幌，1989，p.32.
- 26) 梅沢 俊：北海道の草花，北海道新聞社，札幌，2018，p.166.
- 27) 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.284-285.
- 28) 高橋英樹監修，松井 洋編：北海道維管束植物目録，松井洋，札幌，2015，p.89.
- 29) 佐藤孝夫：増補新装版北海道樹木図鑑，亜璃西社，札幌，2017，p.188.
- 30) かの邦夫：花の名前にご用心！，アポック社出版局，鎌倉，1995，pp.80-83.
- 31) 松田孫治：秋田県産植物地方名考，松田孫治，田代，1979，p.70.
- 32) 深津 正，小林義雄：木の名の由来，東京書籍，東京，1993，pp.207-210.
- 33) 深津 正：植物和名の語源探究，八坂書房，東京，2000，pp.290-294.

- 34) バラ園経営者：ルゴサな話 (potato50.web.fc2.com/index.htm) 2006年2月11日, 6月15日, 旭川.
- 35) 安田 健編：江戸後期諸国産物帳集成 第I巻, 科学書院, 東京, 1996, pp.248, 757.
- 36) 安田 健編：江戸後期諸国産物帳集成 第II巻, 科学書院, 東京, 1997, pp.24-25, 409, 815, 968.
- 37) 松井 洋：北方山草, **23**, 67-103 (2006).
- 38) 上原熊次郎：藻汐草, 国書刊行会, 東京, 1972.
- 39) 能登屋円吉：番人円吉蝦夷記, 国書刊行会, 東京, 1972.
- 40) 谷澤尚一：シーボルト研究, **2**, 1-42 (1983).
- 41) 林昇太郎, 水島未記, 手塚 薫：道開拓記念館研究紀要, **29**, 135-176 (2001).
- 42) 岩谷省達：胡地養生考, 1857, [北海道大学附属図書館北方資料室 (秋田県立図書館)].
- 43) 近藤重蔵：辺要分界図考 巻5, 1804, (国立公文書館デジタルアーカイブ p.3).
- 44) 林 子平：蝦夷見聞誌 巻19, [北海道大学附属図書館北方資料室 (北海道立文書館)].
- 45) 藤村久和編：平成21年度アイヌ民俗文化財調査報告書 民俗技術調査2 (山菜採集技術), 北海道教育委員会, 札幌, 2010, pp.83, 88-92.
- 46) 明治前日本科学史刊行会編：明治前日本人類学・先史学史, 日本学術振興会, 東京, 1971, pp.333-418.
- 47) 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.361-362 (北日本編), 501 (中日本編).
- 48) 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, 360-362 (北日本編), 485-487, 491-494 (中日本編), 447, 450-453 (南日本編).
- 49) 安藤 潔：越後粟島の方言, 粟島浦村教育委員会, 粟島浦, 1997, pp.133, 154, 295-336.
- 50) 細見末雄：古典の植物を探る, 八坂書房, 東京, 1992, pp.212-223, 260-264.
- 51) 新井白石：東雅 (後刻版), 名著普及会, 東京, 1983, p.247.
- 52) 盛永俊太郎, 安田 健：江戸時代中期における諸藩の農作物－享保・元文諸国産物帳から－, 日本農業研究所, 東京, 1986, pp.1, 14, 23, 67, 78, 89.
- 53) 盛永俊太郎, 安田 健編：享保元文諸国産物帳集成 第I巻, 科学書院, 東京, 1985, pp.109, 170, 254, 303, 355, 363, 408, 413.
- 54) 盛永俊太郎, 安田 健編：享保元文諸国産物帳集成 第XVIII巻, 科学書院, 東京, 1993, pp.69, 508.
- 55) 盛永俊太郎, 安田 健編：享保元文諸国産物帳集成 第XV巻, 科学書院, 東京, 1990, pp.285, 438, 798.
- 56) 盛永俊太郎, 安田 健編：享保元文諸国産物帳集成 第III巻, 科学書院, 東京, 1986, p.113.
- 57) 盛永俊太郎, 安田 健編：享保元文諸国産物帳集成 第VI巻, 科学書院, 東京, 1987, p.762.
- 58) 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【北日本編】, 生物情報社, 大網白里, 2007, pp.123, 148, 269.
- 59) 青葉 高：野菜の博物誌, 八坂書房, 東京, 2000, pp.192-198.
- 60) 青葉 高：日本の野菜文化史事典, 八坂書房, 東京, 2013, pp.33-51.
- 61) 望月賢二, 青葉 高, 田中金太郎監修：海の幸・山の幸大百科 第II巻, ぎょうせい, 東京, 1989, pp.147-157.
- 62) 藤巻 宏編：地域生物資源活用大事典, 農山漁村文化協会, 東京, 1998, pp.235-239.
- 63) 杉本つとむ：杉本つとむ著作選集2, 八坂書房, 東京, 1998, pp.18, 78, 114.
- 64) 吉田金彦編：語源辞典 植物編, 東京堂出版, 東京, 2001, pp.170-172.
- 65) 磯野直秀：MUSEUM, **590**, 7-28 (2004).
- 66) 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.356.
- 67) 永井義瑩：近世農書「清良記」巻七の研究, 清文堂, 大阪, 2003, p.297.
- 68) 橘みのり：トマトが野菜になった日, 草思社, 東京, 1999, pp.191-196.
- 69) 中山良昭：江戸300藩 殿様のその後, 朝日新聞社, 東京, 2007, p.74.
- 70) 水谷豊文：物品識名乾, 1809, p.15丁オ.
- 71) 伊藤圭介著, 木村陽二郎解説：泰西本草名疏下, 井上書店, 東京, 1976, p.17丁ウ.

ウラルカンゾウの国内栽培における軽労化技術の開発 (第2報)¹⁾ — 株間機械除草用レーキの検討 —

Innovations for facilitating fieldwork in the cultivation of *Glycyrrhiza uralensis*
— Effective in-row weed control by optimizing tine types —

五十嵐元子¹, 菱田敦之¹, 根本英子², 澁谷幸憲², 村上則幸², 新庄記子¹, 川原信夫¹

1) 国立研究開発法人 医薬基盤・健康・栄養研究所 薬用植物資源研究センター

〒096-0065 名寄市大橋108-4

2) 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター

〒062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1

Motoko Igarashi¹, Atsuyuki Hishida¹, Eiko Nemoto², Yukinori Shibuya²,

Noriyuki Murakami², Noriko Shinjyo¹ and Nobuo Kawahara¹

1. *Research Center for Medicinal Plant Resources,*

National Institutes of Biomedical Innovation, Health and Nutrition

108-4 Ohashi, Nayoro, Hokkaido 096-0065, Japan

2. *Hokkaido Agricultural Research Center,*

National Agriculture and Food Research Organization

1 Hitsujigaoka, Toyohira, Sapporo, Hokkaido 062-8555, Japan

受付日：2018年11月1日

受理日：2018年11月21日

要 旨

ウラルカンゾウ（以下、カンゾウ）の栽培1年目において、除草機を用いた株間除草を有効にするため、除草機に装着する株間除草用レーキの強度およびカンゾウ定植後除草機走行を開始する時期について検討した。カンゾウの生存率は弱い力で作用するレーキセットで定植2週間後、強い力のレーキセットでは定植4週間目以降に走行開始した試験区で80%以上であった。一方、株間の除草効果は強いレーキセットで定植後早い時期から除草機を走行させたとき高かった。定植2週間目頃に弱い力のレーキセットで除草を開始し、定植4週間目頃に強いレーキセットに切り替えることによりカンゾウに損傷を与えることなく効果的に株間除草ができると考えられる。

Abstract

We have recently reported that weekly weeding using a tine weeder is beneficial in the growing of *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. ex DC. In this study, we tested two tine combinations attached to the tine weeder, to optimize in-row weeding. More than 80% of *G. uralensis* survived when weeding with a gentle-effect tine combination (GE) was started two weeks after

planting, while weeding with a strong-effect tine combination (ST) gave the same survival rate when weeding began four weeks after planting. Fewer weeds remained when weeding was started earlier with ST. In conclusion, effective in-row weeding without uprooting of *G. uralensis* is possible if weeding is started with GE around two weeks after planting of *G. uralensis*, when the plant height is 5.5-13.0 cm, and the tine combination can be changed to ST after a further two weeks, when the plants have reached a height of 16.0-19.0 cm.

はじめに

ウラルカンゾウ *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. ex DC. (以下、カンゾウ) は、漢方薬原料生薬甘草の基原植物であり、近年では薬用植物国内栽培化の一環として、全国各地で試験栽培が行われている。しかし、その雑草管理は大きな課題のひとつであり作業の軽労化が望まれている。

大豆等の一般農作物の栽培で用いられるトラクタ牽引型の除草機は、畝間除草用の除草カルチに加えレーキと呼ばれる株間除草用の部品を装着したもので、これにより畝間だけでなく株間の除草もできる利点がある。前報¹⁾では、カンゾウ栽培1年目において週1回の除草機走行が有効であることを報告したが、カンゾウ定植後しばらくは手作業で除草し、カンゾウが十分根を張ってから除草機の走行を開始した。しかし、定植後の作業負担を軽減するためには早い時期に除草機走行を始めることが望ましい。また、レーキを用いた株間除草では作物を引き抜くことなく雑草だけを引き抜く物理的な選択性を利用しているため²⁾、カンゾウの生育に合わせて雑草のみを効果的に枯死させるレーキの組み合わせを選定する必要がある。

本研究では、複数タイプあるレーキのうち、一般農作物で主に生育初期に用いられる柔軟で比較的弱い力で作用するレーキの組み合わせ（レーキセット GE）、あるいは主に生育中・後期に使われる強硬で強い力で作用するレーキの組み合わせ（レーキセット ST）を、カンゾウ定植後の異なる時期から用いたときの株間の除草効果およびカンゾウへの影響について調べた。

材料と方法

供試材料：ウラルカンゾウ *Glycyrrhiza uralensis*

Fisch. ex DC. (導入番号 16444：医薬基盤・健康・栄養研究所薬用植物資源研究センター北海道研究部で2007年に導入し保存している系統)

栽培管理：2017年4月11日に128穴セルトレイに播種した。温室内で育苗後ビニールハウス内で馴化し、6月21日に畝幅60cm株間50cmで定植した。中耕および手除草により7月20日に全試験区、および8月23日に完全除草区の雑草を除去した。

試験区：1区あたり28.8 m²（畝幅60cm×12m×4畝）とした。

完全除草区（畝間中耕と株間手除草）

GE-1区：レーキセットGEで定植1週間後に処理開始

GE-2区：レーキセットGEで定植2週間後に処理開始

GE-4区：レーキセットGEで定植4週間後に処理開始

GE-6区：レーキセットGEで定植6週間後に処理開始

ST-1区：レーキセットSTで定植1週間後に処理開始

ST-2区：レーキセットSTで定植2週間後に処理開始

ST-4区：レーキセットSTで定植4週間後に処理開始

ST-6区：レーキセットSTで定植6週間後に処理開始

試験方法：除草機はキュウホー社製 S3 カルチに碎土輪、爪カルチ、碎土クラッシャーおよび V, C, H レーキ（レーキセット GE）あるいは A, CL, BL レーキ（レーキセット ST）を装着したものを、28馬力トラクタ FT28HN（クボタ社製）

で牽引した (Figure 1). 除草機の走行は 2017 年 6 月 30 日 (定植 1 週間後) から 8 月 1 日 (定植 6 週間後) の間に開始し, 9 月 4 日まで週 1 回の頻度で実施した.

除草効果の調査: 各試験区に設けた調査区 (1m×0.6m) 内の株間に残った雑草を 7 月 20 日に抜き取り, 草種別に乾燥重量を測定した (除草剤普及適用性試験実施基準 (畑作・野菜等) の残草量調査方法による) (n=4). 雑草調査では畝間中耕後除草前の完全除草区を無除草区とした.

土壌硬度の測定: 各試験区の除草機走行開始日に山中式土壌硬度計 (藤原製作所社製) を用いて土壌表面のち密度を測定した (n=5).

カンゾウ損傷の調査: 各除草処理の翌週に各試験区の残存株数を計測し, 定植時の株数を 100% として生存率を算出した. 定植後の活着不良等により除草開始前から生存率 80% 程度の試験区があったことから, カンゾウの損傷程度は生存率 80% を閾値とした.

カンゾウ生育調査: 各試験区の除草機走行開始日に草丈および葉数を測定した (n=5).

カンゾウ収穫物の調査: 10 月 17 日に各試験区から 10 株を収穫し, 根およびストロンの乾燥重量を測定した (n=10). 品質評価として, 3 株または 4 株分の根を 1 組としグリチルリチン酸含量を第十七改正日本薬局方に従い測定した (n=3).

統計処理には JMP13 (SAS 社製) を用い, 試験区間の比較は Tukey-Kramer の HSD 検定 ($p < 0.01$) により行った.

結果および考察

カンゾウ定植 1 週間あるいは 2 週間後に除草機走行を開始した場合, レーキセット GE で ST より生存率が高く, カンゾウに与える損傷は少ないことが示された (Figure 2). レーキセット GE では定植 2 週目以降, ST では定植 4 週間目以降にカンゾウの生存率が 80% 以上になり, 各レーキセットを用いた株間除草を開始できる時期と考えられた. 除草機走行開始時期のカンゾウの生育を Table 1 に示す.

除草効果を定植 4 週間後に調べた結果, 株間の

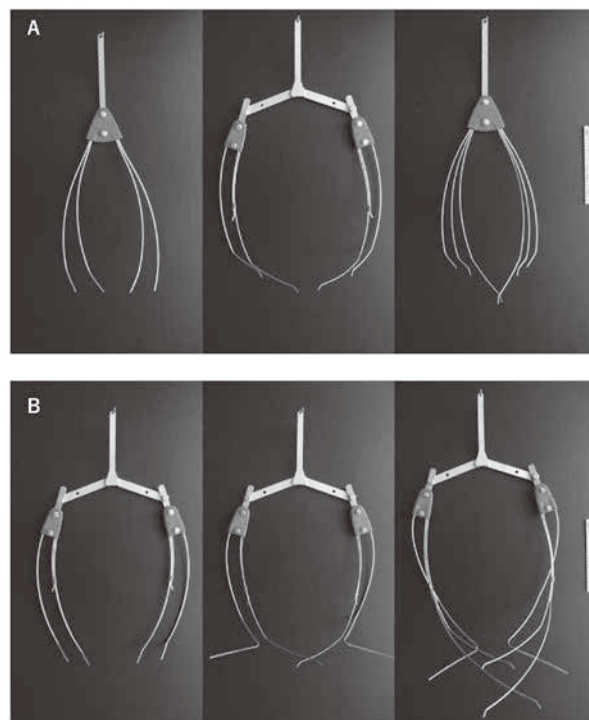


Figure 1. Tine combinations used for in-row weeding. (A): Tine combination GE with type V (left), C (center), H (right). (B): Tine combination ST with type A (left), CL (center) and BL (right). Tines were attached to the tine weeder; V or A at the front, C or CL in the middle and H or BL at the rear. Bar = 20 cm.

残草量はいずれの除草処理区でも無除草区より有意に少なかった (Figure 3 と 4). また, レーキセット ST ではレーキセット GE より少ない傾向が認められ, さらにレーキセット GE では, 除草処理を定植 1 週目に開始したほうが 2 週目より有意に少なかった (Figure 3 と 4). 株間残草の主な草種はイヌビエ, スベリヒユ, シロザ, ホソアオゲイトウ, ハコベで, 試験区間に差異はなかった. 定植 1~6 週目の土壌表面の硬度 (ち密度) は, 2.1~12.6mm の範囲にあり, 除草効果への影響は認められなかった.

カンゾウの収量に試験区間で有意差はなかったが, レーキセット GE, ST とともに定植 6 週間後に除草を開始した場合に低い傾向が見られ, 雑草害による生育抑制が原因であると考えられた (Table 2). 根の指標成分グリチルリチン酸の含量に試験区間で有意差はなかった (Table 2).

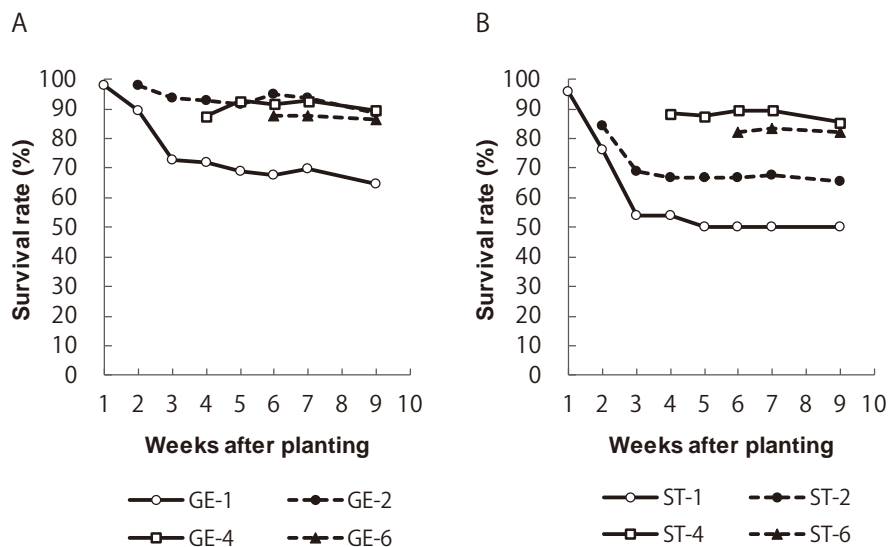


Figure 2. Survival rate of *G. uralensis* during weekly in-row weeding. Survival rate was calculated from the number of plants remaining after weeding per the number initially planted. (A) In-row weeding with tine combination GE was started one (GE-1), two (GE-2), four (GE-4) or six (GE-6) weeks after planting. (B) In-row weeding with tine combination ST was started one (ST-1), two (ST-2), four (ST-4) or six (ST-6) weeks after planting.

Table 1. Growth of *G. uralensis* after planting.

Weeks after planting	Plant height (cm)	Number of leaves
1	7.5 ± 1.1	5.8 ± 0.50
2	10.2 ± 3.1	5.0 ± 0.71
4	17.7 ± 1.1	8.0 ± 1.58
6	22.5 ± 2.6	11.2 ± 1.92

Mean ±SD, n = 5.

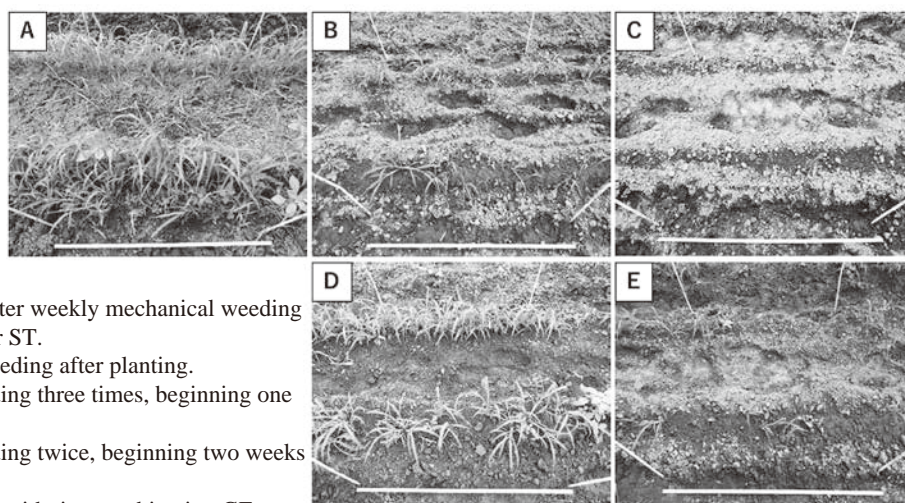


Figure 3. Weeds remaining in rows after weekly mechanical weeding with tine combination GE or ST. (A) Field without in-row weeding after planting. (B) and (C) Field after weeding three times, beginning one week after planting. (D) and (E) Field after weeding twice, beginning two weeks after planting. (B) and (D) In-row weeding with tine combination GE. (C) and (E) In-row weeding with tine combination ST.

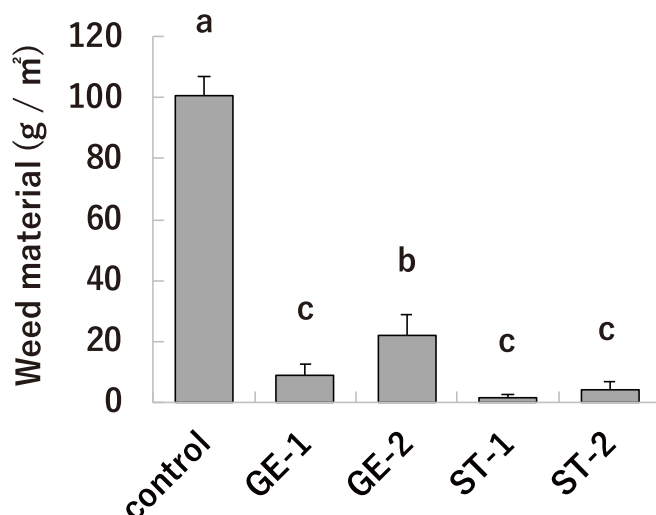


Figure 4. Dry weight of weeds remaining in rows after weekly mechanical weeding with tine combination GE or ST. Weed samples were collected four weeks after planting. In-row weeding was performed either three times, beginning one week after planting (GE-1 and ST-1), or twice, beginning two weeks after planting (GE-2 and ST-2). In the control group, no in-row weeding was carried out. Multiple comparisons between groups were made by the Tukey-Kramer test. Different letters (a, b and c) indicate significant differences between the groups ($p < 0.01$). Bars: SD, $n = 4$.

Table 2. Dry weight and content of glycyrrhizic acid (GA) in harvested *G. uralensis*.

	Dry weight of root (g)	Dry weight of stolon (g)	GA in root (%)
Manual weeding	3.86 ± 1.26	0.81 ± 0.35	0.82 ± 0.10
GE-1	5.13 ± 5.16	0.51 ± 0.50	0.88 ± 0.15
GE-2	5.62 ± 3.44	1.02 ± 0.82	1.07 ± 0.35
GE-4	5.11 ± 2.10	0.63 ± 0.52	1.18 ± 0.36
GE-6	2.89 ± 1.19	0.64 ± 0.41	0.90 ± 0.19
ST-1	6.18 ± 4.79	0.52 ± 0.42	0.77 ± 0.13
ST-2	5.40 ± 4.37	0.68 ± 0.74	0.84 ± 0.12
ST-4	6.67 ± 3.33	1.84 ± 1.40	0.91 ± 0.21
ST-6	3.43 ± 1.88	0.53 ± 0.51	0.82 ± 0.09

In-row weeding was carried out until 11 weeks after planting, and root and stolon were harvested after a further six weeks.

Mean ± SD, $n = 10$ (dry weight), $n = 3$ (GA).

結論

弱い力で作用するレーキセットがカンゾウへの損傷が少なく定植後早い時期から施用できる一方、強い力のレーキセットでは弱い力のレーキセットより除草効果が高い傾向が認められた。定植から2週間目頃（カンゾウの草丈 5.5~13.0cm）から週1回の頻度で弱い力のレーキセット GE を装着した除草機を走行させ、定植後4週間頃（カンゾウの草丈 16.0~19.0cm）に強いレーキセット

ST に切り替えることにより、カンゾウを引き抜くことなく効果的に株間除草ができることが示唆された。

謝辞

本研究は、平成29年度農林水産省委託プロジェクト研究補助金 研究課題名「多収阻害要因の診断法及び対策技術の開発」により実施されました。関係各位に深謝いたします。

引用文献

- 1) 五十嵐元子・林茂樹・新庄記子・菱田敦之・川原信夫・根本英子・石川枝津子・村上則幸：ウラルカンゾウの国内栽培における軽労化技術の開発－機械除草による雑草管理の検討－，薬用植物研究，2017，39(2)，34-39.
- 2) 小林浩幸：雑草と雑草防除技術－除草の原理と技術開発－，薬用植物研究，2017，39(1)，7-13.

表紙の写真

イヌサフラン

Colchicum autumnale L.

属名の読み方によって，コルクウムやコルチカムとも呼ばれる，単子葉植物。

ユリ科に分類されてきたが，最近の DNA が決める新分類法「植物分類法」によって，イヌサフラン科に分類された。

種子をコルクウム子，球茎をコルクウム根と呼び，痛風治療薬，および染色体倍加ホルモンコルクヒチンの製造原料とする。

育成地：ヨーロッパ中南部～北アフリカ原産の球根植物。

日本には明治時代に渡来し，園芸植物として広く植えられる。

形態：多年生の球根植物。球根は刑 3～5cm の卵型で，9 月下旬から 10 月にかけて花茎 15cm ほどのアヤメ科のサフランに似た花をつける。翌春にオモトのような葉を根生する (20～30 cm)。耐寒性が強く，何年も植えたままで開花する。葉は，ギボウシやギョウジャニンニクと類似している。球根は，ジャガイモやタマネギと間違え，有毒成分コルクヒチンを含み死に至ることがあるので注意を喚起したい。

薬用植物の筒栽培に関する研究 4 実用栽培に向けたカンゾウの短筒栽培 1

Studies on cultivation of Medicinal Plants using Tubes 4
For practical cultivation of Experimental Growing in Short Tubes of *Glycyrrhiza* 1

末岡昭宣¹, 永井賢治², 吉岡達文¹, 藤田浩基¹, 野村知史¹, 草野源次郎¹

新日本製薬株式会社岩国研究所¹, 愛媛県農林水産研究所²

〒740-0602 山口県岩国市本郷町本郷275

Akinobu Sueoka^{*}, Kenji Nagai, Tatufumi Yoshioka, Hiroki Fujita,
Tomofumi Nomura, and Genjiro Kusano

Research Laboratory for Medicinal Plant Resources, Shinnihonsei-yaku Co., Ltd., Hongo 275,
Hongo-machi, Iwakuni city, Yamaguchi Pref. 740-0602, Japan

受付日：2018年10月17日

受理日：2018年11月30日

要 旨

薬用植物研究 39 巻 2 号, 40 巻 1 号では, ウラルカンゾウ *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. スペインカンゾウ *Glycyrrhiza glabra* Linn. (マメ科) の筒栽培の取り組みについて詳述した. しかしながら, 筒栽培の課題である高生産コストや生産規模の拡大については未解決であり, これらの課題を解決するため露地栽培の取り組みを開始した. 今回, 露地栽培の課題の1つであるストロンの繁茂による収穫作業の困難さを軽減させるため, 短い筒を利用しストロンの伸長を抑制する試験を行った結果, 短筒内にストロンを留まらせ, 伸長を抑制することが明らかとなった. さらに, 幾つかのカンゾウを試験栽培し, 収量や成分含量を測定した結果, 栽培する系統によって露地栽培が可能であることを確認した. また, 土壌水分による栽培条件の比較試験では, 収量や成分含量に影響を及ぼすことが明らかとなった.

Abstract

In the research of Medicinal Plants, vol. 39, No. 2 and vol. 40, No.1, we detailed the cultivation of *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. and *Glycyrrhiza glabra* Linn.(Leguminosae) using tubes in the greenhouse. However, high production cost and expansion of production scale, which is the subject of cultivation using tube, is unresolved, and efforts to open field cultivation have been started to solve these problems. This time, in order to reduce the difficulty of harvesting work due to the proliferation of stolon which is one of the subjects of open field cultivation, we conducted a test to suppress elongation of stolon utilizing a short tube. As a result, it was revealed that stolon remains in the short tube, suppressing elongation of stolon. In

addition, several licorice fruits were tested and cultivated, and as a result of measuring the yield and component content, it was confirmed that open field culture was possible depending on the cultivated line. Moreover, it was revealed that in the comparative test of cultivation condition by soil moisture, yield and component content are affected.

著者らは、2007年より、医薬品原料の規格を満たす国産甘草の生産を目標にウラルカンゾウ・スペインカンゾウについて筒栽培試験を開始した^{1) 2)}。その結果、日本薬局方(JP16)の規格を満たす甘草の生産が可能となった。しかしながら、筒栽培、特にハウスを利用する場合には、生産コストは高く規模拡大が困難であった。これらの問題を解決するため、低コスト且つ増産可能な栽培法を検討した結果、露地栽培が妥当と考えられたが、これまで降水量が多く多湿な日本の気候では栽培が困難と考えられてきた。また、栽培可能な地域においても、ストロンが繁茂し収穫が困難になるなど課題も多く、これらを踏まえ、まずストロンの伸長を抑制し収穫の効率化を実現するため、短い筒を利用しストロンを抑制可能か調査した。また、同様の方法を用い幾つかのカンゾウを試験栽培し、収量性や成分含量を調査することで、露地栽培の可能性を検討した。愛媛県農林水産研究所では、耕作放棄地の活用を前提とし、水田を使用し、畝高やマルチの有無による土壤水分量の差が生育や成分含量に与える影響について調査した結果を報告する。

供試材料

栽培試験に用いた苗は、初回試験では、3号ポットで2年間養生したウラルカンゾウモンゴル由来実生根を使用し、第2回試験では、ウラルカンゾウ岩国選抜系統¹⁾、スペインカンゾウ大阪薬科大系統(G0)²⁾の培養苗、3回目の試験では、甘草屋敷系統、スペインカンゾウ岩国選抜系統の培養苗¹⁾もしくはストロン苗を使用した。これらについてまずセル苗¹⁾を生産後、4号ポリポットへ鉢上げし、ポット底の排水穴より根が確認できた段階で定植苗とした(写真1・2)。愛媛県農林水産研究所(以下農水研)の試験については、ウラルカンゾウ岩国選抜品を使用し、岩国研究所で生

産したセル苗を農水研において4号ポリポットへ鉢上げし、育苗後に定植苗とした。

方法

1. 岩国における栽培試験

ストロン抑制短筒栽培(以下、短筒栽培)は、直径10cm、長さ10cm~25cmの短い筒(短筒の素材としては、塩ビ・アクリル板・耐水紙など)を使用し、底には筒栽培¹⁾同様、排水穴を十数個開けたキャップを取付けた。また、その代替品として上径12cm・高さ10~13cm、底穴4穴の4号ポリポットなどを使用し、この中へ筒栽培用の配



写真1. 筒下へ伸長した根



写真2. 4号ポット苗(定植前)

合培土（表 1）を充填し、事前に生産しておいたセルトレー苗を移植した。続いて露地栽培用の圃場であるが、圃場への施肥は、第 1 回試験および第 3 回試験では無施肥とし、第 2 回試験では、発酵鶏糞を使用し施肥の有無による地上部・地下部の生育への影響について調査を行った。試験圃場は、トラクターで耕耘後、畝立て機を用い、幅 60cm・高さ 30cm の畝を立てた。畝立て後、土壌の流亡・雑草防除を目的に白黒マルチを張り、通路（畝間）には防草シートを敷いた。その後、マルチを張った畝に短筒苗（ポット苗）を置くための穴を 30cm 間隔で開け、そこへ短筒苗（ポット苗）を置くか、もしくは倒伏しづらくするため、5cm 程度土を掘り埋め込んだ。図 1 が短筒栽培のイメージ図である。株間 30cm、1 条植えとし、定植後は灌水・追肥・防除は行わず、収穫まで除草のみ実施した。

初回試験の定植（西畑 A 圃場（写真 3）は、2010 年 4 月 6 日、第 2 回試験（波野圃場、西畑 B 圃場（写真 4）は、2011 年 4 月 20 日および 6 月 13 日、第 3 回試験（西畑 A 圃場）は、2013 年 5 月 12 日に行い、栽培期間は 2 年間とした。収穫は、1 回目の試験では 1 年栽培品を 10 月 15 日、2 年栽培品を翌年 10 月 18 日に行い、2 回目・3 回目試験では定植翌年の 11 月に、2 年栽培品を収穫した。収穫後、ストロン抑制効果、収量、グリチルリチン酸（以下 GL）含量を調査し、これまで行ってきたハウス内筒栽培収穫物との違い、圃場による差を確認した。第 1 回試験では、露地栽培が可能か判断するため収量を調査し、第 2 回・第 3 回試験では、収量・GL 含量を測定した。

短筒栽培の収穫は、写真 5・6 のように一般的なトラクターに振動掘り取り機を装着し、まず畝の下をくぐらせ、その後人力で株を上方へ引っ張り収穫した。収穫後は、短筒（ポット）を取り外し、根頭部・ストロンを切り分けた後、高压洗浄機を使用し洗浄した。分析用の株については、洗浄後、5mm 角を目安に細断し、40℃で 24 時間機械乾燥後、ワンダーブレンダーで粉碎し分析検体とした。収穫した株の切り分け方であるが、まず地上部茎葉を根元より切り取り、地下部を洗浄後、5cm 以

表 1. 試験培土配合表

資材名/試験培土	No.5
健康な土	50%
ピートモス（無調整）	15～20%
パーライト1号	10～15%
バーミキュライト L	10～15%
ボラ土（微粒）	10～15%
肥料A（N2.2P4.2K0.6）	1%
有機石灰（卵殻粉）	0.5%



図 1. 短筒栽培イメージ



写真 3. 露地栽培圃場（西畑 A 圃場）



写真 4. 露地栽培圃場（西畑 B 圃場）

上伸長した地下茎をストロンとしてカウントし、根元より切り取った。5cm 未満のストロンは根頭部とし、根頭部およびストロンに枯れた部位等が残っている場合は全て取り除いた。次に根頭部と根の境界であるが、ストロンがある場合は、最下位のストロン発生位置を境として切り分け、ストロンが無い場合は、最下位の茎の発生位置を境として切り分けた（写真7）。

2. 愛媛県における栽培試験

愛媛県での試験⁴⁾は、農水研内の水田を使用し、炭酸苦土石灰 100kg/10a を施用、元肥・追肥は無しとした。耕耘後、畝幅 200cm・畝高 40cm・30cm・20cm の畝を立て、それぞれにシルバーマルチの有無による試験区を設けた（写真8）。定植は、各区 16~18 株を株間 30cm・1 条植えとし、2014年6月2日に行った。定植後は除草のみを行い翌年の11月30日~12月1日に収穫した。調査項目として、土壌水分（図2：各畝の底部について Daiki 製 pF メーターにより1年目は7月1日~11月末までの間1週間毎に、2年目は4月1日~11月10日までの間5日毎に測定）、2年目萌芽数、茎数を調査した。また、収穫後地下部生重量・GL含量を測定した。地下部の調査については、平均的な5株（n=5）を選びその平均値を算出した。

【グリチルリチン酸含有量測定方法】¹⁾

試料溶液の調製法

標準品（富士フィルム和光純薬株式会社：純度99%以上）

- 1) 甘草の根頭部を除き、根とストロンに分け、それぞれ全量を裁断・乾燥（105℃，5hr）させ

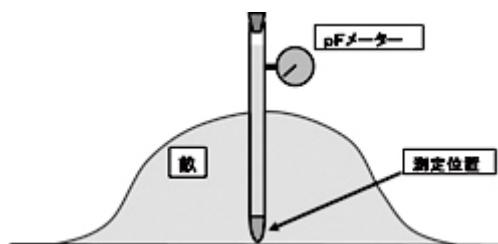


図2. 土壌水分の測定位置



写真5. 甘藷用振動掘り取り機（NIPRO 製）



写真6. トラクターによる収穫作業の様子

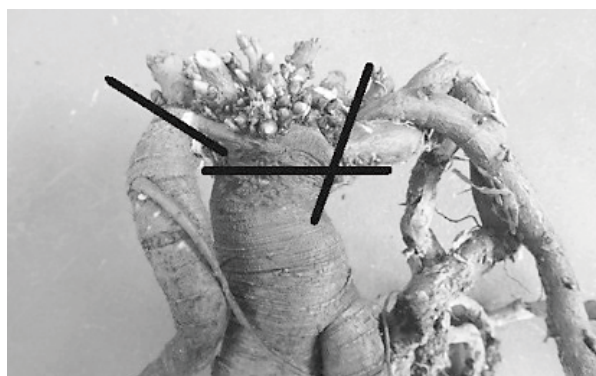


写真7. 根頭部の切り分け位置



写真8. 愛媛県農林水産研究所試験圃場

た後、ワンダーブレンダーで粉碎した。その後、ふるい(75 μ m)にかけ、100mg 精秤した。

- 2) 1) にパラオキシ安息香酸プロピル(内部標準) 50mg/500mL に調製した 50%エタノール 10mL を加えよく振った後、超音波で 20 分抽出し、抽出液を回収した。
- 3) 0.45 μ m のフィルターで濾過し試料溶液とした。

標準溶液の調製法

- 1) パラオキシ安息香酸プロピル(内部標準)50mg を精秤し、50%エタノールを加え 50mg/500mL に調製した。
- 2) グリチルリチン酸を 40mg 精秤し、1) に溶かして 100mL にメスアップした。
- 3) 2) を 1mL 取り、1) で 10mL にメスアップした。

HPLC 条件

カラム: Mightysil RP-18GP150-4.6 (3 μ m)

移動相: 酢酸アンモニウム 3.85 g を含む水/アセトニトリル/酢酸 (720 / 280 / 5)

流速: 0.8mL / min (グリチルリチン酸の保持時間が 15 分になるように調整)

カラム温度: 40 $^{\circ}$ C

検出: 紫外線吸光光度計 (254nm)

試験結果

1. 岩国における栽培試験

1) 第 1 回栽培試験

1 年栽培品の収穫について、写真 9 は塩ビ製短

筒で栽培した株であり、写真 10 は 4 号ポリポットで栽培したものである。また、写真 11 は比較のため圃場へ直植えした株であるが、これらを見ると、直植えした株からはストロンが伸長しているものの、短筒やポリポットを使用したものについてはストロンの伸長がほとんど確認できなかった。表 2 は 1 年栽培品の地下部生重量を測定した結果であるが、短筒を使用しているものは直植えしたものに比べ明らかにストロンが少なく、根の重量は多い傾向が見られた。また、薬用植物研究 39 巻 2 号のモンゴル由来実生筒栽培¹⁾ 1 年生と比較すると、80cm 筒栽培品が約 200g であり、同等以上の収量となった。次に 2 年栽培品であるが、写真 12 は塩ビ製短筒栽培品、写真 13 は 4 号ポリポット栽培品、写真 14 は直植え株を収穫したものである。直植えした株はストロンが発達し、このストロンが写真 15 のように振動掘り取り機に絡みつき収穫が困難となった。一方、塩ビ筒やポリポットの短筒栽培品では、ストロンが筒内部を、円を描くように伸長しているものの筒内に留まっており、ストロンの伸長を抑制していることを確認した(写真 16)。しかし、ポリポットについては、ストロンがポットを突き破り伸長している株が見られたものの、ストロンを抑制することで収穫作業は容易となり、圃場に残るストロンは減少した。表 3 は短筒 2 年栽培品の地下部生重量の測定結果であるが、短筒の素材による収量への大きな差は見られなかった。また、ハウス内筒栽培 2 年栽培品の結果 480g¹⁾ と比較すると 1.6 倍の収量となった。



写真 9. 短筒 (塩ビ)
1 年栽培品



写真 10. 短筒 (4 号ポット)
1 年栽培品



写真 11. 直植え 1 年栽培品

表 2. モンゴル由来 2 年根 1 年栽培品地下部生重量

栽培方法	株No.	地下部生重量 (g)				地下部合計生重量 (g)
		根頭部+ストロン	内ストロン	短筒内根	短筒外根	
短筒栽培 (ストロン抑制有り)	1	55.8	13.4	139.0	249.7	457.9
	2	14.0	4.8	46.9	102.2	167.9
	3	44.4	10.4	71.8	207.9	334.5
	4	30.9	0	125.1	337.6	493.6
	5	2.1	0	51.6	26.0	79.7
	6	7.2	0	20.5	56.2	83.9
	7	6.5	0	75.3	105.4	187.6
	8	3.4	0	35.5	121.9	160.8
	9	7.6	0	86.1	141.4	235.1
	10	60.5	0	92.4	240.7	393.6
	11	18.6	0	58.5	142.8	219.9
	Ave.±SD	22.8±20.6	2.6±4.6	73.0±34.6	157.4±88.1	255.9±136.9
直植栽培 (ストロン抑制無し)	1	40.2	21.8	93.4		133.6
	2	108.2	89.4	82.7		190.9
	3	59.3	36.0	279.6		338.9
	4	57.3	38.2	160.4		217.6
	5	25.0	20.0	42.9		67.9
		Ave.±SD	58.0±28.0	41.1±25.2	131.8±83.0	

表 3. モンゴル由来 2 年根 1 年栽培品地下部生重量

短筒素材	株No.	地下部生重量(g)
塩ビ製短筒	No.1	772.3
	No.2	1192.8
	No.3	542.0
	No.4	650.0
	No.5	760.0
	Ave.	783.4±221.1
4号ポリポット	No.1	1515.7
	No.2	579.2
	No.3	505.1
	No.4	850.0
	No.5	650.0
	Ave.	820.0±366.3

2) 第 2 回栽培試験

波野圃場における各種カンゾウの草丈および株元の茎幅を測定した結果、9 月 5 日時点ではウラルカンゾウの草丈が 52.8cm・茎幅が 3.8mm、スペインカンゾウが 82.3cm・6.04mm となった(表 4)。9 月以降は地上部が褐変し傷みが激しかったため、調査は 9 月に終了した。また、2 年目については、生存株について萌芽後より引き続き同様の調査を実施したが、春に萌芽しない株が多く見られ、調査株 8 株中 4 株で萌芽が見られなかった。特にウラルカンゾウでその割合は高かった。表 5 は、西畑 B 圃場の草丈・茎幅の推移であるが、9 月 1 日時点のウラルカンゾウの草丈は 68.8cm・茎幅は



写真 12. 筒苗 (塩ビ) 2 年栽培品



写真 13. 短筒 (4 号ポット) 2 年栽培品



写真 14. 直植え 2 年栽培品



写真 15. 振動掘り取り機に絡みついたストロン



写真 16. 短筒内のストロン

表 4. ウラルカンゾウ岩国選抜・スペインカンゾウ大阪薬科大 G0 系統 地上部生育の推移 (波野圃場 1 年目)

株 No./測定日	草丈 (cm)							茎幅 (mm)						
	6/1	6/15	7/1	7/15	8/1	8/17	9/5	6/1	6/15	7/1	7/15	8/1	8/17	9/5
ウラルH-1	9.0	10.4	15.5	20.0	21.5	28.3	36.0	2.23	2.00	2.28	1.76	2.66	2.13	2.36
ウラルH-3	12.2	12.6	13.4	21.4	35.5	50.0	62.0	2.35	2.51	2.08	2.60	3.78	5.14	5.07
ウラルH-4	9.0	9.3	14.7	21.5	33.5	48.0	62.0	2.67	2.75	2.41	2.35	3.87	6.44	4.81
ウラルH-5	4.9	5.2	11.6	12.2	21.6	34.9	39.0	1.99	1.77	1.91	2.01	2.58	2.88	2.10
ウラルH-6	7.9	8.9	9.0	18.1	33.0	50.0	65.0	2.24	2.01	2.00	2.68	3.72	4.40	4.67
Ave.±SD	8.6±2.3	9.3±2.4	12.8±2.3	18.6±3.4	29.0±6.2	42.2±9.0	52.8±12.6	2.30±0.22	2.21±0.36	2.14±0.18	2.28±0.35	3.32±0.58	4.20±1.55	3.80±1.29
スペイン H-11	15.4	16.1	25.6	38.8	48.5	50.0	56.8	2.74	2.38	3.30	4.40	6.76	7.95	8.21
スペイン H-12	17.2	29.1	42.0	59.0	80.0	96.0	108.0	2.41	2.64	3.22	4.03	4.67	4.81	4.90
スペイン H-13	17.5	24.3	32.3	44.0	63.0	77.0	82.0	3.28	2.73	2.90	3.19	4.02	4.59	5.01
Ave.±SD	16.7±0.9	23.2±5.4	33.3±6.7	47.3±8.6	63.8±12.9	74.3±18.9	82.3±20.9	3.14±0.17	2.58±0.15	3.14±0.17	3.87±0.51	5.15±1.17	5.78±1.53	6.04±1.54

表 5. ウラルカンゾウ岩国選抜・スペインカンゾウ大阪薬科大 G0 系統 地上部生育の推移 (西畑 B 圃場 1 年目)

施肥	株 No./測定日	草丈 (cm)					茎幅 (mm)				
		7/15	8/1	8/16	9/1	9/20	7/15	8/1	8/16	9/1	9/20
有	ウラルN-2	31.8	47.0	55.0	70.0	74.0	3.21	4.30	4.90	5.80	6.80
	ウラルN-3	25.0	44.0	64.0	76.0	85.0	3.09	6.00	6.30	7.40	4.00
	ウラルN-4	19.2	39.0	53.0	66.0	75.0	2.51	4.63	5.57	7.23	6.19
	ウラルN-5	17.2	29.3	40.0	51.0	53.0	2.14	3.06	4.33	5.11	5.01
	ウラルN-6	22.3	36.5	51.0	62.0	73.0	3.00	5.06	6.51	5.97	6.07
	Ave±SD	23.1±5.1	39.2±6.2	52.6±7.7	65.0±8.4	72.0±10.4	2.79±0.40	4.61±0.96	5.52±0.82	6.30±0.88	5.61±0.99
無	ウラルN-7	29.9	53.5	65.0	69.0	83.0	2.67	6.18	6.52	7.09	6.20
	ウラルN-8	22.7	43.0	55.0	73.0	74.0	2.87	5.17	4.82	5.32	5.44
	ウラルN-9	27.6	42.0	54.0	67.0	64.0	3.33	5.45	5.56	5.91	5.71
	ウラルN-10	30.7	43.5	58.0	77.0	62.0	3.57	5.13	5.42	4.56	5.78
	ウラルN-11	20.8	40.5	54.0	62.0	72.0	3.37	5.75	6.32	5.42	5.55
	ウラルN-12	18.7	25.3	44.0	65.0	56.0	2.07	6.27	7.85	7.69	3.48
Ave±SD	25.1±4.6	41.3±8.3	55.0±6.2	68.8±5.0	68.5±8.9	2.98±0.51	5.66±0.45	6.08±0.97	6.00±1.07	5.36±0.87	
有	スペインN-13	25.2	50.5	67.0	83.0	86.0	2.46	5.11	7.51	9.12	8.92
	スペインN-14	25.3	37.5	63.0	76.0	79.0	2.16	5.08	6.71	7.25	7.49
	スペインN-15	27.8	41.5	68.0	78.0	82.0	2.75	5.88	9.54	8.07	10.40
	Ave±SD	26.1±1.2	43.2±5.4	66.0±2.2	79.0±2.9	82.3±2.9	2.46±0.24	5.36±0.37	7.92±1.19	8.15±0.77	8.94±1.19
無	スペインN-16	17.4	36.0	48.0	66.0	76.0	1.75	4.01	5.23	6.65	8.00
	スペインN-19	29.4	50.5	66.0	81.0	86.0	2.42	6.42	6.02	8.33	9.42
	スペインN-20	18.3	36.5	51.0	68.0	72.0	1.70	3.97	6.26	9.08	11.25
	Ave±SD	21.7±5.5	41.0±6.7	55.0±7.9	71.7±6.6	78.0±5.9	1.96±0.33	4.80±1.15	5.84±0.44	8.02±1.02	9.56±1.33

表 6. 土壌分析表 (西畑圃場・短筒用培土の分析結果 2011 年測定)

分析項目	pH (H ₂ O)	EC (1:5) mS/cm	アンモニア態窒素 mg/100g	硝酸態窒素 mg/100g	有効態リン酸 mg/100g	交換性加里 mg/100g	交換性石灰 mg/100g	交換性苦土 mg/100g	交換性ナトリウム ppm	加給態鉄 ppm	加給態銅 ppm	加給態亜鉛 ppm	ホウ素 ppm	腐食 %
標準値	6.0 - 6.5	0.10 - 0.30	0.3 - 1.5	0.7 - 3.5	20 - 60	15 - 40	200 - 400	35 - 70	7.0 - 20.0	15.0 - 100.0	1.0 - 3.5	10.0 - 40.0	0.7 - 2.5	3.0 - 8.0
無施肥区	7.60	0.238	0.67	12.20	186.3	21.3	1327.0	26.4	1.62	16.34	6.73	64.56	0.75	9.79
施肥区	7.49	0.266	0.58	11.98	224.0	30.8	1074.7	31.4	1.71	14.26	6.04	55.02	0.54	6.70
筒用培土No.5	7.31	0.775	2.18	5.24	42.1	57.3	1193.3	140.9	6.43	7.10	0.97	11.45	1.40	17.68

表 7. 波野圃場岩国選抜ウラルカンゾウ 2 年栽培品収穫調査結果

短筒素材	株No.	根生重量(g)		グリチルリチン酸含量(%)	
		短筒内根	短筒外根	短筒内	短筒外
4号ポリポット	H-1	30.0	33.0	1.57	2.19
	H-2	18.8	82.5	1.78	2.16
	H-3	42.4	66.4	0.75	1.60
	H-4	45.4	53.9	1.58	2.11
	H-5	25.5	82.2	1.53	1.98
	Ave.±SD	32.4±10.1	63.6±18.7	1.44±0.36	2.01±0.22
塩ビ製短筒	H-6	47.1	72.8	1.49	2.49
	H-7	40.3	73.0	1.10	2.10
	H-8	16.1	29.2	0.90	1.94
	H-9	42.7	51.2	1.39	2.04
	H-10	36.4	53.1	1.22	1.99
	Ave.±SD	36.5±10.8	55.9±16.3	1.22±0.21	2.11±0.20

表 8. 西畑 B 圃場岩国選抜ウラルカンゾウ 2 年栽培品収穫調査結果

短筒素材	株No.	地下部生重量(g)			グリチルリチン酸含量(%)		
		短筒内根	短筒外根	ストロン	短筒内根	短筒外根	ストロン
4号ポリポット	西畑 1	26.9	52.5	103.4	1.61	2.80	1.59
	西畑 2	51.7	126.7	無	1.00	2.04	無
	西畑 3	67.7	234.1	無	0.96	1.82	無
	西畑 4	76.0	120.0	無	1.71	2.17	無
	西畑 5	49.6	63.4	無	0.95	2.21	無
	Ave.±SD	54.4±16.9	119.3±64.5		1.25±0.34	2.21±0.33	
塩ビ製短筒	西畑 6	34.7	68.1	無	0.91	1.70	無
	西畑 7	47.6	107.5	129.5	1.20	2.06	2.35
	西畑 8	33.2	121.2	無	0.92	1.56	無
	Ave.±SD	38.5±6.5	98.9±22.5		1.01±0.13	1.77±0.21	

表 9. 西畑 B 圃場スペインカンゾウ大阪薬科大系統 (G0) 2 年栽培品収穫調査結果

短筒素材	株No.	生重量(g)			グリチルリチン酸含量(%)		
		短筒内根	短筒外根	ストロン	短筒内根	短筒外根	ストロン
4号ポリポット	西畑 1	82.3	134	37.1	0.97	1.40	1.24
	西畑 2	100.4	134.2	13.3	0.81	1.37	0.78
	西畑 3	62.9	71.2	17.0	1.24	2.13	1.19
	西畑 4	75.1	90.6	17.6	0.76	1.29	1.20
	西畑 5	72.3	105.8	51.2	0.93	2.47	0.97
	Ave.±SD	78.6±12.5	107.2±24.6	27.2±14.6	0.94±0.17	1.73±0.48	1.08±0.18

5.36mm, スペインカンゾウは 71.7cm・9.56mm となり, 波野圃場と比較すると定植が約 2 か月遅れたにも拘わらず, 地上部の生育は勝る結果となった。その原因としては, 波野圃場では定植後, 根が畝へ伸びていかず生育が停滞したことと, 日照時間の短さが影響したと考えられた。また, 鶏糞堆肥の施肥による地上部の生育については, 大きな差は見られなかった(表 5)。これは, 表 6. の土壌分析の結果から, 元々土壌にリンが過剰に蓄積されている状態にあり, 施肥の効果が十分に得られなかったことが原因と考えられた。

表 7 は波野圃場, 表 8 は西畑 B 圃場で栽培したウラルカンゾウ 2 年栽培品の収量・グリチルリチ

ン酸含量を測定した結果である。波野圃場の 4 号ポリポットを使用した株の収量は 96g, 塩ビ製短筒を使用した株は 92.4g と, 短筒の素材による差は見られなかった。また, GL 含量についても, 筒内根・筒外根とも素材による大きな差は見られなかったが局方の 2.5%を下回る結果となった。一方, 西畑 B 圃場では, 収量・GL 含量とも 4 号ポットを使用した株の数値が高い結果となったが, 波野圃場同様, 局方値を下回った。スペインカンゾウは, 西畑 B 圃場 4 号ポットで栽培したものについて, 収量および GL 含量を測定した結果, こちらも局方値には届かない結果となった(表 9)。

3) 第3回栽培試験～

第2回栽培試験では、ウラルカンゾウ岩国選抜品・スペインカンゾウ大阪薬科大系統を使用したものの、初回試験のモンゴル由来実生栽培品のように根は肥大せず、GL含量も局方(JP16)を下回る結果となった。そのため、収量・成分含量の増加を目的に、岩国選抜品よりもGL含量の高い甘草屋敷系統、収量性の高いスペインカンゾウ岩国選抜G系統²⁾を使用し栽培試験を行った結果、甘草屋敷系統を利用することで、収量は低いものの、GL含量については局方(JP16)の基準を超える結果となった(表10)。一方、スペインカンゾウ岩国選抜G系統は、各個体の収量は増加したが成分含量は局方値を下回る結果となった(表11)。しかしながら、写真17のように2年目の萌芽によるロスは見られず、圃場全体の収量は大幅に増

表10. 甘草屋敷系統2年栽培品の収量およびGL含量

甘草屋敷株No.	根生重量(g)	グリチルリチン酸含量(%)
A	90.0	2.87
B	65.0	2.90
C	60.0	2.66
D	98.0	3.00
E	70.0	2.57
F	20.0	2.42
G	75.0	3.14
H	35.0	2.42
I	52.0	2.58
J	48.0	2.38
Ave.±SD	61.3±22.6	2.69±0.25

表11. スペインカンゾウG系統2年栽培品の収量およびGL含量

G系統株No.	根生重量(g)	グリチルリチン酸含量(%)		
		根全量	筒内	筒外
G-3②	190		1.37	1.72
G-4①	270	1.35		
G-4④A	470	1.10		
G-4④B	210	1.05		
G-4⑤	265	1.10		
G-5⑤C	280	1.64		
G-5⑤D	430	1.74		
G-5⑥B	285	2.09		
G-5⑥C	190	1.78		
G-5⑦D	400	1.65		
G-5⑦E	355	2.08		
G-5⑧C	210	1.97		
G-5⑧C	500	1.93		
G-5⑧D	310	2.24		
G-5⑧I	300	1.77		
G-8④A	280		1.72	1.52
G-8④B	145		1.36	1.75
G-8⑤A	255		1.69	1.89
G-8⑤B	220		1.86	2.14
G-8⑤C	180		1.49	1.69

加した。その他、根への物理的処理がGL含量へ影響を及ぼさないか、定植前のポット苗の根を約半分程度断根し、不定根を伸長させたものを2年間短筒栽培した結果が表12であるが、収量は著しく減少したものの、GL含量は差がほとんど見られず、断根処理では成分に与える影響は少ないと判断した。G系統の中より選抜した成分含量の高い傾向にあるG10を使用した場合にも、当初、局方値を上回することは難しかったが(表13)、G10について成分含量の高い株を親株として選ぶことを繰り返す系統内選抜¹⁾を行った結果、短筒2年栽培品のGL含量は、局方(JP17)⁵⁾の基準を満たすことができるようになった(表14)。この系統内選抜を行った岩国選抜品G10は、現在品種登録申請中である。

表12. 定植前における根の断根処理が収量・GL含量に及ぼす影響

株No.	根生重量(g)		グリチルリチン酸含量(%)	
	筒内	筒外	筒内	筒外
G-4断根処理①	60	95	0.90	1.08
G-4断根処理②	40	90	1.35	1.63
G-4断根処理③	65	90	1.11	1.59
G-4断根処理④	30	55	1.59	1.10
G-4断根処理⑤	120	320	1.04	1.32
Ave.±SD	63±31.2	130±96.1	1.20±0.24	1.34±0.23
G-4①	200	230	1.13	1.34
G-4②	70	260	0.91	1.46
G-4③	110	130	0.95	1.41
G-4④	120	140	0.91	1.11
G-4⑤	160	290	1.23	1.52
Ave.±SD	132±44.5	210±64.2	1.02±0.13	1.37±0.14

表13. 系統選抜実施前のG102年栽培品の収量およびGL含量

株No.	根生重量(g)		グリチルリチン酸含量(%)	
	筒内	筒外	筒内	筒外
G-10①ホリホット	100	190	1.86	2.16
G-10①塩ビ筒	60	80	1.86	1.97
G-10①塩ビ筒	150(内+外)		1.78	1.69
G-10①ホリホット	265(内+外)		1.45	1.62
G-10①ホリホット	240(内+外)		1.75	1.76
G-10①ホリホット	170(内+外)		1.69	1.69
G-10②ホリホット	160(内+外)		1.31	1.24
G-10②ホリホット	340(内+外)		1.32	1.62
G-10③ホリホット	80	310	1.51	1.87
G-10③塩ビ筒	60	90	1.59	1.58
G-10③ホリホット	110	200	1.72	1.55
G-10③ホリホット	40	60	1.41	1.63
G-10③ホリホット	50	95	1.87	1.80
G-10④ホリホット	45	180	1.29	1.54
G-10④塩ビ筒	60	75	1.96	1.82
Ave.±SD			1.62±0.22	1.70±0.20



写真 17. スペインカンゾウ G 系統 2 年目の生育状況

2. 愛媛県における栽培試験

1 年目の土壌水分は、降水量の多かった 8 月上旬までは高めに推移したが、降水量の少なかった 8 月中旬から 10 月上旬にかけては低くなった。どの畝高においてもマルチ区の水分が保たれる傾向が見られたが、20cm 区ではマルチの有無による差が少なかった (図 3)。2 年目については、各試験区において概ね 0~10kPa の範囲で推移しており、生育期間中の水分量は多い傾向にあった。5 月下旬、8 月上旬、10 月下旬の降雨の少ない時期においては、急激な乾燥がみられ、その中でも畝高 40cm 区の乾燥程度が大きいものの、各畝高ともマルチ区は水分が保たれる傾向にあった (図 4)。地上部茎数は、1 年目では明確な差は見られな

表 14. 系統内選抜実施後の G10 2 年栽培品の GL 含量

G-10株No.	グリチルリチン酸含量(%)	
	筒内	筒外
1	2.40	2.31
2		3.29
3	2.84	4.13
4	2.07	3.08
5	1.81	3.35
6		3.17
7	2.19	2.85
8		3.39
9	2.62	3.46
10	2.27	3.54
11	2.08	2.85
12		3.18
13	2.37	3.77
14		2.52
15		2.34
16		2.79
17		2.63
18	2.29	3.66
19		3.27
20		2.60
21	2.18	2.27
22	2.73	2.78
23		2.98
24	2.07	2.86
Ave.±SD	2.30±0.28	3.04±0.47

かったが、2 年目については各畝高において、無マルチ区よりもマルチ区で本数が増える傾向が見られた (表 15)。収穫量は、各畝高ともマルチ区が無マルチ区よりも多く、畝高では、40cm>30cm>20cm の順に収量が多くなった。GL 含量は、主根がストロンよりも高く、無マルチ区がマルチ区よりも高い傾向にあり、畝高による差は顕著ではなかった。

図 3. 栽培 1 年目における畝高およびマルチによる土壌水分と降水量の関係

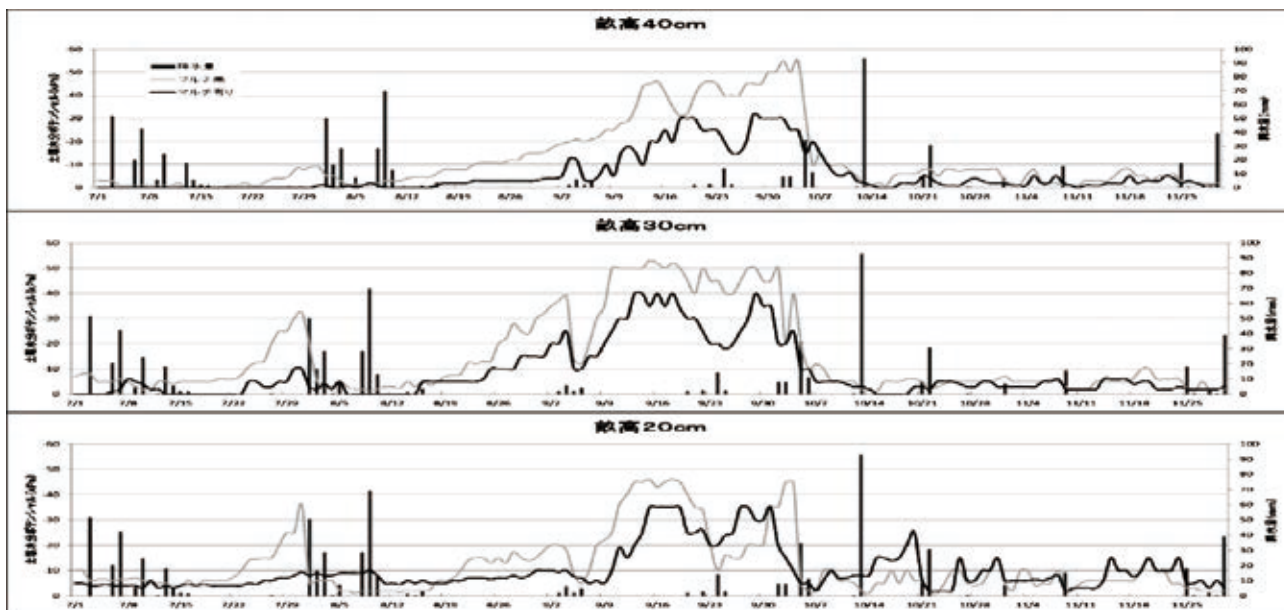


図 4. 栽培 2 年目における畝高およびマルチによる土壌水分の変化

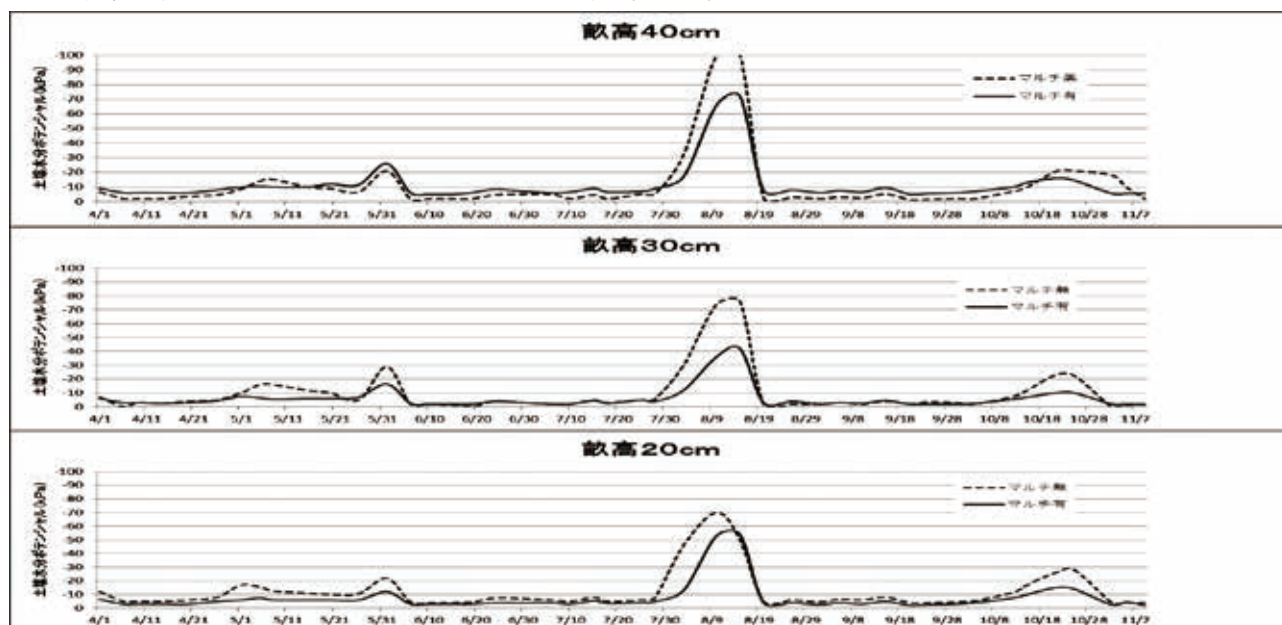


表 15. 地上部茎数の推移

畝高 (cm)	マルチ	調査株数 (n)	栽培 1 年目茎数 / 株 (本)					栽培 2 年目 萌芽時期	栽培 2 年目茎数 / 株 (本)		
			6/2	6/24	8/7	9/4	10/7		4/23	7/8	9/15
40	有	17	1.6	2.4	3.1	4.5	4.7	3/下~4/上	7.2	7.2	10.6
	無	18	1.9	2.3	2.8	3.5	4.2	3/下~4/中	3.6	2.9	5.7
30	有	17	2.1	2.4	3.4	5.2	5.4	3/下~4/中	6.7	6.5	8.7
	無	16	1.9	2.2	3.4	3.5	4.0	4/上~4/下	3.8	3.6	6.6
20	有	17	2.1	2.7	3.4	4.0	3.9	3/下~4/下	5.8	5.4	7.0
	無	15	1.7	1.9	2.8	3.1	3.8	4/上~4/下	3.0	2.5	5.0

表 16. 2 年栽培品収穫調査結果

畝高 (cm)	マルチ	収穫時 生存株数	地下部生重量 (g/株)	根数 (本/株)	根生重量 (g/株)	ストロン数 (本/株)	ストロン生重量 (g/株)	グリチルリチン酸含量 (%)	
								根	ストロン
40	有	16/17	425 ± 107	2.6 ± 1.8	52.3 ± 34.5	4.6 ± 3.8	354 ± 103	2.18 ± 0.61	1.89 ± 0.34
	無	14/18	155 ± 46	2.2 ± 1.3	14.1 ± 6.0	1.6 ± 0.9	131 ± 45	2.54 ± 0.49	1.82 ± 0.41
30	有	13/17	356 ± 101	2.2 ± 0.8	62.3 ± 46.5	3.2 ± 1.8	267 ± 61	1.94 ± 0.35	1.77 ± 0.30
	無	12/16	149 ± 59	1.6 ± 0.5	28.9 ± 29.2	2.6 ± 1.9	105 ± 61	2.25 ± 0.37	2.29 ± 0.42
20	有	11/17	237 ± 52	3.0 ± 2.0	24.1 ± 15.1	1.2 ± 0.4	198 ± 63	1.83 ± 0.35	1.74 ± 0.15
	無	11/15	108 ± 38	1.2 ± 0.4	24.1 ± 13.4	2.0 ± 1.0	70 ± 33	2.88 ± 0.18	1.93 ± 0.35

考察

ハウス内筒栽培に代わる新規栽培方法として、露地圃場におけるストロン抑制短筒栽培を考案し栽培試験を繰り返した結果、ウラルカンゾウについては、収量性は低いものの 2 年間の栽培で日本薬局方 (JP17) の基準である 2.0% を超えるものが生産出来るようになった。また、スペインカンゾウについても、岩国選抜系統 G10 を使用することで、収量性が高く局方値 (JP17) を満たすカン

ゾウの生産が可能となった。

露地短筒栽培の定植について、定植後の霜の影響は調査していないが、岩国における定植時期は、霜が降りなくなる 3 月後半から 4 月中旬が目安となり、生育期間を長くするためなるべく早い時期に行うことが望ましい。その後も定植自体は可能であるが、梅雨明け以降は、土壌乾燥による枯死が目立つようになった。また定植は、雨天もしくは翌日に降雨が見込める日に実施することで、根

が活着し易く枯死する株が少なくなった。さらに定植の際、短筒の径より一回り小さな穴を開けることで、短筒苗（ポット苗）を置いた時に、マルチとの間に隙間が空きにくく、雑草の抑制効果が高まった。

栽植密度については、株の生育具合によるが、10a (1反) あたり 3,000 株～5,000 株を目安とした。地上部の生育が旺盛な系統は 3,000 株、生育が劣る系統では 5,000 株とし、実際に栽培を行い問題なければ、更に植栽数を増加できると考えられた。

露地栽培における地上部の生育は、ハウス内筒栽培と同様、気温の上昇とともに旺盛となったが、高温多湿な時期になると停滞し、9 月に入ると十分な気温はあるものの落葉が始まり地上部は枯れ始めた。これは前号でも少し述べたが、日長が影響していると考えられた。

収穫は、これまでの筒栽培では全て手作業で行っていたが、圃場ではトラクターを利用できることから収穫作業については大幅な労力の軽減に繋がった。ただし、土壌の状態や根の張り具合により、振動掘り取り機 1 回では収穫が困難な場合があったため、その場合はもう一度振動掘り取り機をくぐらせた。粘度質が強い土壌では、晴天が数日間見込める時に、事前にマルチを外し、土壌を乾かしておくことで収穫がし易くなった。

モンゴル由来実生 2 年根を使用した栽培試験では、2 年間の栽培で、収穫株の重量が 1kg を超える株も見られ、収量面では非常に良い結果が得られた。当初、ストロンを抑制したことで根の肥大が促進されたと考えたが、その後に行ったウラルカンゾウ岩国選抜品や甘草屋敷系統では、収量が増加する傾向は見られず、ストロン抑制による生育の促進については十分な結果が得られなかった。

第 2 回試験では、圃場間で生育に差が見られたが、西畑 B 圃場は、やや粘土質が強い埴壌土で、一日を通して日当たりのよい緩やかな傾斜地であり、一方、波野圃場はもともと水田で、午前中は日が当たるが、午後は比較的早い時間より日陰となる特徴があった。また、同一圃場内においても、写真 18 のように周辺の木々により日照が遮られた場合は生育が著しく阻害されたこともあり、土

壌条件のほか、栽培圃場はなるべく日当たりのよい場所を選定することが重要であると感じた。

また、初回試験のモンゴル由来実生苗の栽培でも見られたが、第 2 回試験以降、春に萌芽しない株が多く見られ、特にウラルカンゾウ岩国選抜系統では調査株の 27% しか萌芽せず、圃場全体でも半数が萌芽しない結果となった。1 年目の生育は順調であり、晩秋まで生存を確認していることから、冬期に枯死したと考えられる。その原因としては、霜によるものと推測できるが、短筒栽培では、根頭部は短筒内にあるものの、短筒自体は地上に露出しており、温度変化・水分量の影響を受けやすく、このことが萌芽に影響していると考えられた。通常、カンゾウは寒さに強く、直植え栽培では、根頭部が土中に有り、ストロンも伸長していることから、冬期に枯れることはほとんど無かった。

また、ハウス内における 2 年間の筒栽培で、局方値 (JP16) を超すウラルカンゾウ岩国選抜品を使用しても、露地栽培では局方値を下回る結果となったことから、土壌や環境により影響を受けると考えられた。圃場では降雨により、ハウスのように乾燥状態で栽培することが出来ず、このことも GL 含量が低くなった要因と考えられた。

第 3 回栽培試験以降、甘草屋敷系統を栽培することで局方値 (JP17) を超えるものが生産できるようになったが、収量性が低く、実用栽培に使用する品種としては適さないと判断した。

愛媛県における栽培試験では、耕作放棄地となった水田を利用することを想定し、水田土壌における畝高の違い・マルチの有無によるウラルカンゾウの生育への影響について調査した。その結果、畝高 40cm マルチ栽培が生育・収量とも優れる結果となったが、根よりもストロンが発達し、収穫物の多くはストロンとなった (写真 19・20)。これは、岩国の試験とは異なる結果であるが、その原因の 1 つとしては、通常、根が先に伸長・肥大し、ポットの底穴を塞ぐが、今回は根の生育が悪く底穴が根により塞がれなかったことが考えられる。また、これまで岩国では農水研の試験のようにストロンが繁茂することが無かったことか

ら、水田土壌によって、土質や水分量が影響したと考えられた。GL 含量は、各区とも無マルチ区で高くなり、畝高による差は顕著でなかったことから、GL 含量は、土壌水分に影響を受けると考えられた。

これまでの取り組みにより、カンゾウ露地栽培の 1 つの課題であった、ストロン繁茂による収穫の困難さはストロン抑制短筒栽培により改善が見られ、栽培するカンゾウの系統によっては露地栽培による国内生産の可能性が得られた。しかしながら、ウラルカンゾウでは収量性の問題も解決していかなければならず、高品質な原料を安定的に生産していくには依然多くの課題を有している。今後、栽培条件の改善による品質向上・低コスト化や、増殖面の問題もあるが露地栽培に適する、例えばストロンを有しない品種の選抜などを進めていく予定である。

謝辞

試験に使用したモンゴル由来実生 2 年根は東北大学大学院薬学研究科附属薬用植物園より、スペインカンゾウ G0 の系統は、大阪薬科大学附属薬用植物園より恵与された。心より厚く御礼申し上げます。

引用文献および注釈

- 1) 末岡昭宣, 吉岡達文, 野村知史, 草野源次郎, 薬用植物研究, 39(2), 2017, pp. 22-36
- 2) 末岡昭宣, 野村知史, 吉岡達文, 草野源次郎, 薬用植物研究, 40(1), 2018, pp. 11-21
- 3) 一般財団法人 医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス財団編集, 第十六改正日本薬局方, 2011, pp. 1474-1475 じほう
- 4) 永井賢治, 末岡昭宣, 吉岡達文, 日本生薬学会第63年会講演要旨集, 2016, pp. 91
- 5) 一般財団法人 医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス財団編集, 第十七改正日本薬局方, 2016, pp. 1774-1775 じほう



写真 18. 日照の違いによる地上部の生育差



写真 19. 2年栽培品 (畝高 40cm マルチ区)



写真 20. 2年栽培品 (畝高 40cm 無マルチ区)

Germination characteristics of *Plantago asiatica* L. for seed propagation

Ken-ichi Matsushima¹⁾ and Shigeru Hirano²⁾

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

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

2) *Laboratory of Crop Science, Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, Tokyo
University of Agriculture.*

受理日：2018年12月6日

Summary

Plantago asiatica L. is a medicinal plant recognized as a wild plant in Japan. In this study, germination tests were conducted using selfed seeds of *P. asiatica* produced by seedlings of seeds collected from paddy rice field levees and other habitats. The objective of the study was to clarify the germination characteristics of seed of *P. asiatica* for cultivation as a medicinal plant, and to compare the germination characteristics of seeds from the different habitats. After comparing the germination characteristics of seeds from 10 collection sites, the selfed seeds sampled from seedling plants from paddy rice field levees showed a higher germination percentage at 6 days after seeding in comparison than that of non-paddy rice field levees, and their germination percentage was more than 90% at 10 days after seeding without exception. We judged that the uniformity and speed of germination is improved by using seeds derived from paddy rice field levees for the cultivation of *P. asiatica*.

Key Words

Asiatic plantain, paddy rice field levee, *Plantago asiatica*, seed collected, seed dormancy

Introduction

Plantago asiatica L. is a medicinal plant recognized as a wild plant in paddy rice field levees, parks, and roadsides in Japan. *P. asiatica* cultivation should focus on efficient harvesting of the seeds since the seed is used as crude drug.

To establish the cultivation technology of *P. asiatica*, it is necessary to first avoid failure of

emergence. In the case of cultivation of medical plants, which are often wild plants, although the germination environment may be optimum in terms of the supply of water, temperature, and composition of gases, a seed may not germinate because of some kind of dormancy¹⁾. Therefore, the selection and maintenance of seeds that germinate easily and have no dormancy is indispensable. In order to achieve uniform germination

after seeding, the cultivation of *P. asiatica* requires information on germination and dormancy characteristics. In *P. asiatica*, differences in germination characteristics are observed depending on the habitat where the seeds were collected^{2,3,4,5}. *P. asiatica* seeds collected from paddy rice field levees show high germination rates, without exception⁶. However, it is not clear if these germination characteristics are genetic, although Nakayama et al. (1997)³ conducted a germination test on the self-fertilized seeds of seedling plants of seeds collected from paddy rice field levees, as a control to compare the genetic characteristics for germination of *Plantago minima*-type. Thus, it is necessary to investigate the germination characteristics of *P. asiatica* for cultivation. For cultivation, it is useful to clarify the habitats where seeds are produced that easily germinate, and do not have seed dormancy.

In this paper, in order to clarify the germination characteristics of seed of *P. asiatica* for cultivation as medical plant, a germination test was conducted using selfed seeds. The seeds were produced from seedlings of seeds collected from paddy rice field levees and other habitats, and the germination characteristics of the seed were compared among the habitats.

Materials and methods

1. Seed collection sites

The collection area for *P. asiatica* seeds was Atsugi City, Kanagawa Prefecture, Japan, and its surrounding area. The seeds were collected from five paddy rice field levees and five non-paddy rice field levees (total 10 sites). All of the paddy rice field levees are sites where paddy rice has been cultivated for a long time. Water is accumulated from May to October in the paddy rice fields. The levee weeds are managed by cutting about two to four times per year. In contrast, the seed collection sites of non-paddy rice field levees are generally open sites of embankment road sides, farm road sides, and parks. At those sites, weeds are managed by cutting about two times per year. *P.*

asiatica seeds were collected from each of the sites from July to October 2009. All of these seed samples were stored in Laboratory of Medicinal Plant Resources, Tokyo University of Agriculture.

2. Raising plants from collected seed for germination test

Raising plants from collected seeds for the germination test was conducted at the faculty of agriculture, Tokyo University of Agriculture (Atsugi, Kanagawa, Japan). Five seeds per pot were seeded on March 14, 2010 in 1 / 5000a Wagner's pot filled with soil. Plants were thinned to one seedling per pot after emergence. Seedling plants were fertilized at the timing of thinning with 3.6 g per pot of a chemical fertilizer containing 14% of N, P₂O₅, and K₂O each. Ten pots per seed collection site (total 100 pots) were prepared. Those pots were placed in the experimental space of the field of the university. Seedling plants were watered as required.

3. Methods of self-pollination and sampled seed for germination test

The presence or absence of heading of flower stems were confirmed at approximately 2-day intervals from late May. When heading of flower stems was observed, the spikes of the flower stem were covered with paper envelopes. Selfing seeds were obtained using this method. Seed maturity was observed at approximately 7 to 10-day intervals from July 20, 2010, and mature seeds were collected as sample seeds for each plant and seed sampling date was recorded. Seed maturity was defined as the time when fruits were readily cleaved (the top cover of the fruit shed easily). The sample seeds were dried for 2 days at room temperature, and immediately used for the germination test. The dates that sample seeds were collected were July 29, August 8, August 18, August 25, September 11, and September 26. However, it was impossible to collect sample seeds from all seedling plants on all the seed sampling dates.

4. Methods of germination test

Germination tests were carried out in petri dishes (9 cm diameter). Two filter papers were laid on 3-5 mm

thick absorbent cotton and wetted with 10 mL pure water. Fifty seeds (one site 30 seeds), from the sample seeds collected from each plants on each seed sampling date, were placed on the filter paper. The petri dishes were placed in a plant incubator (CFH-305 type, Tomy Seiko, Tokyo, Japan) at 25°C in continuous light, which has been determined to be the optimum germination condition for *P. asiatica*^{2,3,4,5,7}). The seeds were exposed to light of intensity of 200 μmol/m² sec⁻¹ with fluorescent. The germination period was 17 days from seeding. The number of germinated seeds was counted at 6, 10, and 17 days after seeding, and the germination percentage was calculated.

The germinated seed was defined as seed in which cotyledons and radicles appeared outside of the seed coat. The ungerminated seeds at 17 days after seeding were cut in half and then immersed in a 1% aqueous solution of TTC (2-3-5 triphenyl tetrazolium chloride) for 24 h in the dark. If the embryos of these seeds were colored red by the treatment, they were defined as dormant seeds, since it was highly probable that these

seeds were alive⁸). The seeds that had uncolored embryos were defined as dead seeds and those percentages were calculated.

Additionally, the variance of germination percentage was shown as the coefficient of variation (CV) and box plot diagram. CV is indicated by each standard deviation divided by the average of the percentages of germination and rate of dormancy and dead seeds. CV value increases with an increase in variance of measured values.

Results

The germination percentage at 6 days after seeding was 49.1-78.7% and 8.1-36.2%, for paddy rice field levee seeds and non-paddy rice field levee seeds, respectively. Germination percentage was higher in the paddy rice field levee seeds than that with non-paddy rice field levee seeds, regardless of the seed collection site (Figure 1). The average germination percentage at 6 days after seeding was 61.7% and 17.8% at paddy rice field levee and non-paddy rice field levee,

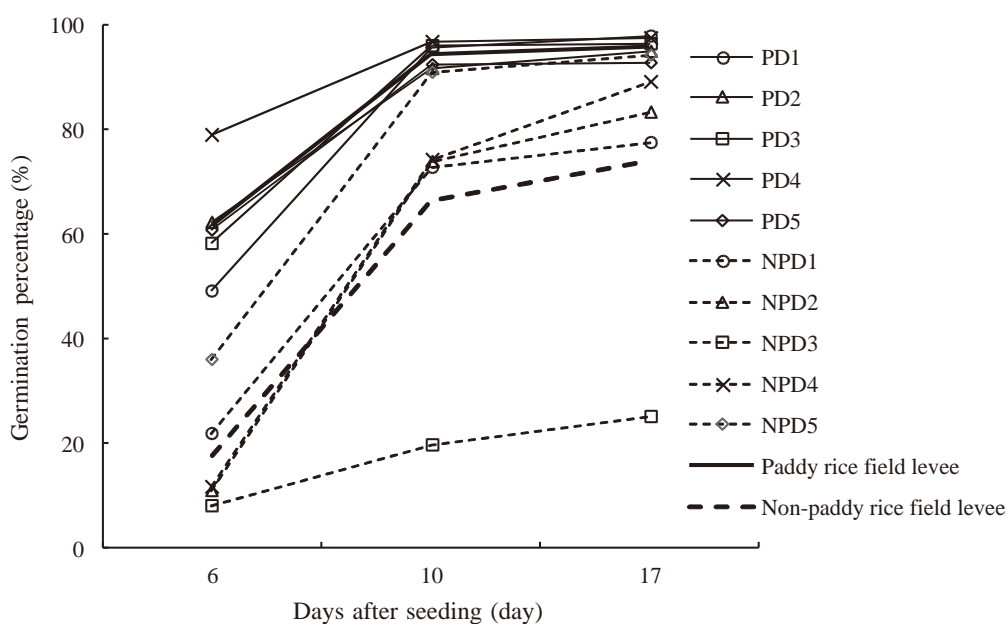


Figure 1. Change in the germination percentage
 PD:Paddy rice field levee, NPD:Non-paddy rice field levee.
 PD and NPD 1 to 5 indicate the seed collection sites. PD 1 to 5 are Tanasawa, Hayashi, Onna, Hase, and Aiko, respectively, and NPD 1 to 5 are Tanasawa, Onna, Nakatyo, Aikawa tn., and Hase, resectively.

respectively. At 10 days after seeding, the germination percentage of paddy rice field levee seeds was more than 90.0%, regardless of seed collection site. In contrast, the germination percentage of non-paddy rice field levees seeds was 19.6-90.8 %. The average germination percentage at 10 days after seeding was 94.4% and 66.2%, at paddy rice field levees and non-paddy rice field levees, respectively.

At 17 days after seeding, the germination percentage was 92.7-97.8% and 25.0-94.2%, at paddy rice field levees and non-paddy rice field levees, respectively (Table 1). The rate of dormant seeds was 0.8-6.0% and

5.4-69.8%, at paddy rice field levees and non-paddy rice field levees, respectively, and it tended to be lower with the paddy rice field levee seeds than with non-paddy rice field levee seeds. The rate of dead seeds was 5.2% or less, regardless of seed collection site.

The coefficient of variation of germination percentage was less than 8.5 in paddy rice field levee seeds but more than 9.6 in non-paddy rice field levee seeds at 17 days after seeding (Table 2). The rate of dormant and dead seeds often exceeded 100 since the measured value contains 0.

The germination percentages that demarcated the

Table 1. Results of germination test of *Plantago* seeds

Site of seed collected	Germination percentage at 17 days after seeding	Rate of dormant seeds	Rate of dead seeds	Number of seed sampling
Paddy rice field levee				
PD1*	97.8 ± 0.5 **	1.0 ± 0.5	1.2 ± 0.4	16
PD2	94.8 ± 1.5	2.6 ± 1.0	2.6 ± 1.1	14
PD3	96.2 ± 1.3	2.2 ± 0.9	1.6 ± 0.8	10
PD4	97.5 ± 0.8	0.8 ± 0.4	1.7 ± 0.7	19
PD5	92.7 ± 2.3	6.0 ± 2.5	1.3 ± 0.5	12
Non-paddy rice field levee				
NPD1	77.5 ± 7.0	20.3 ± 6.3	2.2 ± 1.1	12
NPD2	83.4 ± 2.9	14.4 ± 2.8	2.3 ± 0.6	16
NPD3	25.0 ± 5.9	69.8 ± 5.8	5.2 ± 1.8	25
NPD4	89.1 ± 3.9	9.5 ± 4.0	1.4 ± 0.9	13
NPD5	94.2 ± 2.1	5.4 ± 2.1	0.4 ± 0.3	18

*Shown in figure 1.

**Mean±standard error

Table 2. Coefficient of variation of the rates of germination, dormant, and dead seed of *Plantago* seeds collected from paddy rice field levees and the other habitats

	Germination percentage at 17 days after seeding	Rate of dormant seeds	Rate of dead seeds
Paddy rice field levee			
PD1*	2.2	206.6	141.3
PD2	5.9	147.7	155.1
PD3	4.3	124.6	164.6
PD4	3.8	182.5	190.9
PD5	8.5	142.8	133.1
Non-paddy rice field levee			
NPD1	31.4	107.1	169.1
NPD2	14.1	76.9	102.0
NPD3	118.3	41.3	174.5
NPD4	15.8	151.5	245.9
NPD5	9.6	166.6	291.0

*Shown in Figure 1.

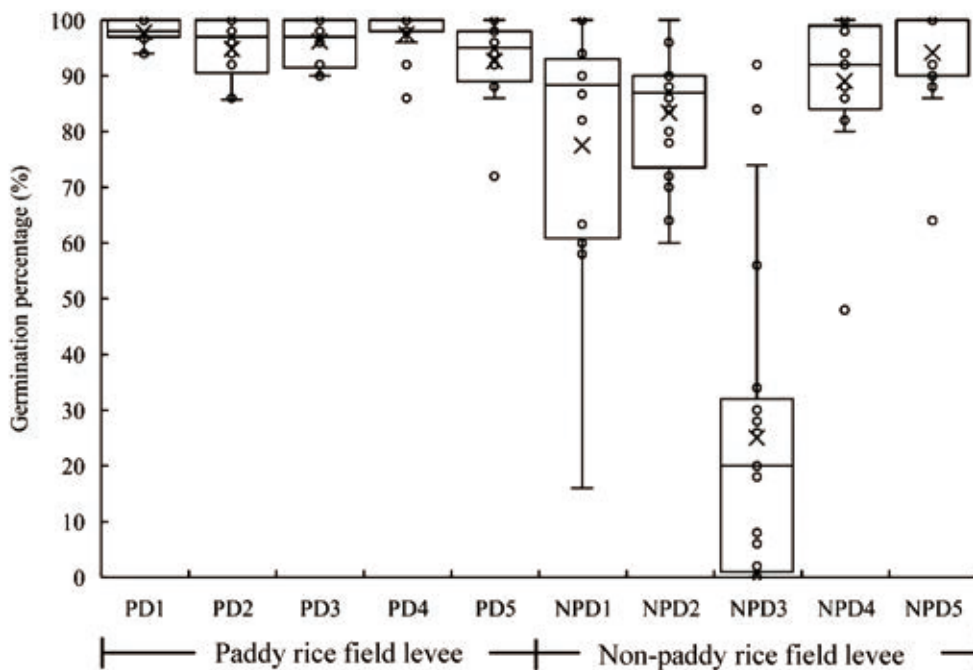


Figure2. Variation of germination percentage by box plot diagram PD and NPD are shown in Figure 1. In box plot diagram, the line within each box is the median value, the cross is the mean, and the box demarcates the 25th and 75th percentiles. Both ends of the error bar are set to the maximum value and the minimum value within 1.5 times the length of the box, and dots outside the error bar are outliers. The length of the box increases with an increase in the variance of the germination percentage.

25th and 75th box percentiles in paddy rice field levees were 89%-98% and 98%-100% (Figure 2). In contrast, the germination percentages that demarcated the 25th and 75th box percentiles in each non-paddy rice field levees were 1%-90% and 32%-100%. The length of boxes and error bars tended to be shorter in paddy rice field levees than in non-paddy rice field levees.

Discussion

In order to avoid a failure of emergence after seeding of *P. asiatica*, it is necessary to select and maintain seed from the wild plant population that germinates easily and has no dormancy. Therefore, the change in germination percentage for 17 days after seeding and the survival of ungerminated seeds were compared between seed collection sites. The selfed seeds sampled from seedling plants of seed from all paddy rice field levees showed relatively high germination percentage

at 6 days after seeding in comparison with non-paddy rice field levees, and was more than 90% at 10 days after seeding, without exception. Additionally, the rate of dormant seeds obtained with selfed seeds from paddy rice field levees was quite small. In contrast, there was a large variance in the seed germination percentage, and rate of dormant seeds of non-paddy rice field levees at 17 days after seeding. These results show that the germination of the seed collected from paddy rice field levees starts promptly, and almost all seed germinates in a short period of time.

Although seeds collected directly from paddy rice field levees have been shown to have a low rate of dormancy, and a high germination percentage⁶⁾, it was not clearly demonstrated whether these germination characteristics were genetically determined. The results of high germination percentage, and low rate of seed dormancy, from selfed seeds derived from paddy rice

field levees, were consistent with those of previous studies. Since the seeds in the study were the result of selfed seeds derived from seedling from seed of each collection site, the results of this study are regarded as being the genetic germination characteristics of the seeds produced by the plants at each collection site.

In paddy rice field levees, almost all management is linked to rice cultivation, such as mowing and herbicide application. However, the management in the non-paddy rice field levees in the study is disjointed. Minima-type is an ecotype of *P. asiatica*, it grows specifically in Shinto shrines and temples characterized by relatively nutrient-poor soil, poor light conditions, low species diversity index, and daily sweeping of the ground⁹⁾. Additionally, *Poa annua* and *Alopecurus aequalis* are common weeds in both low-land (paddy rice field) and upland fields; there are remarkable differences in the germination characteristics of low-land type and upland field type in those species^{10,11)}. Thus, there are several studies showing that germination characteristics are adapted to the environment that is maintained for the long-term in a unique management system. The germination characteristics of *P. asiatica* seed in paddy rice field levees, shown in this study, are interpreted as a result of adaptation to the unique management and environment of paddy rice field levee.

The results show that *P. asiatica* seeds collected from paddy rice field levee genetically germinate promptly, and almost all seeds germinate in a short period of time; these are useful characteristics to avoid germination failure in the cultivation of *P. asiatica* as a medical plant. Additionally, the germination characteristics revealed in this study are expected not only for the actual cultivation of *P. asiatica*, but also for the selection and breeding of useful varieties.

In conclusion, it was judged that uniformity and prompt germination is secured by using seeds derived from plants growing on paddy rice field levee for the cultivation of *P. asiatica* as a medical plant.

Acknowledgments

We would like to thank Fujio Tamai, Kazuhiro Kondo, and Tomonori Sasaki for their cooperate in experiment.

References

- 1) T. J. Monaco, S. C. Weller, F. M. Ashton. Weed Biology and Ecology - Weed science: Principles and Practices (4th ed.) (pp. 13-44). New York: John Wiley and Sons, Inc. (2002).
- 2) S. Ishikawa, and M. Tateda. Comparison among various kinds of seed on their germinating conditions I. On the seed germinating of *Plantago asiatica* in Japan. Bulletin of the Faculty of Education, Hirosaki University, **21**, 1-5 (1968). (In Japanese with English summary)
- 3) Y. Nakayama, S. Umemoto, T. Kusanagi. Variation in life history traits of two type of *Plantago asiatica* L. s. l. Weed Science and Technology, **42**, 97-106 (1997). (In Japanese with English summary)
- 4) S. Sawada, Y. Nakajima, M. Tsukuda, K. Sasaki, Y. Hazama, M. Futatsuya, A. Watanabe. Ecotypic differentiation of dry matter production processes in relation to survivorship and reproductive potential in *Plantago asiatica* populations along climatic gradients. Functional Ecology, **8**, 400-409 (1994).
- 5) O. Shibata. Physiological and ecological studies in environmental adaptation of plants. I. Germination behavior of weed seeds collected from different altitudes. Journal of faculty of science Shinshu University, **16**, 97-106 (1981).
- 6) K. Matsushima. Study on the factors of population preservation of *Plantago asiatica* L. in paddy rice field levee. Journal of Weed Science and Technology, **59**, 112-118 (2014). (In Japanese)
- 7) M. Yamamoto. Seed germination in *Plantago asiatica* L. as affected by environmental factors during seed development. Environmental Control in Biology, **21**, 69-72 (1983). (In Japanese with English summary)
- 8) Y. Yamasue. Method in Weed Science. Weed Science Society of Japan, Tokyo, (pp. 52-53) (2001). (In

Japanese)

- 9) Y. Nakayama, S. Umemoto, M. Ito, T. Kusanagi. Genecological studies on *Plantago asiatica* L. s. l. : Morphological characteristics of a dwarf type of *P. asiatica* in the Shinto shrine and temple ecosystem. Weed Science and Technology, **41**, 332-338 (1996). (In Japanese with English summary)
- 10) H. Kobayashi, Y. Motomura, K. Ueki. Difference in seed germination of lowland and upland types in *Poa annua*. Weed Research Japan, **33**, 145-147(1988). (In Japanese)
- 11) M. Matumura. Genecological studies on the foxtail grass, *Alopecurus aequalis*, in Japan. Res. Bull. Fac. Agric. Gifu Univ. Japan, **25**, 129- 208 (1967). (in Japanese with English summary)

Analysis of *Ephedra sinica* Plant Community in Natural Habitat

Si-ran Ni^{1)*}, Ai Kaneda²⁾, Yoshitomi Kudo²⁾, Hirokazu Ando²⁾, Marie Ochiai¹⁾,
Shaoqing Cai³⁾, Masayuki Mikage¹⁾

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

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

3) *Pharmacognosy Research Laboratory, Department of Natural Medicines,
School of Pharmaceutical Sciences, Peking University, 38 Xueyuan Rd,
Haidian District, Beijing, China*

受理日：2018年11月26日

Summary

Ephedra sinica Stapf is the main botanical origin of the crude drug *Ephedrae Herba*. It is also an important sand binding plant in its habitat where desertification is proceeding. Field surveys of *E. sinica* have revealed two remarkable phenomena. The first one is that male plants and female plants of this species tend to form their own unisexual communities extending more than 10 m long without mixing, and the second one is that the number and maturity of female cones are always the same among individuals from the same community, even though these vary among communities. To elucidate these two phenomena, four habitats in Tongliao were surveyed and 14 *E. sinica* communities were investigated in May and July, and five ephedrine-type alkaloids from collected samples were quantitatively analyzed. The results showed that the alkaloid composition patterns were similar in most communities, suggesting that the individuals in these communities developed from subterranean stolons that originated from a single plant.

Key Words

Ephedra sinica, plant community, alkaloid composition, subterranean stolon

Introduction

Ephedra sinica, a gymnospermous plant of genus *Ephedra*, order Gnetales, is an important medicinal plant that has been used since ancient times. In traditional Chinese medicine and Kampo medicine, the

dried aerial parts of *E. sinica* are used as the raw material to produce *Ephedrae Herba* (called “Mahuang” in Chinese and “Mao” in Japanese), which is an ingredient in medicinal formulations for colds, coughs, bronchitis, etc. The main active constituents of

Ephedrae Herba or *E. sinica* are ephedrine-type alkaloids, and these compounds are used as bronchodilators or decongestants to treat asthma or colds worldwide¹⁾. Besides *E. sinica*, *E. equisetina* Bunge and *E. intermedia* Schrenk & C. A. Mey. are also described as the plant material of *Ephedrae Herba* in Chinese and Japanese Pharmacopoeias, but *E. sinica* dominates the crude drug market²⁾ due to its abundance in nature.

Unlike other species, such as *E. intermedia* and *E. equisetina*, which can reach a height of more than 1 m, *E. sinica* is a small subshrub that grows to a height of up to 40 cm, and has short or prostrate woody stems³⁾. Another difference between *E. sinica* and other large *Ephedra* species is that *E. sinica* produces more stolon. This kind of stolon from which new shoots and roots develop runs completely in soil, and eventually the shoots break the soil surface, appearing like a new seedling. Although this property can be used in the vegetative propagation of *E. sinica*⁴⁾, seedlings are planted to cultivate *ephedra* plants in large-scale plantations. The reason is that wild *E. sinica* bears dozens of red fleshy fruit from July to August, and each fruit has two germinable seeds that can be easily collected.

E. sinica is widely distributed in central China (Gansu Province) and Mongolia, extending eastward to the Gulf of Bohai (Hebei Province) and northeast (Jilin Province) in China, and further to southeastern Siberia, and can be found on a variety of landforms, including waste and sandy places, plains, and mountain slopes³⁾. Because of its large root system, *E. sinica* is valuable for erosion control especially in dry and sandy places. However, overharvesting of this species for medicinal purpose has induced desertification in arid areas in China, causing the Chinese government to prohibit the gathering of wild individuals and to limit the export of *Ephedra* plants as raw materials.

Many taxonomic and chemical studies of *E. sinica* have been carried out by using samples collected from China, Mongolia or Russia, and the morphological and

anatomical characters, contents of ephedrine-type alkaloids, and genetic information of this species have been reported⁵⁻¹¹⁾. In the course of these studies, the habitat of *E. sinica* was investigated by us^{5,6,8,9,11,12)}, and two remarkable phenomena were observed. The first one is that male plants and female plants always tend to form their own unisexual communities that usually have a major axis of more than 10 m long without mixing. Germination experiments have shown that seeds produced by female plants have both sexes, so it is strange that there is no male plant in a female community in which seeds have been observed in two or three consecutive years. The second phenomenon is that the number and maturity of female cones vary among female communities even if they are only 150 m apart, even though these are the same among individuals in one female community. To clarify these two phenomena, we need to determine whether individuals in an *ephedra* plant community develop from seeds or subterranean stolons, which used to be impossible to investigate because the root system is at least 1 m deep and thus difficult to dig out.

It has been reported that the ephedrine-type alkaloid composition ratios of individuals propagated by separating roots or stem cuttings showed a specific tendency and were not affected by cultivation area, culture soil, or harvest time¹²⁾. This property can be used to discriminate whether individuals are genetically identical or not. In this study, *E. sinica* plant communities in four habitats were investigated, and samples from these communities were collected to analyze ephedrine-type alkaloid contents. The data were used to clarify whether these communities developed from seedlings or the extension of subterranean stolons from a single plant or multiple plants.

Survey location and Materials

A habitat survey of *E. sinica* in Tongliao (eastern Inner Mongolia, China) was conducted in May and July 2017. A total of 14 plant communities in four habitats

(Fig. 1E) were investigated, of which 10 communities were surveyed in both May and July. Sixty-three samples were collected in May and 45 samples were collected in July, and these samples were identified by Professor M. Mikage. Voucher specimens were deposited in the Laboratory of Medicinal Plant Resources, Department of Bioresource Development, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture.

In May, yellow male cones and immature green female cones were observed and used to distinguish male communities from female ones. From communities A1&A2&B1, three individuals growing at the center were collected and GPS data were recorded. A 20 m tape measure was used to measure the size of the community. Then, four spots (five spots for A1) around the center of the community were selected, and three individuals were collected from each spot. Because the ground surface was rugged and some communities were too large to measure, GPS data of the center spot and 2–3 marginal spots were recorded in

communities B2&C2&D1, and these were later used to calculate the distance between them. In addition, three individuals were collected from each spot. In communities A3&A4&A5&C1&D2, only 1–2 individuals were collected from the center spot because these communities were small.

In July, the male cones withered and fell, and could not be seen on the ephedra plants or the ground surface. On the other hand, the female cones matured and had a red and fleshy appearance. In our previous survey, we found that female ephedra plant does not bear cones every year. For this reason, the gender of an individual with no female cones could not be identified. Therefore, only the communities that had been surveyed in May were investigated again. Depending on the size of communities A1&A2&A4&A6&B1&B2&B3&B4&C1&C2&D1, three or five spots including the center spot and two or four marginal spots were selected, and their GPS data were recorded. Then, one individual was collected from each spot. For communities D2&A7, only one individual was

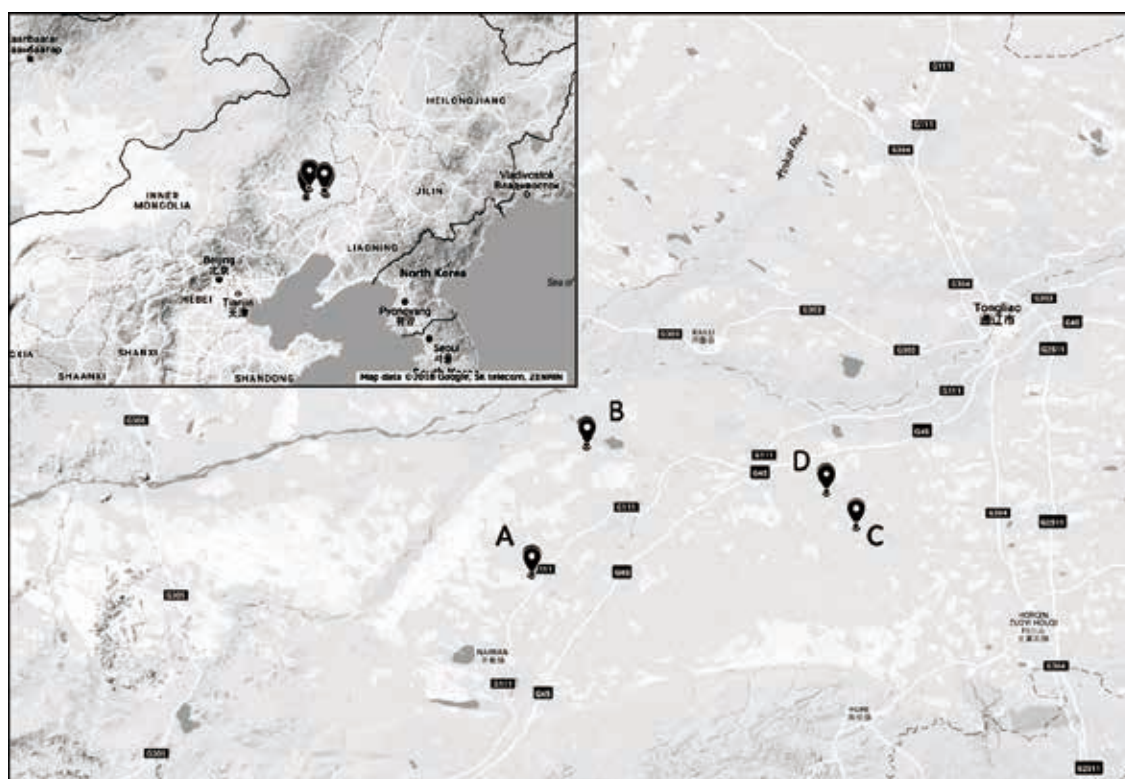


Fig. 1E Locations of investigated *E. sinica* habitats in Tongliao, Inner Mongolia, China

collected from the center spot because these two communities were so small.

Methods

HPLC Analysis of Ephedrine-type Alkaloids

The quantitative analysis of five ephedrine-type alkaloids, namely, norpseudoephedrine (NPE), norephedrine (NE), pseudoephedrine (PE), ephedrine (E), and methylephedrine (ME), was conducted according to a reported method⁸⁾ with slight modification. Basically, only twigs formed in the current year were collected from individuals and used to determine the contents of ephedrine-type alkaloids. In samples A1MA2, B1MA1, and C2M3, as not enough twigs formed in the current year were found, twigs formed in the previous year were also used.

For sample preparation, 0.1 g of powdered sample that had been dried at 105 °C for 15 h was suspended in 5.0 mL of mobile phase and left at room temperature for 20 min. The mixture was then subjected to ultrasonication for 25 min to extract ephedrine alkaloids. After centrifugation at 3000 rpm for 15 min, the supernatant was filtered off by passing through a membrane filter (pore size: 0.45 μm) and preserved in a capped HPLC vial until analysis.

The conditions for the HPLC assay for ephedrine and pseudoephedrine are as follows: Shimadzu Nexera-i HPLC system (LC-2040C 3D Plus), ODS column (100 mm × 3 mm i.d., Kinetex 2.6 μm XB-C18, Phenomenex), Guard column (C18 for 3.0 mm i.d. column, SecurityGuard ULTRA, Phenomenex), mobile phase: 27 mM sodium dodecyl sulfate solution/CH₃CN/H₃PO₄ (610/390/0.8), flow rate: 1.2 mL/min, sample injection volume: 5 μL, column temperature : 42 °C, and detection wavelength: 210 nm.

To determine the ephedrine-type alkaloid compositions of samples, the following parameters and ratios were calculated:

TA = total content of five ephedrine-type alkaloids (NPE, NE, PE, E, ME)

E+PE = content of E and PE

rA (A=NPE, NE, PE, E or ME) = content of ephedrine-type alkaloid (NPE, NE, PE, E, or ME) / TA

rE+PE = E+PE / TA

E/E+PE = content of E / E+PE

Results

Description of ephedra plant

In all the four habitats surveyed, *E. sinica* plants were generally about 20 to 30 cm tall, and a few individuals had a height of 35 cm. Although from May to July, the number of twigs formed in the current year seemed to have increased slightly particularly on male plants, no marked difference in plant height was observed between male and female plants or between May and July, suggesting that vegetative growth stops during the flowering period.

Situation of Habitat A (Fig. 1A)

Habitat A was located near a small town called Bayintalasumu. South of Habitat A were a large liquor factory located about 3 km away and apartments about 450 m away. In 2017, a widening and beautification work of the road near Habitat A was conducted, which resulted in the further size reduction of this habitat.

In Habitat A, two male communities and four female communities were investigated. Female community A1 was about 44 m long from one end to another, and located 5 m away to the east was male community A2. The outline of A2 was elliptical; its major axis was 34 m long and its minor axis was 14 m long. To the south was female community A6, which had a length of 60 m and was located 20 m away from A1 and A2. Female community A4 and male community A3 were close to each other; they were located 65 m east of A2 and 42 m east of A6, respectively. A4 was 38 m long, whereas A3 was so small that only a few individuals were observed. The road was 45 m east of A3 and A4, and on the other side of the road was small female community A5. There was a small path south of A6, and on the other side of A6 was point A7 where both male and female individuals were observed. Around A7 were a female

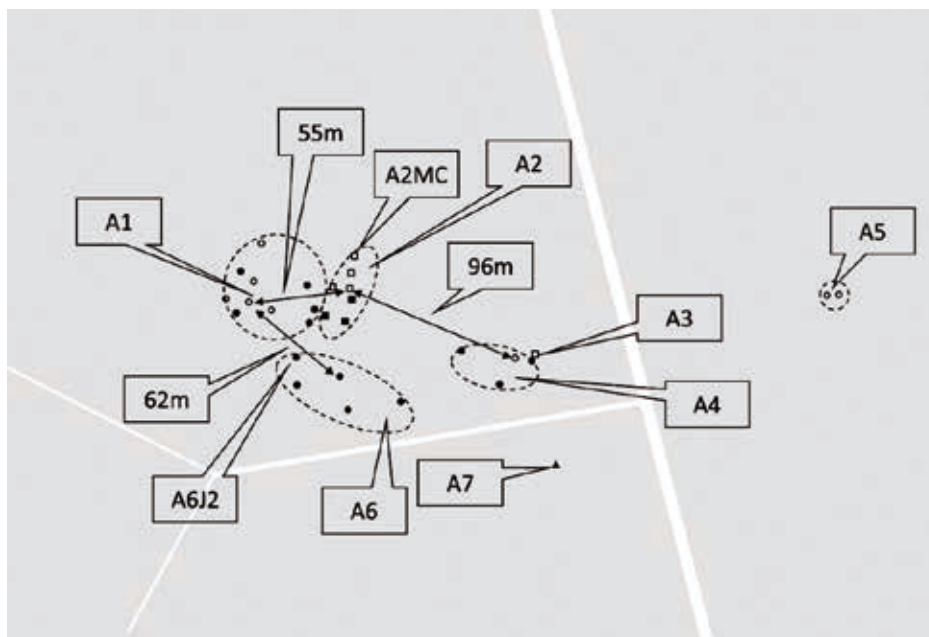


Fig. 1A Collection points at Habitat A

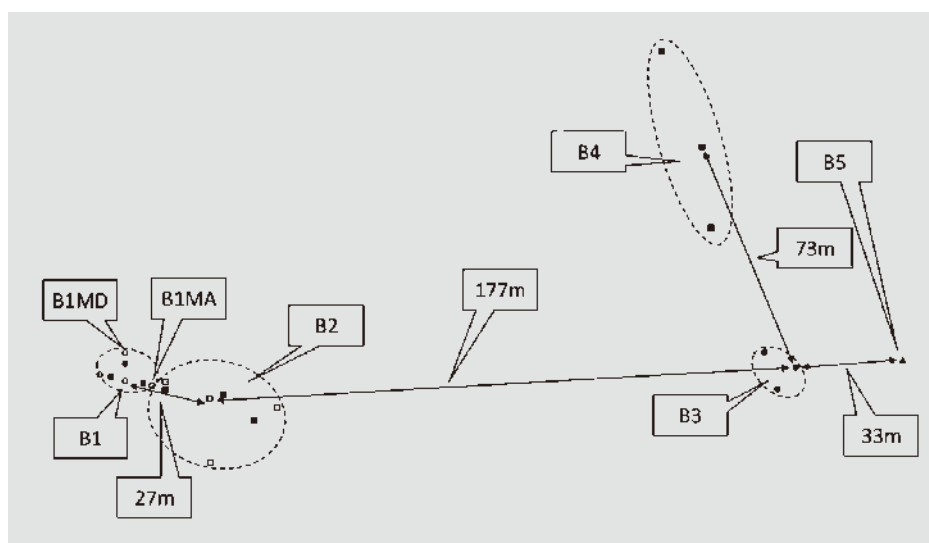


Fig. 1B Collection points at Habitat B

community in the east and a male community in the west, and these two communities adjoined at point A7. Except point A7, no contra sexual individuals were observed in the male or female communities at Habitat A.

Situation of Habitat B (Fig. 1B)

At Habitat B, flat land was reclaimed to cultivate corn or other vegetables, whereas rough land remained uncultivated, and this was where *E. sinica* and other grass grew.

Two male communities and two female communities having a point where both male and female individuals existed were investigated. B1 was a female community that had a diameter of 17 m. It occupied a hillock and extended to the north downhill, and 4 m east of B1 was male community B2 with a length of 34 m. Female community B3 with a diameter of 12 m was located 150 m east of B2, and between B2 and B3 was a corn field that was reclaimed in recent years. Male community B4 with a length of 56 m was located 40 m

north of B3. Located 33 m east of B3 was point B5, where a small female community was found at the corner of a big male community extending to the east. As was observed at Habitat A, there were no contra sexual individuals in B1 to B4.

Situation of Habitat C (Fig. 1C)

Habitat C was a dry grassland with sandy soil, and its landform was made of many hillocks. To prevent desertification of this area, pine trees were planted along the road, and a wire fence was built to prevent overgrazing.

Female community C1 was found at a small hillock, and had a diameter of 20 m. A few individuals were found at point (C1M2& C1J5), which was 15 m away from the main part of C1. No individual was confirmed in this interval. A huge male community C2 whose length was more than 90 m was located 12 m northwest of C1, occupying several hillocks.

Situation of habitat D (Fig. 1D)

Habitat D was located about 12 km away to the northwest of Habitat C, and its natural environment was similar to Habitat C. A small male community D2 was found 34 m west of a huge female community D1, whose length was more than 90 m.

Ephedrine-type alkaloid content and composition pattern

Samples from Habitat A (Fig. 2A)

Basically, samples from the same plant communities collected in May had the same ephedrine-type alkaloid composition pattern except sample A1MA2 and three samples collected at point A2MC. Samples from A1 had low rE+PE (55.31–68.79%, except A1MA2), whereas this ratio was higher than 79.81% for sample A2MC3. E/E+PE of samples from A2 was in the range of 82.20% to 86.07% (except samples from point A2MC), which could be distinguished from A3 (53.52%), A4 (69.79), and A5 (43.63–51.75%).

The average TA of samples collected in July was 1.15%, which was almost three times that of samples collected in May (0.41%). Although samples from the same plant communities collected in July still shared the same pattern, in same plant community differences in composition patterns were noted in the same plant community in May and in July. Although still lower than the other communities except A7, rE+PE of samples from A1 increased to 75.06–82.99% (July) from 55.31–68.79% (May). E/E+PE could still be used

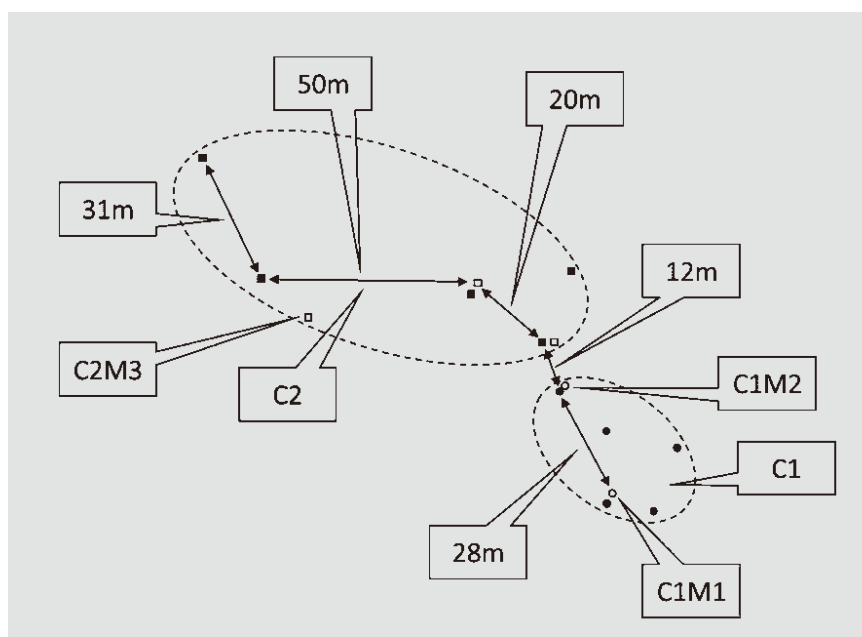


Fig. 1C Collection points at Habitat C

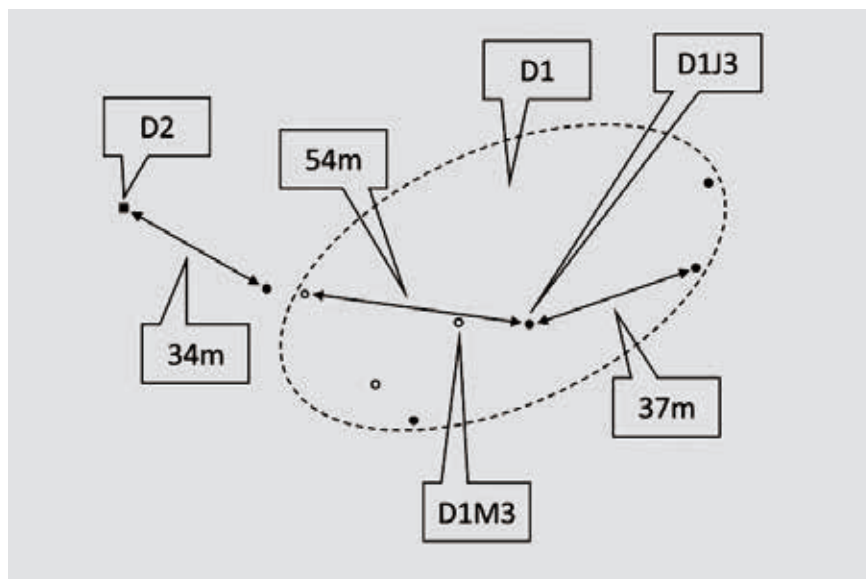


Fig. 1D Collection points at Habitat D
 ○: Female individual collected in May
 ●: Female individual collected in July
 □: Male individual collected in May
 ■: Male individual collected in July
 ▲: Point that contra sexual individuals were observed

to distinguish A2 and A4, but in samples from A2, rE+PE decreased from 82.20–86.07% (except samples from point A2MC) to 64.38–69.05%, whereas in samples from A4, rE+PE decreased from 69.79% to 44.02–55.20% in the same period. Except sample A6J2, samples from A6 showed the same alkaloid composition pattern as samples from A4. Furthermore, the sample from A7 had the highest rNPE of 20.65% among the samples collected in July.

Samples from Habitat B (Fig. 2B)

Samples from B2 collected in May had similar composition patterns, whereas samples from B1 could be divided into three small groups on the basis of alkaloid composition pattern. The first group was composed of only sample B1MA1 that had a high TA (1.03%) and a low E/E+PE (73.31%). The second group was composed of three samples from B1MD, which seemed to have a similar pattern to B2 even though they were female individuals whereas B2 was a male community. Eight other samples from B1 made up the third group, which had a TA of 0.37–0.57% and shared a similar composition pattern.

In samples collected in July, the average TA increased to 1.24% for B1 and 0.85% for B2, whereas B3 and B4 also showed relatively high TA values of 1.29% and 0.76%, respectively. Three samples from B1 had an E/E+PE of 57.84–76.60%, whereas three samples from B2 had an E/E+PE of 46.75–52.59%; both values decreased compared to samples collected in May. Three samples from B3 had a similar composition pattern, whereas E/E+PE varied markedly from 33.72 to 89.12% among the samples from B4.

Samples from Habitat C (Fig. 2C)

Samples collected from C1 in May had a higher E/E+PE (95.06% and 98.34%) than samples from C2 (76.49%, 71.03%, 39.49%), and this finding enabled us to clearly distinguish these two communities. Samples C1M1 and C1M2 showed similar ephedrine-type alkaloid composition patterns; however, sample C2M3 had an E/E+PE of 39.49%, which was quite different from samples C2M1 (76.49%) and C2M2 (71.03%).

Samples collected in July had an average TA of 0.84%, which was higher than that of samples collected

in May (0.45%). Samples from C1 and C2 had completely different composition patterns, but these patterns changed significantly from May to July. rME increased from 3–6.19% to 25.85–30.83% for samples from C1, and from 1.27–1.70% to 5.13–8.37% for samples from C2, whereas E/E+PE decreased from 95.96–98.34% to 87.27–92.49%, and from 71.03–76.49% (except C2M3) to 24.15–58.95%, respectively.

Samples from Habitat D (Fig. 2C)

E/E+PE of samples collected from D1 in May were in the range of 92.33% to 98.99%, whereas rNE of sample D1M3 (13.61%) was much higher than those of samples D1M1 (4.02%) and D1M2 (4.73%). Furthermore, the average TA of these three samples was 0.49%.

Samples collected from D1 in July had an average TA of 1.08%. Except sample D1J3, the other four

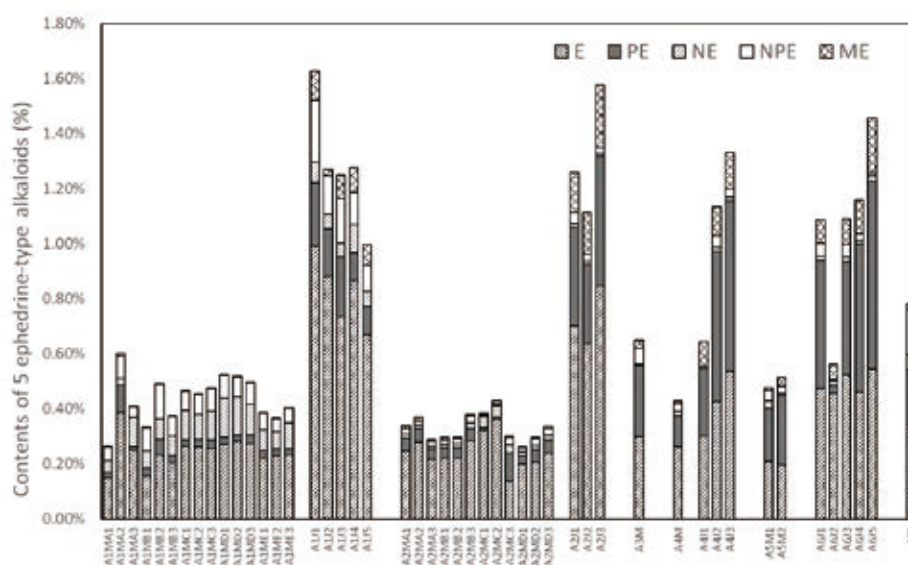


Fig. 2A-1 Contents of five ephedrine-type alkaloids in samples from Habitat A

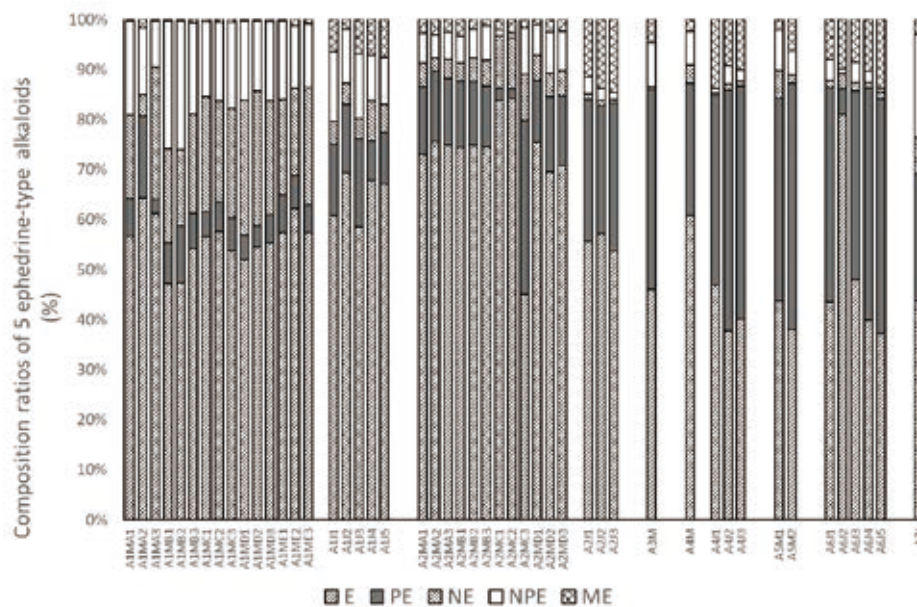


Fig. 2A-2 Composition ratios of five ephedrine-type alkaloids in samples from Habitat A

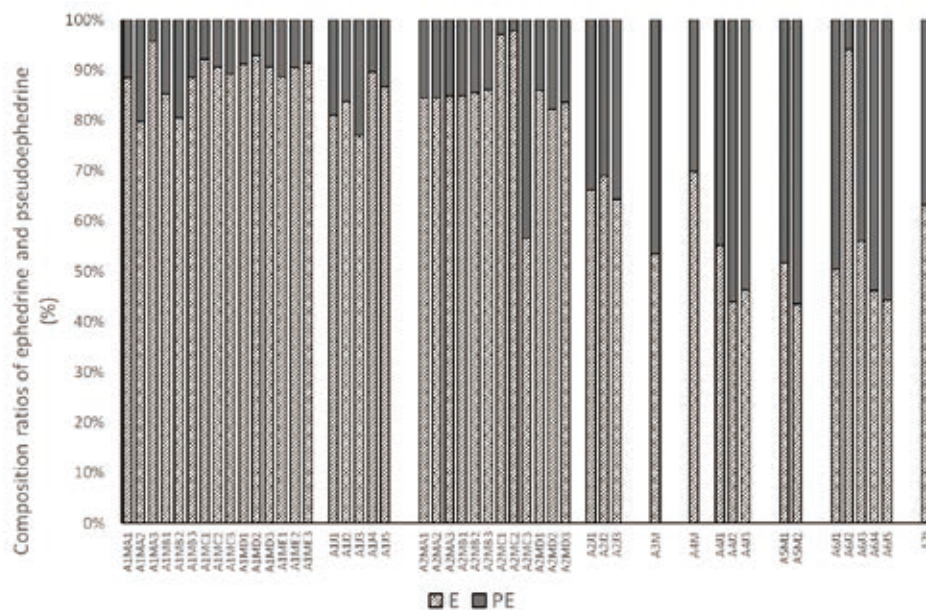


Fig. 2A-3 Composition ratios of ephedrine and pseudoephedrine in samples from Habitat A

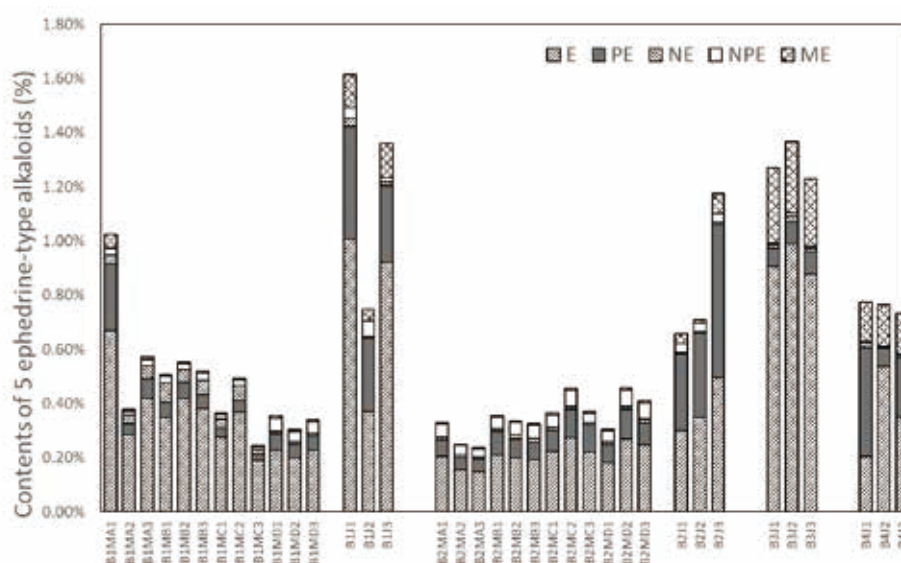


Fig. 2B-1 Contents of five ephedrine-type alkaloids in samples from Habitat B

samples had a similar composition pattern that differed from D2. Similar to the tendency confirmed for the samples from C1 and C2, rME increased from 0.54–1.85% to 9.23–19.80%, whereas E/E+PE decreased from 92.33–98.99% to 74.58–85.32% (except D1J3).

Discussion

The case of samples A1MA2, B1MA1, and C2M3

These three samples collected in May showed a composition pattern different from the other samples from their respective communities. Sample A1MA2 had an rNE of 4.41% and an E/E+PE of 79.84%, both of which were lower than the other samples from A1

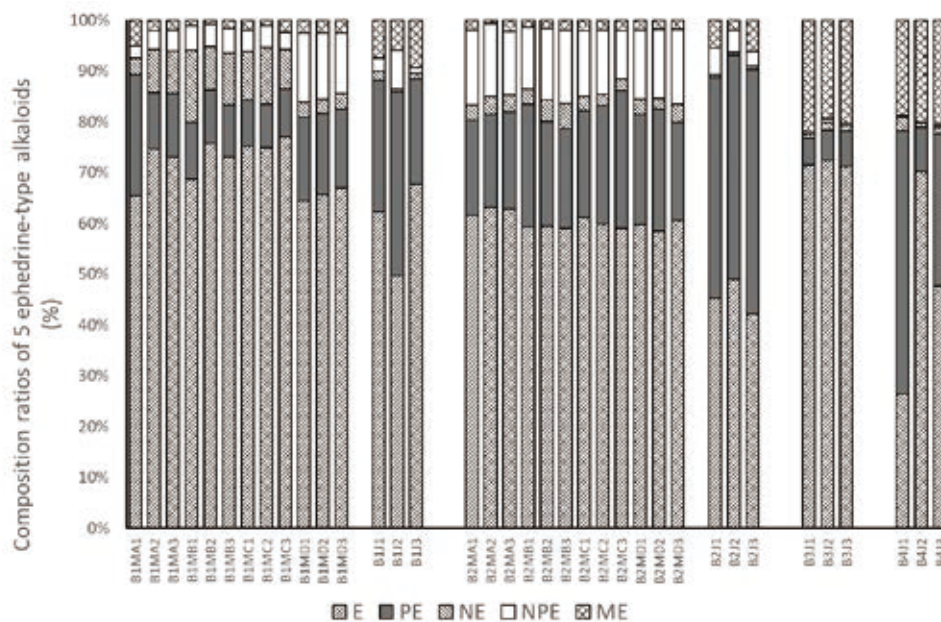


Fig. 2B-2 Composition ratios of five ephedrine-type alkaloids in samples from Habitat B

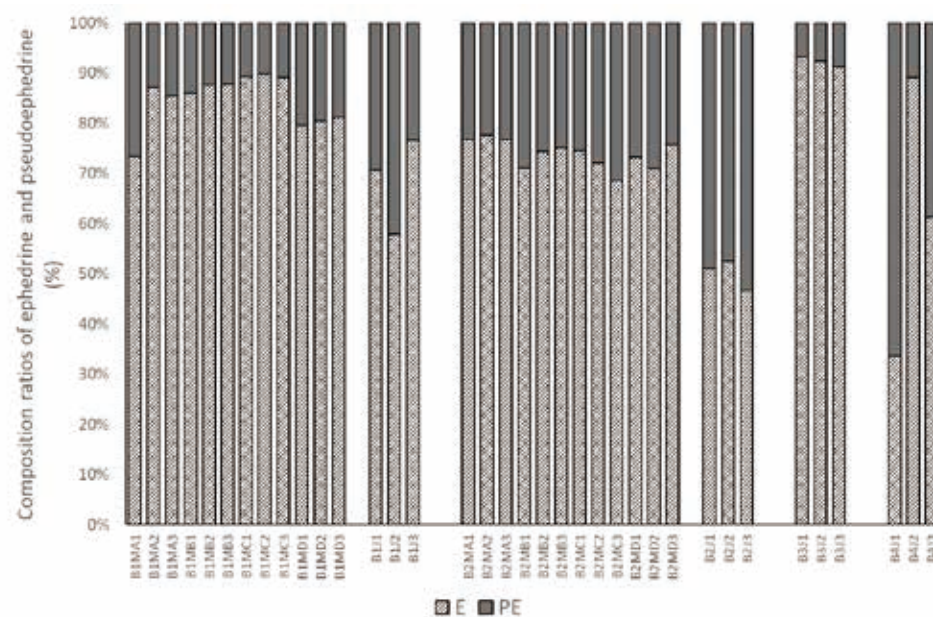


Fig. 2B-3 Composition ratios of ephedrine and pseudoephedrine in samples from Habitat B

(average rNE: 21.36%, average E/E+PE: 89.71%). Furthermore, TA of sample A1MA2 was 0.60%, which was higher than the average of the other samples of 0.43%. A similar situation was also observed in samples B1MA1 and C2M3. Compared to the other samples from their respective communities, samples B1MA1 and C2M3 had low rNE and E/E+PE, along with a high TA.

However, the composition pattern and TA of these three samples were similar to those of samples collected in July from their respective communities. Although TA of sample A1MA2 was lower than those of samples A1J1–5, these samples had the same composition pattern. The same tendency was observed in sample C2M3, which had a lower TA than and a similar composition pattern to samples C2J1–5. In the

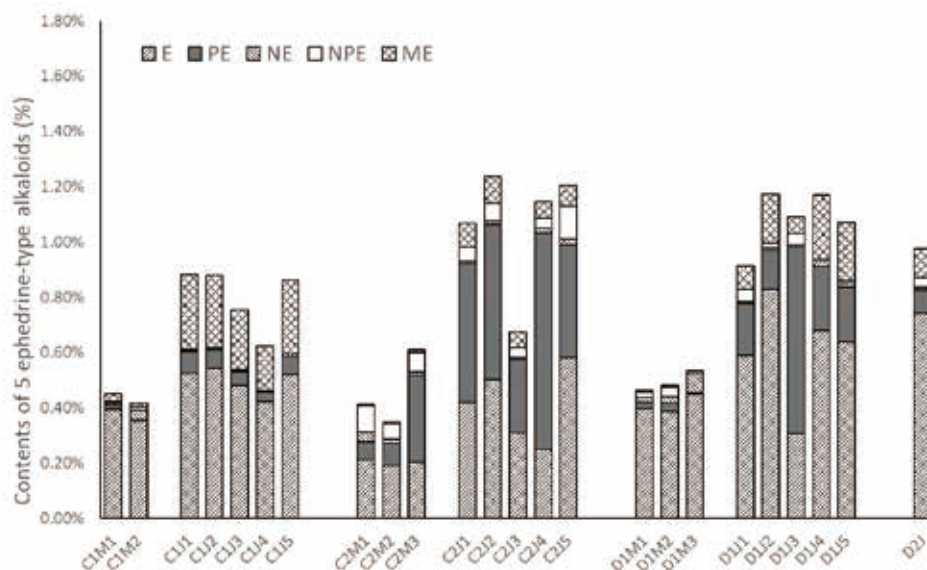


Fig. 2C-1 Contents of five ephedrine-type alkaloids in samples from Habitats C and D

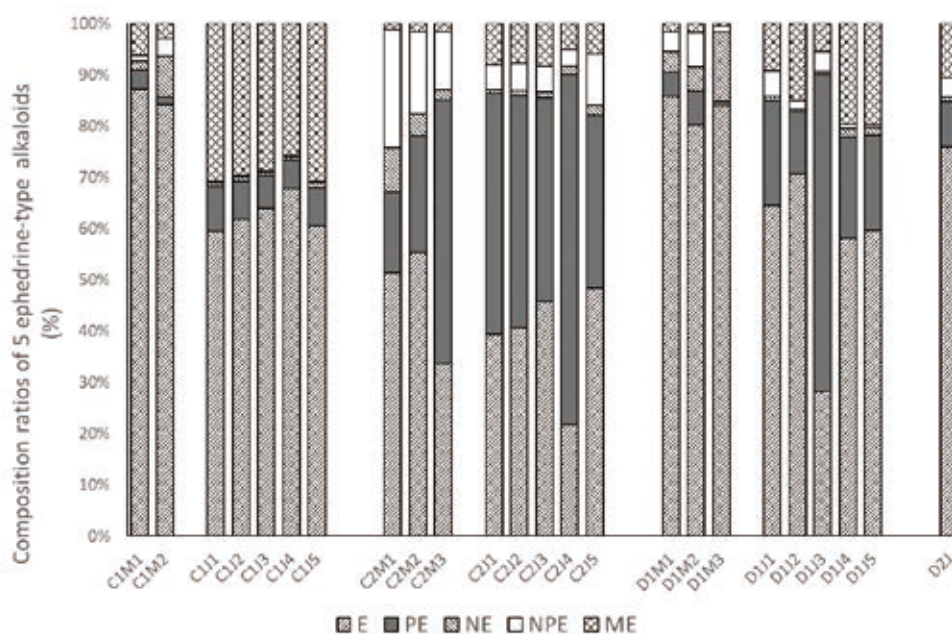


Fig. 2C-2 Composition ratios of five ephedrine-type alkaloids in samples from Habitat C and D

case of sample B1MA1, both composition pattern and TA were similar to samples B1J1–3. In May, *E. sinica* plant bore lots of cones but its twigs had not formed yet, so that very few twigs formed in the current year could be found in samples collected in this period. In the case of these three samples, not enough twigs that formed in the current year could be found, so twigs that formed in the past year were also used to determine the

contents of ephedrine-type alkaloids, and the chemical composition patterns of these old twigs was similar to those mature twigs of the other samples from their respective communities collected in July.

***E. sinica* community was formed by the extension of a single plant**

Eleven large *E. sinica* communities were investigated, and the phenomenon that samples (except

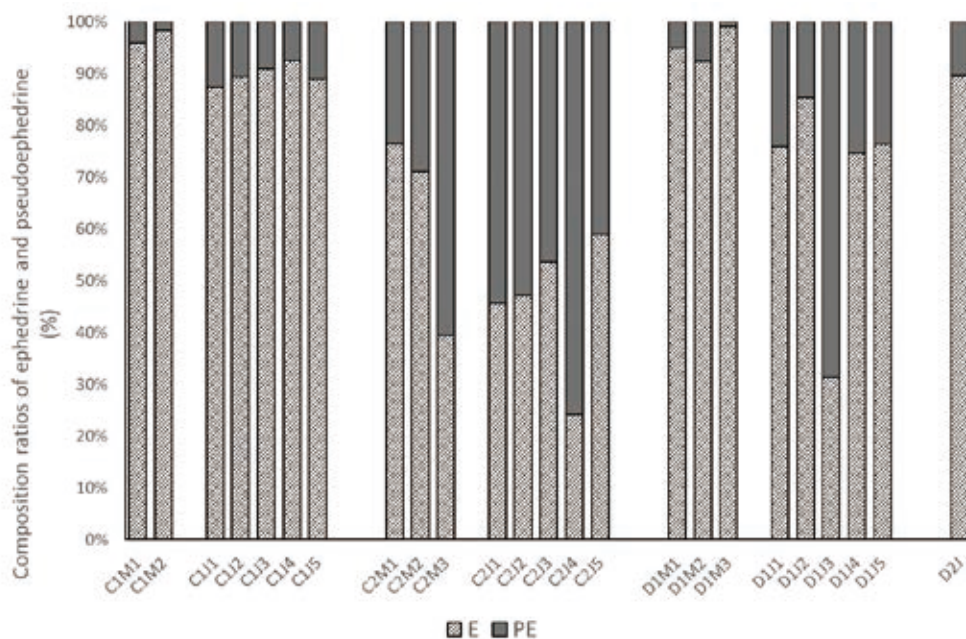


Fig. 2C-3 Composition ratios of ephedrine and pseudoephedrine in samples from Habitats C and D

A6J2) from the same community had a similar ephedrine-type alkaloid composition pattern was observed in 10 communities except B4. From this, we infer that individuals in the same communities are genetically identical even if they are far apart from each other. Therefore, we conclude that *E. sinica* communities investigated in this study grew not from seedlings germinated from seeds, but by the extension of subterranean stolons from a single plant. If these individuals were branches or clones from the same plant, it would be reasonable that only unisexual communities were usually observed, and that the situation of cones was always the same among individuals in the same community.

Ephedrine-type alkaloid composition pattern changed during growing season

It was reported that TA of *E. sinica* increases as the plant grows throughout the year¹³, and in this study, we noted the same phenomenon that TA of the samples collected in July was higher than those of samples collected in May. On the other hand, Matsumoto¹² indicated that individuals propagated by herbaceous stem cuttings had the same composition pattern

regardless of harvest time, whereas we found that the composition patterns differed among samples collected in May and July from the same community.

In Matsumoto's study, the samples were collected in November 2011 and September 2012, and TA of his samples was almost the same at these two time points¹², and in another report It was mentioned that TA of *E. sinica* stopped increasing after September¹³. On the other hand, in our study, the samples used were collected in May and July, the periods during which TA increased significantly, leading to the change in composition pattern.

In all the communities investigated in May and July, the change in composition patterns had the same tendency, i.e., rNE and E/E+PE decreased whereas rME increased. It was reported that NE, E, and ME were biosynthesized in that order¹⁴, which could possibly explain the decrease of rNE and the increase of rME. On the other hand, from the tendency that E/E+PE decreased, it could be inferred that PE was biosynthesized later than E.

The case of sample A6J2

Compared to other samples collected in July from

A6, sample A6J2 had markedly low TA and E/E+PE and slightly low rNE. Accordingly, A6J2 might be genetically different from the other four samples. However, it was also possible that the twigs collected from this sample for analysis were extremely young compared to the other samples because the low TA, E/E+PE, and rNE corresponded to the tendency of changes observed from May to July. In this case, A6J2 was genetically identical to the other samples from A6.

The case of samples from points A2MC and B1MD

The samples from these two points had the same TA level as but different composition pattern from the other samples from their respective communities, so it could be inferred that individuals from points A2MC and B1MD were not genetically identical to A2 and B1. As these two points were located at the border of A2 and B1, it was possible that the samples at points A2MC and B1MD were from another neighboring community.

The case of B4 and sample D1J3

The three samples from B4 showed the same TA level, but their composition patterns were quite different. The same was noted for sample D1J3, which is found in the center of D1. The possibility that these samples were from another neighboring community was low considering that they were not found at the border of their communities. Therefore, the possibility that a community was formed by multiple plants instead of a single plant could not be ignored. Another reason that may lead to this situation was that these samples were bud sports that showed chemical differences from the rest of the individuals from their communities.

Conclusion

Although *E. sinica* plant produces many seeds every year, under the natural environment, many subterranean stolons develop from a single plant, eventually forming large plant communities with diameters of more than 10 m. The individuals observed in a community are not independent individuals but branches of a primitive individual.

Acknowledgments

This research work was supported by Japan Agency for Medicinal Research and Development.

References

- 1) Masanori Miyagoshi, Sakae Amagaya, Yukio Oghihara. Antitussive effects of L-ephedrine, amygdalin, and Makyokansekito (Chinese traditional medicine) using a cough model induced by Sulfur Dioxide Gas in mice. *Planta Med*, **52(4)**, 275-278 (1986).
- 2) Hao Hong, Huibiao Chen, Feng Xu, Xinyu Zang, Donghui Yang, Xuan Wang, Shaoqing Cai, Masayuki Mikage. Surveys on resources and varieties on Chinese markets of crude drug. *China J Chin Mater Med*, **9**, 1129-1132 (2011).
- 3) Ligu Fu, Yongfu Yu, Harald Riedl. *Ephedra sinica* Stapf. Flora of China. Science Press, Beijing & St. Louis, Missouri Botanical Garden. Vol 4, pp.99-100 (1999).
- 4) Hajime Hiyama, Aya Ozawa, Hiroaki Kumazawa, Osami Takeda. Stabilization of Ephedrine Alkaloid Content in *Ephedra sinica* by Selective Breeding and Stolon Propagation. *Biol Pharm Bull*, **40**, 43-48 (2017).
- 5) Changfeng Long, Nobuko Kakiuchi, Akira Takahashi, Katsuko Komatsu, Shaoqing Cai, Masayuki Mikage. Phylogenetic Analysis of the DNA Sequence of the Non-Coding Region of Nuclear Ribosomal DNA and Chloroplast of *Ephedra* Plants in China. *Planta Med*, **70(11)**, 1080-1084 (2004).
- 6) Naoko Fushimi, Lili Wang, Shunsuke Ebisui, Shaoqing Cai, Masayuki Mikage. Studies of *Ephedra* Plants in Asia. Part 4. Morphological differences between *Ephedra sinica* Stapf and *E. intermedia* Schrenk et C. A. Meyer, and the botanical origin of Ma-huang produced in Qinghai Province. *J Trad Med*, **25(3)**, 61-66 (2008).
- 7) Yuki Kitani, Shu Zhu, Takayuki Omote, Ken Tanaka, Javzan Batkhoo, Chinbat Sanchir, Hirotohi Fushimi, Masayuki Mikage, Katsuko Komatsu. Molecular Analysis and Chemical Evaluation of *Ephedra* Plants in Mongolia. *Biol Pharm Bull*, **32(7)**, 1235-1243 (2009).
- 8) Li-Li Wang, Nobuko Kakiuchi, Masayuki Mikage.

- Studies of Ephedra plants in Asia. Part 6: Geographical changes of anatomical features and alkaloids content of Ephedra sinica. *J Nat Med*, **64(1)**, 63-69 (2010).
- 9) Nobuko Kakiuchi, Masayuki Mikage, Stefanie Ickert-Bond, Maria Maier-Stolte, Helmut Freitag. A molecular phylogenetic study of the Ephedra distachya/E. sinica complex in Eurasia. *Willdenowia*, **41(2)**, 203-215 (2011).
- 10) Yuki Kitani, Shu Zhu, Javzan Batkhuu, Chinbat Sanchir, Katsuko Komatsu. Genetic Diversity of Ephedra Plants in Mongolia Inferred from Internal Transcribed Spacer Sequence of Nuclear Ribosomal DNA. *Biol Pharm Bull*, **34(5)**, 717-726 (2011).
- 11) Hao Hong, Hu-Biao Chen, Dong-Hui Yang, Ming-Ting Shang, Xuan Wang, Shao-Qing Cai, Masayuki Mikage. Comparison of contents of five ephedrine alkaloids in three official origins of Ephedra Herb in China by high-performance liquid chromatography. *J Nat Med*, **65(3-4)**, 623-628 (2011).
- 12) Masashi Matsumoto, Manabu Hirayama, Norihiro Ohtomi, Takeshi Ohno, Yukihiro Nomura, Osamu Iida, Koji Sugimura, Nobuo Kawahara, Takashi Tsuchida, Masayuki Mikage. Influence of genetic factors on the ephedrine alkaloid composition ratio of Ephedra plants. *J Nat Med*, **69(1)**, 63-67 (2015).
- 13) Dagun Cheng, Ping Guo, Jun Zhao. Seasonal variation of alkaloids contained in Ephedra sinica Herba in Inner Mongolia. *Zhongguo Yaoke Daxue xuebao*, **23(2)**, 82-87 (1982).
- 14) Raz Krizevski, Einat Bar, O. r Shalit, Asaf Levy, Jillian M. Hagel, Korey Kilpatrick, Frédéric Marsolais, Peter J. Facchini, Shimon Ben-Shabat, Yaron Sitrit, Efraim Lewinsohn. Benzaldehyde is a precursor of phenylpropylamino alkaloids as revealed by targeted metabolic profiling and comparative biochemical analyses in *Ephedra spp.* *Phytochemistry*, **81**, 71-79 (2012)

薬用植物の病害 (5)

Diseases of medicinal plants (5)

佐藤 豊三

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 遺伝資源センター
〒305-8602 茨城県つくば市観音台2-1-2

Toyozo Sato

*Genetic Resources Center, National Agriculture and Food Research Organization
2-1-2 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8602 Japan*

受理日：2018年9月18日

はじめに

この解説シリーズではまず、薬用植物（作物）の国内生産振興には病害の基礎研究が重要であることを強調するため、薬用植物の国内発生病害およびその初報告数の推移、各病原微生物の概要と乏しい登録防除薬剤や研究資源について紹介した（佐藤，2015，2016a）。続いて、病害の発生要素に基づく防除の原則を概説するとともに、各論としてシャクヤク、トウキ、ミシマサイコ、カノコソウ、ボタンボウフウ、ハトムギおよびセンブリの主要な糸状菌病害の病徴、診断、防除について解説した（佐藤，2016b，2017）。今回はカンゾウ類、オタネニンジンおよびジオウの病害について紹介する。

薬用植物の主要病害（つづき）

前回に引き続き植物ごとに病害を解説するが、病名の後ろに付けた†は、日本植物病名データベース（以下「病名データベース」：http://www.geneaffrc.go.jp/databases-micro_pl_diseases.php，佐藤，2017，農研機構遺伝資源センター，2018）の詳細ページから外部情報サイトにリンクがあることを示しており、また、‡の付いているものは外部サイトでカラーの病徴写真が閲覧できることを意味している。ぜひ参考にして頂きたい。

カンゾウ類 (*Glycyrrhiza* spp.)

漢方薬の甘草にはウラルカンゾウ (*Glycyrrhiza uralensis*) とスペインカンゾウ (*G. glabra*) が含まれるが、病名データベースには糸状菌による4病害が収録されている（表；農研機構遺伝資源センター，2018）。その他、つい最近新たに2病害が見出だされた。

褐色斑点病：*Cercospora* sp. によりスペインカンゾウおよびシナカンゾウの葉に褐色不整形の斑点が生じる（中島ら，2010）。口頭発表の講演要旨があるのみで詳細は不明。

苗立枯病：*Pythium aphanidermatum*, *P. myriotylum*, *P. spinosum* によりウラルカンゾウのポット苗に萎れや立枯が生じる（図 1a）。30℃を超える高温多湿条件で多発し、主根は健全に見えるが、側根は褐変腐敗により脱落し根量が極端に少なくなる（図 1b）。顕微鏡観察により褐変部には *Pythium* 属菌に特有の卵胞子が多く見られる（図 1c）。種子繁殖の場合は、鉢土や堆肥など混合資材の滅菌・消毒を行い、灌水にはなるべく水道水を用いる。ストロン繁殖では、少しでも褐変部分のあるものは用いないように心がける（Ishiguro et al, 2014）。

斑点病：*Phoma* sp. によりウラルカンゾウおよびスペインカンゾウの小葉に長径数 mm の暗色病斑が、葉柄や茎にも長径約 1mm の斑点が生じる。小葉では斑点が古くなると中央から破れ、また、病斑の多い葉から早期落葉が起きる (図 2a, b; 菊池ら, 2016)。北海道で初めて見出されたが、最近、近畿地方でも発生が確認された。発病葉を除去し焼却するなど圃場衛生に努める。なお、病原菌は最近設立された *Xenodidymella* 属に所属することが明らかにされた (利根川ら, 2017)

株枯病：*Fusarium solani* 種複合体構成種により苗や生長期の地際部が暗色に腐敗し上部が萎れて倒伏・枯死し、あるいは立ち枯れに至る (図 3a)。また、増殖用に切り分けた根茎の維管束部から褐変腐敗が進行して、白いかびが生じ芽が出ない (図 3b~d; 佐藤ら, 2018a, d) 本病は土壌伝染性病害であり、病原菌に感染した増殖用ストロンが伝染源となる。切り口の褐変したストロンを増殖に用いないことや土壌還元消毒 (佐藤, 2017) が防除に有効と思われる。なお現在、ストロン消毒用殺菌剤の適用拡大に向けて手続きが進められている。

灰色かび病：*Botrytis cinerea* により主に茎に発生する。はじめ茎の中ほどに水浸状の病斑が生じ、のちに淡褐色となる。病斑が茎の周囲を覆うと上部が萎れ黄化して枯れる (図 4a, b)。多湿条件で淡褐色ないし灰白色粉状のかびが病斑上に生じる (図 4c)。これは病原菌の分生子柄と分生子で、風雨などにより飛ばされ周囲の健全な茎に感染する。密植や雑草の繁茂によりうっぺいした場所で 20℃前後の気温と多湿条件が重なると発生しやすい。さらに、本病は生理的な原因で植物が衰弱し、あるいは強風などで茎葉が傷んだきに激発しやすい。また、春に雨が多い年に発生が多い。過繁茂や雑草による通気不良を避け、発病した茎は抜き取って焼却する。本病原菌は罹病植物残渣中や菌核で越冬すると考えられるが、国内では 230 種以上の植物を侵すことが報告されているところから、隣接する圃場で他の作物の灰色かび病が発生した場合は早めに防除する。(佐藤ら, 2018b)

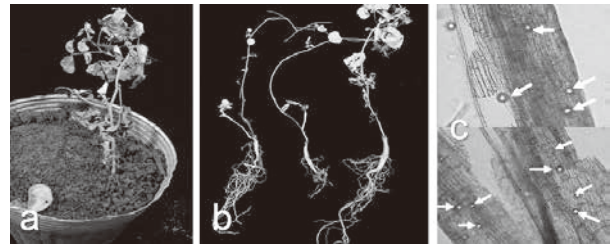


図 1. カンゾウ苗立枯病 (影山孝二氏原図), a 立ち枯れ, b 細根の腐敗, c 細根内に形成された病原菌の卵胞子

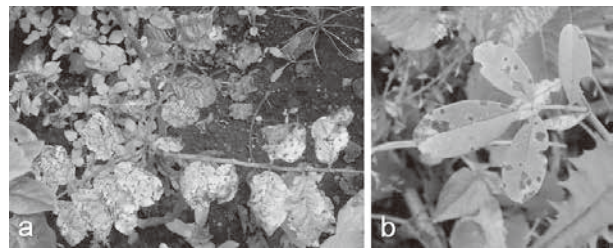


図 2. カンゾウ斑点病, a ウラルカンゾウの葉斑点と早期落葉, b スペインカンゾウの葉斑点

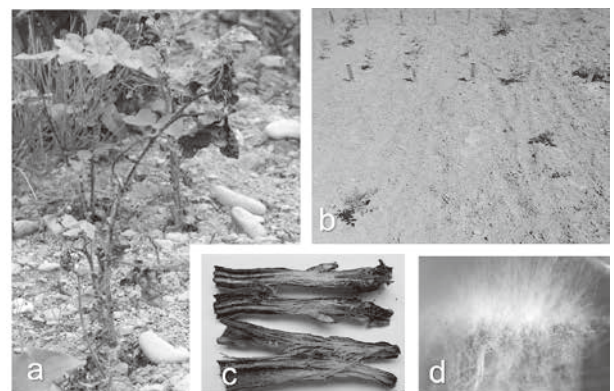


図 3. カンゾウ株枯病, a 成長期の立ち枯れ, b 保菌ストロンを移植した畑の欠株 (五十嵐元子氏原図), c 増殖用ストロンの腐敗, d 腐敗ストロンに生じた病原菌の菌糸と分生子



図 4. カンゾウ灰色かび病, a 罹病株の黄化, b 罹病株上部の枯死, c 茎の病斑上に生じた分生子

さび病：*Uromyces glycyrrhizae* により葉に発生する。初夏、葉表にはじめ直径数mmの退色斑が生じ、葉裏に褐色ないし暗褐色または黒色粉状の斑点が現れる（図 5a, b, c）。斑点はしだいに増えてやや拡大し、斑点の多い小葉は褐色に枯れて早期に落葉する。この褐色の斑点はサビキン類の夏孢子堆で、黒色の斑点は冬孢子堆であり、葉表にも少数形成される。本病は最近、国内のウラルカンゾウで見つかったが（佐藤ら, 2019）、中国や北米など海外ではスペインカンゾウをはじめ多くのカンゾウ属植物に発生することが報告されている。病原菌は絶対寄生性であり、北米では同属植物上で精子世代も確認されているところから同種寄生種と考えられ、中間宿主は知られていない。葉の表の退色斑は小さく周縁部が不明瞭で目立たないため、異常落葉するまで見逃されやすい。定期的に葉の裏を観察することが早期診断につながる。発生を認めたら、周辺の株も含めて直ちに地上部を刈り取り焼却するか地中に埋める。

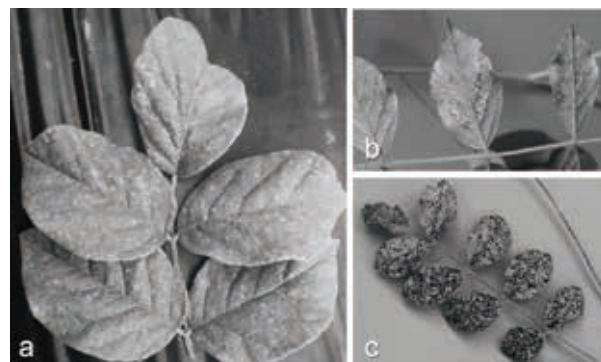


図 5. カンゾウさび病, a 葉表の退色斑, b 葉裏の夏孢子堆, c 葉裏の冬孢子堆

名データベースに収録されている(表)。このほか、つい最近、苗腐病および灰色かび病が報告された(佐藤ら, 2018b, c)。また、未公認の苗立枯病(仮)が島根県の情報サイト「病害虫データベース」に掲載されている。

オタネニンジン (*Panax ginseng*)

オタネニンジンには細菌による根の 2 病害のほか、線虫による 2 病害と糸状菌による 8 病害が病

フザリウム病 †：*Fusarium solani* 種複合体の 1 種により生育期間を通じて地下部に発生する。はじめ葉が萎れ始め、幼苗期には倒伏して枯れ、年数を経た株では立ち枯れることもある(図 6a, b)。地際部は水浸状に腐敗し細くくびれる。細根は脱落し、主根も軟化・腐敗する(図 6c)。苗床では

表. 3 種薬用植物の病害とその病原および発病部位

宿主	病名 ¹⁾	病原 ²⁾	発病部位	初報告年
カンゾウ類	褐色斑点病	<i>Cercospora</i> sp.	茎葉	2010
	苗立枯病	<i>Pythium aphanidematum</i> など	根	2014
	斑点病	<i>Phoma</i> sp.	茎葉	2016
	株枯病	<i>Fusarium solani</i> 種複合体構成種	根, ストロロン	2017
	灰色かび病	<i>Botrytis cinerea</i>	茎	2018
	赤腐病*	(病原細菌種名未定)*	根	1908
	白色腐敗細菌病*	<i>Erwinia</i> sp.*	根	1990
	疫病	<i>Phytophthora cactorum</i>	根?	1906
	フザリウム病*	<i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>psii</i>	根	1930
	斑点病*	<i>Alternaria panax</i>	葉	1915
オタネニンジン	乾性黒腐病	<i>Phoma panacicola</i>	根?	1922
	菌核病	<i>Sclerotinia</i> sp.	根	1922
	根腐病*	<i>Cylindrocarpon destructans</i> f. sp. <i>panacis</i>	根	1967
	白紋羽病	<i>Rosellinia necatrix</i>	根	1963
	炭疽病	<i>Colletotrichum panacicola</i>	茎葉	1919
	灰色かび病*	<i>Botrytis cinerea</i>	茎葉	2018
	根腐線虫病	<i>Pratylenchus penetrans</i> **	根	1962
	根こぶ線虫病	<i>Meloidogyne</i> sp.**	根	1957
	ウイルス病*	<i>Cucumber mosaic virus</i> (CMV) など***	葉	1981
	疫病*	<i>Phytophthora nicotianae</i>	根	1977
ジオウ	立枯病	<i>Rhizoctonia solani</i>	地際茎, 根	2015
	白絹病	<i>Athelia rolfsii</i>	地際茎, 根	2018

1)*: 病名データベースにリンクされた外部サイトに病徴写真あり, **太文字**: 本文に解説あり,

2)*: 細菌, **線虫, ***植物ウイルス, その他はすべて糸状菌

最初の発病株を中心として円形に欠株になる(図6a)。根腐病に登録のある土壤消毒剤により定植前に処理し同時防除を行う(佐藤, 2016a)。水利の良い場所では本圃の土壤還元消毒(佐藤, 2017)などが防除に有効と思われる。

斑点病： *Alternaria panax* により主に茎葉のほか、地下部も含めてほとんどの部位が侵される。葉では、はじめ表面に周縁部の不明瞭な円形または不正形の斑点が現れ、これが拡大するとともに内部が淡褐色、周辺が褐色となり、乾燥すると薄くなって破れやすくなる(図7a)。また、発病葉は全体に黄化し、早期落葉に至る(図7b)。茎では、はじめ地際部などに褐色の斑点が生じ、しだいに上下に拡大してややへこんだ細長い大型病斑となる。後にその病斑上に灰黒色でビロード状のかびが生じる。果梗や種実が侵されると乾枯して種が採れなくなる。早期に茎が発病すると根まで侵され、根冠部から褐変・腐敗することもある。本病原菌は、主に枯死した茎葉上で分生子の形で越冬する。また、菌糸の形で根冠部に潜んで越冬し、翌年、伸び始めた茎などを発病させる場合もある。本病原菌は、25℃前後で多湿のときに病斑上で大量の分生子をつくり、風雨により飛び散って蔓延するため、早い年では5月上旬頃から発生し始め、梅雨期に盛んに発病する。また、定植4年目以降に目立つようになり、収穫年にあたる6年生株では多くなる。発病茎葉は見つけしだい取り除く。また、秋の落葉後、地際から刈り取って焼却する。萌芽後から梅雨明けまで重点的に薬剤を散布する(佐藤, 2016a)。

根腐病： *Cylindrocarpon destructans* f. sp. *panacis* により地下部に発生する。根では、はじめ表面に橙色を帯びた褐色の斑点が現れ、徐々に拡大するとともに中心部がへこんだ暗褐色の病斑となる(図8b)。病勢が進むと不整形の大形病斑となり、根全体が腐敗することもあるが、腐敗臭はほとんどない。根冠部が侵されると翌年萌芽しないか、芽が出てもすぐに枯死することが多い(図8a)。病原菌は、厚壁胞子を大量に形成して土壤中で長

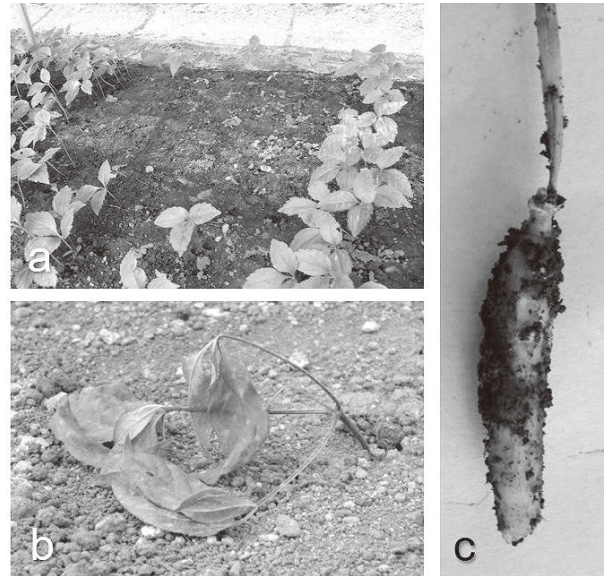


図6. オタネニンジンザリウム病, a 苗床の欠株, b 萎れと倒伏, c 主根の腐敗



図7. オタネニンジン斑点病(一木(植原)珠樹氏原図), a 葉の斑点, b 葉の黄化・葉枯れ

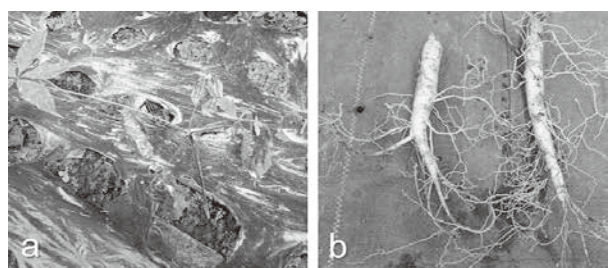


図8. オタネニンジン根腐病(一木(植原)珠樹氏原図), a 立ち枯れ, b 細根の赤褐変と腐敗

期間生存し、条件がよくなると発芽し、根に感染する。病斑は緩やかに拡大するが、生育が進むとともに腐敗部も大きくなる。連作を避け、排水に努める。播種または植え付け前に土壤消毒を行う。倒れたり立ち枯れた苗を見つけたときは、速やかに苗床に薬剤を灌注する(佐藤, 2016a)。

炭疽病： *Colletotrichum panacicola* により主に苗や葉に発生する。梅雨時、はじめ葉に直径数 mm の褐点が現れ、しだいに拡大し輪紋を伴い黒褐色の円形斑となる。病斑が半分以上を占める葉は急速に黄化するとともに、病斑から腐敗が広がり、苗の場合は全体が枯死に至る（図 9a, b）。降雨時など多湿条件では、病斑上に剛毛と分生子が生じ、次々と伝染して蔓延する。発病圃場から採った種子を使わない。発病苗などは、見つけ次第周辺の健全株とともに取り去る。本病は戦前、朝鮮半島と国内から初めて報告されたが、戦後は国内ではほとんど問題になっていない。

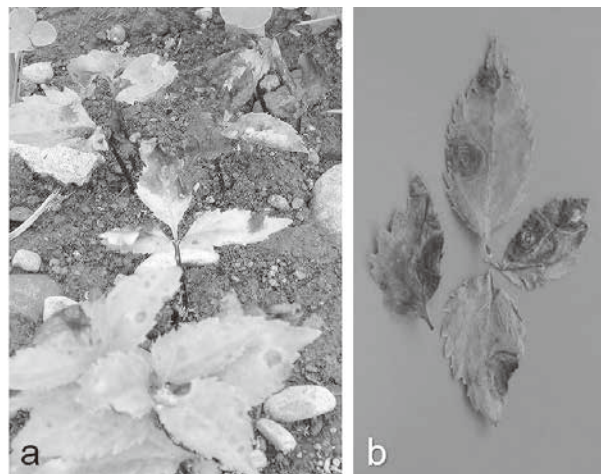


図 9. オタネニンジン炭疽病, a 葉の斑点・葉枯れ, b 輪紋状の病斑

灰色かび病： *Botrytis cinerea* により主として茎のほか、花梗や葉にも発生する。4 月下旬頃から、萌芽まもない柔らかい茎の地際部付近に淡褐色の腐敗が生じ、しだいに拡大して褐色でややへこんだ細長い病斑となる。その後、病斑部から上は萎れて枯れる（図 10a）。降雨時など湿度の高いときに、病斑上に灰色のかびが大量に生じ、褐色の菌核が見られることもある。葉では傷口から発生することが多く、淡褐色～褐色で不正形の大きな病斑ができる（図 10b）。多湿条件で病斑上に灰色のかびが大量に生える。葉での発病は 6～7 月の梅雨期が最も激しい。栽培年数が長くなるほど発生が多くなる。春先に降雨が多く、土壌が過湿になりやすい年に多発する。被害をうけた茎葉は見つけ次第取り去る。また、秋に茎葉の刈り取りを行い圃場衛生を徹底する。薬剤を発芽期と展葉期の 2 回散布する（佐藤, 2016a）。

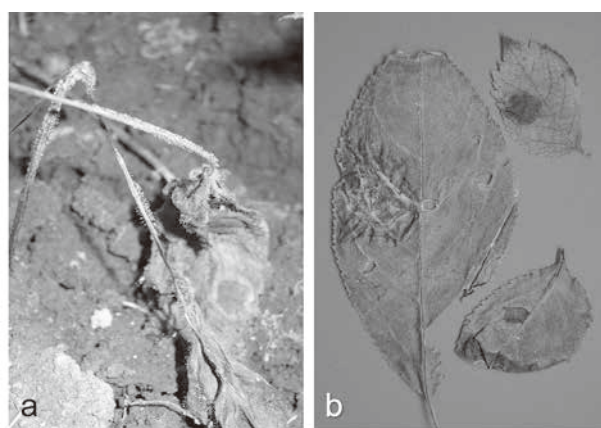


図 10. オタネニンジン灰色かび病, a 苗の立ち枯れと葉柄上の分生子, b 葉の病斑

ジオウ (*Rehmannia glutinosa*)

本種にはアカヤジオウ (*R. glutinosa* var. *purpurea*) とカイケイジオウ (*R. glutinosa* var. *hueichingensis*) があるが、病名データベースにはウイルス病と糸状菌による 2 病害が収録されている（農研機構遺伝資源センター, 2018）。また、つい最近、糸状菌による白絹病が報告された。

疫病： *Phytophthora nicotianae* によりアカヤジオウの根茎に発生する。梅雨明け頃から秋まで発生

が続く。はじめ根出葉の周縁から退色が始まり、葉脈に沿って拡大する。しだいに葉全体が黄化して生育が衰えて株全体の生気がなくなり、萎縮を伴い軟化腐敗に至る。地上部に病斑は見られないが、特に根茎の先端や分岐部には明瞭な黒褐色の腐敗が現れる。発病末期には地下部全体が黒変・腐敗する。土壌や被害植物体中で越冬した菌糸あるいは卵胞子から遊走子のうが形成され、降雨時など、そこから放出された遊走子が根端や分岐部から侵入する（伊阪ら, 1977）。本菌は多犯性病原菌で、国内で 70 種以上の園芸作物を侵すことが知られており（農研機構遺伝資源センター, 2018）、野菜畑などにも広く分布する。健全な種芋を用いるのはもちろん、圃場衛生に心がけ疫病発生の前歴のある圃場を避けることが望ましい。

立枯病：*Rhizoctonia solani* によりカイケイジオウの地際茎と根に発生する。はじめ地際部が褐変・軟化し、しだいに病斑が茎の上位に広がる。地際の褐変部には褐色の菌糸が観察される。最初に発病した植物体を中心にして急速に周囲の健全株に伝染する。苗が罹病すると著しい生育阻害や立ち枯れを起こす。病原菌の菌糸融合群は AG-2-1 培養型 II とされる (森田ら, 2015)。健全種芋の選抜と本圃の土壌還元消毒 (佐藤, 2017) などが防除に有効と思われる。

白絹病：*Athelia rolfsii* によりアカヤジオウの地際茎と根に発生する。初夏から秋にかけて、はじめ下葉が萎れ、まもなく急激に枯れ上がり倒伏する人が多い (図 11a)。地際茎には白い菌糸と白〜褐色で粟粒状の菌核が多数見られる (図 11b, c)。本病原菌は 260 種以上の植物に白絹病を起す多犯性病原菌である。発病株を見つけ次第周囲の作土とともに圃場外に持ち出すなど圃場衛生に心がけ、本病の発生前歴のある圃場を避けることが望ましい。(佐藤ら, 2018b)

おわりに

この解説の掲載を始めてから 3 年が経つ。その間、薬用作物栽培の振興と試験研究が進展しており、様々な方面から病害診断・防除の問い合わせを受け、あるいは薬用植物の病害に関する講演を依頼されることが多くなった。今回取り上げた 3 品目のうちオタネニンジンでは、戦前から散発的に新病害の報告がなされてきた。一方、カンゾウ類とジオウではここ 5 年の間に複数病害が報告され、研究が盛んになりつつある (表; Ishiguro et al., 2014, 森田ら, 2015, 佐藤ら, 2018a~d)。しかし、オタネニンジンなどに比べると、明らかにそれらの病害数は少ない。筆者らが薬用植物資源研究センターや関係道府県等の協力を得て、3 年間カンゾウ類、オタネニンジンやジオウなど様々な薬用植物の病原糸状菌を調べた結果、未報告のものがいくつも見つかった。その一部はすでに接種試験による病原性の確認を終えており、病原菌の同定を済ませた後、順次公表していく予定であ

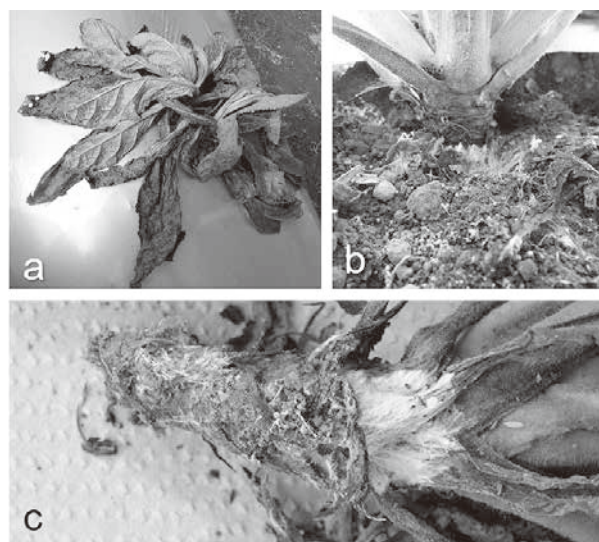


図 11. ジオウ白絹病, a 下葉の枯死と株全体の萎れ, b 地際茎上の白色菌糸と菌核, c 主根の腐敗と脱落

る。なお、今回紹介した病害を含めて、主要な薬用植物 (作物) の各病害についてカラー写真付きの解説を「薬用作物栽培の手引き (2)」(2018 年薬用作物産地支援協議会発行) に掲載した。ぜひご活用頂きたい。

本解説をまとめるに当たり、岐阜大学の景山幸二教授、薬用植物資源研究センターの五十嵐元子博士および農研機構遺伝資源センターの一本 (植原) 珠樹博士には貴重な写真をお貸し頂いた。深謝申し上げる。その他の写真は、主に薬用植物資源研究センター、福島県農業総合センター会津地域研究所および北海道足寄郡陸別町との共同調査の際撮影したものである。関係各位に厚くお礼申し上げます。また、多くの病害の解説には全国農村教育協会の「日本植物病害大事典」・「病害虫・雑草の情報基地」ならびに島根県の「病害虫データベース」を参考にさせて頂いた。本稿に記述した成果の一部は、農林水産省委託プロジェクト研究「薬用作物の国内生産拡大に向けた技術の開発」により得られたものである。

引用文献

- 伊阪実人・岡本 博・末富敬止郎・赤井重恭. 1977. アカヤジオウ疫病 (新称) について. 日植病報 43: 325.
- Ishiguro, Y., Otsubo, K., Watarai, M., Iwashita, T., Tomita, M., Suematsu, M., Fukui, H., Suga, H., Kageyama, K. 2014. Seedling blight of *Glycyrrhiza uralensis* caused by *Pythium myriotylum*, *P. aphanidermatum* and *P. spinosum* and identifying primary inoculum sources using multiplex PCR detection. J. Gen. Pl. Pathol. 80: 230-236.
- 菊池健太郎・利根川千枝・柴田 葵・廣岡裕吏・佐藤豊三・林 茂樹・菱田敦之・川原信夫. 2016. *Phoma* sp. によるカンゾウ斑点病 (新称) の発生について. 日植病報 82: 233.
- 森田琴子・市之瀬玲美・柴田 葵・太田智子・荒金眞佐子・吉澤祐太郎・矢羽田達朗・鍵和田 聡・石川成寿・堀江博道. 2015. 薬用植物の新病害; *Rhizoctonia solani* によるカイケイジオウ, ハマボウフウおよびシャボンソウ立枯病と *Sclerotium rolfsii* によるエダウチオオバコおよびウツボグサ類白絹病. 関東病虫研報 62: 87-92.
- 中島千晴・荒木郁充・伊藤あい・上村しおり・山本絢菜・鈴木幹彦. 2010. *Cercospora* 属とその関連属菌による数種薬用植物の病害. 日植病報 76: 200.
- 農研機構遺伝資源センター. 2018. 日本植物病名データベース. http://www.gene.affrc.go.jp/databases-micro_pl_diseases.php (2018年9月4日版)
- 佐藤豊三. 2015. 薬用植物の病害と病原微生物 (1). 薬用植物研究 37 (2) : 49-58.
- 佐藤豊三. 2016a. 薬用植物の病害と病原微生物 (2). 薬用植物研究 38 (1) : 28-38.
- 佐藤豊三. 2016b. 薬用植物の病害 (3). 薬用植物研究 38 (2) : 30-40.
- 佐藤豊三. 2017. 薬用植物の病害 (4). 薬用植物研究 39 (2) : 22-33.
- 佐藤豊三・五十嵐元子・菱田敦之・川原信夫・一木 (植原) 珠樹・根本 博. 2018a. *Fusarium solani* 種複合体の 1 種によるウラルカンゾウ株枯病 (新称). 日植病報 84: 42.
- 佐藤豊三・飯田 修・五十嵐元子・菱田敦之・川原信夫・一木 (植原) 珠樹・根本 博. 2018b. *Botrytis cinerea* によるカンゾウ灰色かび病 (新称) および *Athelia rolfsii* によるジオウ白絹病 (新称). 関東病虫研報 65: (印刷中)
- 佐藤豊三・埋橋志穂美・福間貴寿・五十嵐元子・菱田敦之・川原信夫・一木 (植原) 珠樹・根本 博. 2018c. *Pythium myriotylum* によるオタネ (チョウセン) ニンジン苗腐病 (新称) および灰色かび病菌の病原性確認. 日植病報 84: 209.
- 佐藤豊三・五十嵐元子・菱田敦之・川原信夫・一木 (植原) 珠樹. 2018d. *Fusarium solani* 種複合体によるウラルカンゾウ株枯病 (新称). 関東病虫研報 65: (印刷中).
- 佐藤豊三・柴田敏郎・一木 (植原) 珠樹. 2019. *Uromyces glycyrrhizae* (Rabenhorst) Magnus によるウラルカンゾウさび病 (新称). 日植病報 85(1): (印刷中)
- 利根川千枝・佐藤豊三・飯田 修・菱田敦之・川原信夫・廣岡裕吏. 2016. カンゾウ斑点病を引き起こす *Xenodidymella* sp. について. 日本菌学会第 60 周年記念大会講演要旨集 p.75
- 薬用作物産地支援協議会. 2018. 薬用作物栽培の手引き (2). 東京, p.155-199.

薬用植物栽培研究会第一回研究総会

2018年12月8日 東京農業大学厚木キャンパス

9日 昭和薬科大学薬用植物園

大会長講演

中国における生薬栽培

東京農業大学農学部生物資源開発学科
御影 雅幸

現在日本で栽培生産されている主な漢方生薬として、トウキ、センキュウ、シャクヤク、サイコ、サンショウなどが挙げられる。過去にはニンジン、オウレンなどがかなりの規模で栽培され、また量的には少ないが、バクモンドウ、ジオウ、オウギ、サフランなどが栽培利用されてきた。漢方処方以外で利用される薬用植物としてはハトムギ、カノコソウ、セネガ、ナンテン、センブリなどがある。他にも多々挙げられるが、センブリ、サフランなど少数の品目を除けば、多くは従来の栽培園芸技術を利用して行われてきたものである。一方、中国における生薬栽培は品目数や規模もさることながら、ブクリョウ、テンマ、ニクジュヨウなど、個々の生薬に特化して栽培技術が開発されたされたものもあり、日本で生薬の国産化を目指すにあたって学ぶ点が多い。ここでは、演者がこれまでに調査してきた中国における生薬栽培の現状を紹介する。

茯苓（マツホド）：安徽省、湖北省、雲南省などで栽培生産されている。マツ属植物を伐採し、幹や太い枝を60～80cm程度に切り、半年間乾燥させ、春に材の一端に培養した菌を植え付け、マツの伐採地に浅く埋める。半年後以降に掘り上げると、菌を植え付けた反対側に菌核が生じている。また、材の一端にさらにマツの細かい根を継ぎ足すことにより、人為的に茯神を生産している。

天麻（オニノヤガラ）：ナラ（*Quercus* sp.）材にナラタケ菌を接種して土中に埋め、菌が繁殖した後にオニノヤガラの種子を播種し放置する。一定期間後、まだ地上部が出ないうちに大型の根茎を掘り出す。

肉蓯蓉（オニクの仲間）：内蒙古自治区、新疆ウイグル自治区の砂漠地帯で大規模に栽培されている。原植物のハマウツボ科のホンオニク *Cistanche deserticola* Ma や *C. tubulosa* (Schrenk). R. Wight（管花肉蓯蓉）は全寄生植物で、宿主であるアカザ科のソウソウ（梭梭：*Haloxylon ammodendron* Bunge）やギョリュウ科ギョリュウ属植物（*Tamarix ternuissima* Nakai など）の根に寄生する。内蒙古自治区では *H. ammodendron* を、新疆ウイグル自治区では主として *Tamarix* 属を栽培し、*C. tubulosa* をそれらの根に植え付けている。

附子・烏頭（カラトリカブト）：山間部に野生する株から種芋を掘り出し、管理しやすい人里近い低地で栽培する。連作障害を避けるため、パッチ状の小さな畑でトウモロコシなど他の作物と輪作している。収穫後は母根と子根に分け、種々の異なる工程で加工される。

麻黄（シナマオウ）：中国では1980年代からマオウの栽培が始まった。栽培方法は各農家が独自に開発したようで、苗の確保は主に野生株からの採種による実生苗により、一部野生株の植え替えも行われてきた。実生苗は苗床で2～3年間育苗した後に本植される。平坦地に株間40cm程度で植えつけられ、さらに3年ほど栽培してから地上部が採集される。大規模農家では大型の散水機が使用される。収穫は草刈り鎌により人手で行われる。以前はエフエドリン工場に出荷されていたが、最近は生薬市場にも流通するようになっていく。

植物園と産業振興－牧野富太郎の思いを現代に生かす

高知県立牧野植物園 水上 元

竜馬脱藩のちょうど1か月後、1862年（文久2年）4月24日に土佐国佐川村（現高知県高岡郡佐川町）に生まれた牧野富太郎は、その94年の生涯を植物分類学の研究と普及にささげた。牧野の研究業績の最大のもは、新種の同定・記載・命名を初めて日本人の手で行い（1889年＝明治22年）、日本の植物分類学の水準をヨーロッパの水準にまで引き上げたことであり、また日本植物誌の完成を目指して日本の自生植物の調査を広範に行い、「牧野日本植物図鑑」として集大成した（1940年＝昭和15年）ことである。

その研究業績自体は基礎的な植物分類学の範囲にとどまっているが、牧野は有用植物資源学に大きな関心を寄せていた。彼が私財を投じて刊行した「植物研究雑誌」の創刊号（1916年＝大正5年）巻頭に掲載した当時の大隈重信総理大臣らにあてた提言書の中で、「わが国に自生する植物の根本調査、中でも有用植物の根本調査がわが国の殖産振興のために喫緊の課題であり、そのためには有用植物を集めた植物園を建設することが重要である」と述べている。さらに、16年後の1932年（昭和7年）に刊行された同誌第8巻第5号の冒頭には「我が叫びを聴け」という論考を寄せ、「我が国が独立を続けるために第一に必要なものは、国民の勇気でも愛国心でもなく、金である。わが国は植物多様性に富んだ国だが、金の生る木は1本も生えていない。金を生み出すためには、産業を興し、工業を盛んにするしかない。新しい産業資源として利用できる植物素材は国内外に多数存在しているはずなのに、我が国の植物学者はこの方面の開拓に向かっていない。立て立てやまと男子の植物学者！」と呼びかけている。牧野の有用植物に対するこのような思いは、彼の植物研究の出発点で重要な役割を果たしたのが「本草綱目啓蒙」や「草木図説」などの本草書であったこと、キューガーデンやシンガポール植物園、ボゴール植物園などがヨーロッパ列強諸国の産業振興に重要な役割を果たしてきたことへの認識によるものであると思われる。

高知県立牧野植物園は牧野富太郎を尊敬する高知県人の運動によって誕生し、今年で創設60年を迎えている。当初は、小規模な園地に高知県の自生植物を植栽する公立植物園であったが、今から約20年前に植物研究、植物知識の普及、植物展示を通じた憩いの場の提供という3つのミッションを推進する総合型植物園としてリニューアルされた。牧野植物園の研究活動の大きな特徴は、有用植物として薬用資源植物の研究を推進していることである。具体的には、植物園における研究として最も基本的な植物多様性に関する研究を有用活性や活性物質の開発につなげるとともに、高知県の中山間地域の農業振興に資するような薬用作物の栽培研究に取り組んでいる。これらの研究を通じて、牧野富太郎の有用植物研究を通じた産業振興という思いを現代に生かしていきたい。



■一般研究発表

◎座長：川原信夫，佐々木陽平

1. 耕作放棄地の活用を図る：伝統的薬用芍薬の潜在的資源探査と応用

高橋京子¹⁾，高浦佳代子¹⁾，矢野孝喜²⁾，川嶋浩樹²⁾，後藤一寿³⁾

1) 大阪大学総合学術博物館，2) 農研機構西日本農業研究センター，3) 農研機構本部

2. シャクヤクの国内需要をまかなうのに必要な栽培面積の試算

有田龍太郎¹⁾，安井廣迪²⁾

1) 東北大学病院 総合地域医療教育支援部・漢方内科，2) 安井医院

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生理・生態の把握 異なる日長が生育に及ぼす影響

安藤杜之介¹⁾，前崎翔太¹⁾，西原英²⁾

1) 鳥取大院持続性社会創生科学研究科，2) 鳥取大農学部

4. 非破壊的な測定法による *Ephedra intermedia* の生育解析

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

5. マオウ栽培における定植作業の機械化 タバコ苗の移植機を利用して

金田あい¹⁾，安藤広和¹⁾，佐々木陽平¹⁾，御影雅幸²⁾

1) 金沢大学・薬，2) 東京農大・農

6. タジキスタンで採集したマオウ属植物の栽培とアルカロイド組成

林 宏明¹⁾，藤井 勲¹⁾，Musavvara Shukurova²⁾，Inoyat Fattokhov³⁾，Madibron Saidov³⁾

1) 岩手医大薬，2) タジキスタン・科学アカデミー，3) タジキスタン・森林狩猟庁

7. ウラルカンゾウの反収向上に有効な栽植密度および施肥量の検討

笹川大輔¹⁾，ワチャルコスマス¹⁾，バサリルワダニエル¹⁾，アチドリロバート¹⁾，石垣雅¹⁾，西原英治²⁾

1) 鳥取大学連合農学研究科，2) 鳥取大学農学部

8. ウラルカンゾウの国内栽培における雑草管理 一株間機械除草用レーキの検討

五十嵐元子¹⁾，菱田敦之¹⁾，根本英子²⁾，澁谷幸憲²⁾，村上則幸²⁾，新庄記子¹⁾，川原信夫¹⁾

1) 医薬健栄研・薬植セ，2) 農研機構北農研

9. コガネバナ培養苗の国内各地での圃場栽培と品質評価

吉松嘉代¹⁾，河野徳昭¹⁾，乾貴幸¹⁾，飯田修¹⁾，北澤尚¹⁾，瀧野裕之¹⁾，菱田敦之¹⁾，五十嵐元子¹⁾，林茂樹¹⁾，安食菜穂子¹⁾，東泉裕子²⁾，竹林純²⁾，石見佳子²⁾，新穂大介³⁾，木曾昭典³⁾，田村幸吉³⁾，田村隆幸⁴⁾，小松かつ子⁵⁾，吉田雅昭⁶⁾，山國徹⁷⁾，三位正洋⁸⁾，渡辺均⁸⁾，高垣美智子⁸⁾，川原信夫¹⁾

1) 医薬健栄研・薬植セ，2) 医薬健栄研・健栄研，3) 丸善製薬，4) 富山県薬総研・薬植指導セ，

5) 富山大・和漢研，6) 小太郎漢方，7) 東北大・薬，8) 千葉大・環境健康フィールド科セ

10. エゾウコギの人工水耕 - 圃場ハイブリッド栽培と作出物の品質評価

高尾汐織¹⁾，朱姝¹⁾，村上守一²⁾，田村隆幸²⁾，川本元裕³⁾，吉松嘉代⁴⁾，小松かつ子¹⁾

1) 富山大・和漢研，2) 富山県薬総研・薬植セ，3) 北陸機材，4) 医薬健栄研・薬植セ

■ポスター発表

- 九州の中山間地域におけるムラサキ (*Lithospermum erythrorhizon*) 栽培 (2) —延岡産紫根とその品質評価—
渥美聡孝¹⁾, 森崎由花子¹⁾, 〇横川貴美¹⁾, 大塚功¹⁾
1) 九州保健福祉大学
- カラスビシャク (TKS20141 系統) の栽培研究 (その2) 植栽密度が塊茎の生育に及ぼす影響
尾崎和男¹⁾, 太田巳翔²⁾, 芝野真喜雄¹⁾
1) 大阪薬科大学, 2) 武田薬品・京都薬用植物園
- エドゥアル・マリー・ヘッケル植物園内の薬用植物園
古平栄一
北里大薬用植物園
- マオウ属植物 *Ephedra sinica* Stapf 群落の解析研究
倪斯然¹⁾, 落合真梨絵¹⁾, 金田あい²⁾, 御影雅幸¹⁾
1) 東京農大・農, 2) 金沢大学・薬
- 薬用植物に感染するウイルスの探索 (1) ジオウ、オタネニンジン、*Scopolia* 属植物
一木 (植原) 珠樹¹⁾, 古平栄一²⁾, 佐藤豊三¹⁾, 花田 薫¹⁾
1) 農研機構 遺伝資源センター, 2) 北里大薬用植物園
- トウキのマルチ栽培における植穴の粉殻被覆による雑草抑制
米田 健一
奈良県農業研究開発センター
- トウキ抽苔株の根の薬用価値について
吉江唯菜, 工藤喜福, 安藤広和, 佐々木陽平
金沢大・薬
- マオウ属植物の遮光栽培と収穫時期の検討
工藤喜福¹⁾, 安藤広和¹⁾, 佐々木陽平¹⁾, 倪斯然²⁾, 御影雅幸²⁾
1) 金沢大・薬, 2) 東京農大・農
- 漢方生薬「威霊仙」の国産化研究
御影雅幸, 河野邊絢, 〇星崎快, 倪斯然
東京農業大学・農学部・生物資源開発学科
- ホンバオケラの試験栽培においてマルチングと畝高による生育への影響
松野倫代, 岩本直久, 宮本 拓, 水上 元
高知県立牧野植物園
- 伝統と暗黙知に基づく地域性の強化：大分県竹田市のサフラン栽培
奥菌彰吾¹⁾, 高浦佳代子^{1, 2)}, 妙田貴生³⁾, 家入啓至¹⁾, 後藤一寿⁴⁾, 高橋京子^{1, 2)}
1) 大阪大院薬学研究科, 2) 大阪大学総合学術博物館, 3) 東京農大, 4) 農研機構
- ハマスゲの塊茎形成にかかわる施肥と土壌の影響
松嶋賢一, 山口優
東京農業大学農学部
- 宮城県大郷町における薬用作物栽培の取組
郷右近秀俊¹⁾, 吉武洋子²⁾, 高橋寛²⁾, 山口喜久二³⁾, 鈴木康夫⁴⁾, 朝倉力⁵⁾, 山口喜久³⁾, 村田清志³⁾,
高橋美千代³⁾, 早坂英記, 福見和幸
1) (有)大郷グリーンファーマーズ, 2) 社会福祉法人みんなの輪わ・は・わ, 3) ジャパンローヤルゼリー(株),
4) 東北福祉大学, 5) (株)リキコーポレーション
- シャクヤク筒栽培の検討
末岡昭宣¹⁾, 永井賢治²⁾
1) 新日本製薬, 2) 愛媛県農林水産研究所
- 草本園における効果的な雑草防除法の検討
中野友美子¹⁾, 井上雅裕²⁾, 伊藤優^{1, 2)}
1) 摂南大学薬学部附属薬用植物園, 2) 摂南大学薬学部生物系薬学分野
- 薬用植物の生育特性と利用価値の可能性を探る
磯田 明宏
秩父市立病院 薬剤科
- Influence of different LED lights on biomass accumulation in Bluestem joint fir (*Ephedra equisetina*) plant
Berdiyev JOLLIBEKOV¹⁾, Jing-ai CHE²⁾, Shiho KAGAMI²⁾, Akihito TAKANO³⁾, Takahisa NAKANE³⁾, Masaaki YAMADA^{1,2)}, Yoshiko KAWABATA^{1,2)}, Isao OGIWARA^{1,2)}
1) 東京農工大学大学院, 2) 東京農工大学農学部, 3) 昭和薬科大学

編集後記

薬用植物栽培研究会 第一回研究総会が12月8日（東京農業大学厚木キャンパス）約150名の参加者、9日（昭和薬科大学薬用植物園エクスカージョン）約50名の参加者にて盛会に開催されました。会長講演、特別講演、一般研究発表、ポスター発表などをされた方、参加者の皆様に心よりお労い申し上げます。

「薬用植物栽培研究 40-2」は原報が5報に、佐藤先生の「薬用植物の病害 5」解説と大変充実した内容となりました。感無量でございます。

裏表紙のカラー写真は姉帯先生の「ハマナス」、岩国研究所カンゾウ筒栽培と、12月9日に佐竹元吉先生よりご案内いただきました昭和薬科大学薬用植物園エクスカージョンの様子などを掲載させていただきました。

今回の第一回研究総会の盛会や本号の内容充実など、薬用植物栽培研究会が更にステップアップしていることを感じました。本会を一層活性化し、目標の薬用植物国内栽培復興の一助になることを願っています。尚、会員数が増えつつあります。どうか長いお付き合いをお願いして、2018年（平成30年）の締めくくりにさせていただきます。

薬用植物研究 年2回（6月・12月）刊行予定
個人会員（年会費2,000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 40巻2号

2018年12月20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。

ハマナス



ハマナスの花



ハマナスの果実



マイカイの花

カンゾウの短筒栽培



露地栽培圃場 (西畑 A 圃場)



露地栽培圃場 (西畑 B 圃場)



愛媛県農林水産研究所試験圃場



振動掘り取り機に絡みついたストロン



短筒内のストロン



スペインカンゾウ G 系統 2 年目の生育状況

研究総会エクスカージョン



昭和薬科大学薬用植物園



□□□□