

薬用植物研究

The Japanese Journal of Medicinal Resources

36巻1号 (2014年1号)

2014年6月



ボタン〔牡丹〕(宮城県刈田郡蔵王町)

Paeonia suffruticosa Andrews

薬用植物栽培研究会

目 次

薬用植物の栽培振興に向かって	会 長 御影 雅幸 …… 1 前会長 水上 元 副会長 折原 裕 顧 問 正山 征洋 編集長 草野源次郎
薬用植物実用栽培への取り組み……………	吉岡達文・ほか …… 8
薬用植物トリカブトの育種と栽培の研究 12 ……	川口數美・石崎昌洋 …… 13
シュロソウ可食部の成分について……………	姉帯正樹・佐藤正幸 …… 28
ユリの新発芽法「種子カット法」の開発……………	小山田智彰・山内貴義・鞍懸重和 …… 36
薬学系大学附属薬用植物園 教育・研究紹介リレーⅫ	
岩手医科大学薬学部附属薬用植物園……………	林 宏明・藤井 勲 …… 46
第1回ムラサキに関するシンポジウムポスター発表（追加分）	
高知県十川村（現幡多郡四万十町）におけるムラサキの栽培系統について……	松野倫代 ほか …… 50
会計報告・新役員紹介・「第1回ムラサキに関するシンポジウム」開催報告	
第6回甘草に関するシンポジウム開催報告	
編集後記	

編 集 委 員

姉帯 正樹	伊藤美千穂	伊藤 徳家	奥山 徹
草野源次郎	高上馬希重	小松かつ子	佐々木陽平
芝野真喜雄	林 宏明	菱田 敦之	村上光太郎
矢原 正治	吉岡 達文		

会長就任に際して

今般、前任の水上会長が高知県立牧野植物園長に就任され、本会の会長職の大任を私がお引き受けすることになったことを機に、一言ご挨拶申し上げます。

時代には確かに波というのがあるらしいことを、最近の薬用植物を取り巻く社会状況の変化から感じます。一昔前、国産生薬が多かった頃、黄連栽培などはずいぶんと収益性が高かったようです。茯苓突き職人の収入も多かったと聞きます。それが、1972年の日中国交正常化に伴って、それまで香港経由で輸入されていた漢方生薬が中国からダイレクトに輸入されるようになると、生薬の価格が大幅に下落し、多くの国産生薬は価格競争で太刀打ちできなくなりました。オウレンはやがて国内では栽培されなくなり、薬用ニンジンの栽培も衰退し、ブクリョウを突く専門職人もいなくなりました。価格以外の要因もあるでしょうが、他の多くの生薬も概ね同様で、今では国産生薬の自給率は10%余となっています。

一方、頃同じくして漢方治療が国民医療の一端を担うようになり、最近ではそのエビデンスが数多く報告され、漢方薬に対する信頼が高まり、需要は益々増加する傾向にあります。それに伴い、当然生薬の需要も高まっていますが、主な輸入先国の中国での急速な資源減少や人件費の高騰などで、輸入価格が上昇するに伴い、安定供給や品質の低下が懸念されるようになり、再び生薬の国産化の必要性が取りざたされるようになりました。

最近では厚生労働省のみならず農林水産省も薬用植物栽培に力を入れ始めるなど、この

会長 御影雅幸

分野への関心が再び高まり始めました。一方、薬用植物栽培に関しては、通常の農作物とは異なる性質があることは、関係者に正しく理解されていないようです。是非理解いただきたいことは、生薬生産には時間を要すること、最終生産物が日本薬局方の規定を満たす必要のあること、個々の漢方生薬には薬価基準が定められていて価格が統制されていることなどです。とくに、局方収載生薬に関しては、最終生産物が日本薬局方の規定に合わなければ、生産物の商品価値はゼロとなります。また、食用野菜と異なり、多くの生薬で優れた生薬を生産するための栽培法が確立されているとは言いがたいと思います。栽培品種・系統の問題、種苗の確保、気象条件、土壌条件、その他、多くの生薬でこれから解決していかねばならないと思います。これらは、決して残された研究課題ではなく、これから解決せねばならない課題です。

薬用植物の栽培実験は通常1年が単位です。一つの実験は年に1回しか行なえません。失敗すると、同じ実験は翌年まで待たなければなりません。一方、多くの場合、失敗は経験となるので、次の実験に有意義なデータとなります。すなわち、失敗（意にそぐわないデータ）は見方を変えればポジティブデータです。これらは研究者が共有してこそ活かされるデータである場合もあり、できる限り公表されるべきものであると思います。

本誌『薬用植物研究』は、栽培に限らず、生薬に関する幅広い話題を取り上げています。読みやすく、有意義なデータを数多く掲載し、そしてこの種の雑誌の本来の役割であるべき

意見交換・討論の場として機能させたいと考えます。それには、皆様方の積極的な投稿が欠かせません。追い風を受けている今こそ関係者が立ち上がる時期であり、日本で発展し

た漢方医療がさらに拡大するためには、より良い生薬の供給を保証することが不可欠です。関係諸氏のいっそうのご尽力をお願いする次第です。

退任にあたって

私は、この3月末で名古屋市立大学を定年退職いたしました。これを機に、薬用植物栽培研究会の会長を退任させていただくことになりました。草野源次郎先生をはじめ「薬用植物研究」の編集委員の皆様、薬用植物栽培研究会の会員の皆様に深く御礼を申し上げます。

私は、1979年に長崎大学薬学部附属薬用植物園の助手として採用され、大学教員としてのキャリアをスタートさせました。当時、薬用植物園長をされていたのが生薬学講座の助教授の大橋 裕先生でした。大橋先生は、薬用植物の栽培研究をテーマとされていました。これは、当時のアカデミアに所属する生薬学研究者としては大変に珍しいことでした。大橋先生の研究の特色は、薬用植物を生薬原料作物として位置づけ、農学的な手法を栽培研究に導入するとともに、実験室（栽培圃場）での基礎研究にとどまるのではなく、実際に農家の方々と一緒になって生産栽培をめざすというところにありました。1980年前後は柴胡の市場価格が高騰していたときで、大橋先生は当時の農林省の外郭団体であった特殊農産物協会の補助金を引き出して、ミシマサイコの契約栽培の普及に努められていました。ご承知のようにミシマサイコは発芽に非常に時間がかかって、その間の除草管理が重要な

前会長 水上 元

のですが、農業改良普及員ではそのような指導ができず、大橋先生や薬用植物園の技官の方々が農家に出向いて指導をされていました。当時は、政府の減反政策によって生じた休耕地の活用ということで、反当20~30万円の収益を目標にしていた、多いところでは反当60万円程度の収益が出ていたような記憶があります（数字は間違っているかもしれませんが）。大橋先生のこのような活動は、非常に先見的な業績だと思いますが、残念ながら当時の長崎大学ではまったく評価されず、大橋先生は定年を迎えられるまでとうとう助教授のままでした。また、ミシマサイコの国内での生産栽培も急速に減少していきました。これは、市場価格の低下（小柴胡湯による副作用問題も一因であったように聞いています。）や、ミシマサイコの中国での栽培の増加などによるものだったと思います。

ところが、この数年は時代の風向きがずいぶんと変わってきました。レアメタルの問題などもあり、生薬供給の中国依存からの脱却の必要性についての社会的認識が進んできています。また、特にタバコ農地における代替作物としての薬用植物の可能性についても着目されています。自治体でも、薬用植物栽培による生薬生産を産業（農業）振興政策とし

て位置づけて活動するところが増えています。私のいる高知県でも、めばしい産業が育たない中山間地域での産業としての生薬の栽培生産に期待しているようです。政府のレベルでも昨年来さまざまな動きがあるようです。

薬用植物栽培研究会の前身は、小林正夫先生を中心にして1975年に創設された「センブリ研究会」であり、それから数えますと39年の歴史を有していることとなります。本誌「薬用植物研究」が大橋 裕先生によって刊行されたのは1992年ですので、それから数えますと22年となります。お二人の先人の遺志を継ぐ形で、草野源次郎先生のご尽力で本誌のリニューアル刊行が開始されて本年で8年となりますが、最近の薬用植物栽培をめぐるこのような状況をみていますと、本誌が時代を先取りする形でリードしてきたことが実感されるとともに、これからが薬用植物栽培研究会の本当の出番であるように思われます。私が、本研究会および会員の皆様に期待することは次の3点です。

- (1) 薬用植物栽培に取り組みたいという生産者やあるいは自治体の担当者には、
「クスリ九層倍というから、薬草栽培はきつと儲かる」的な誤解は論外としても、特に漢薬原料植物を生産する場合には、生産物である生薬が医薬品であることに伴うさまざまな制約、リスクがあることについての理解が乏しいように感じます。この問題を整理し、啓蒙する活動にぜひ取り組んでほしいと思います。たとえば、生薬生産を始めたいという人向けに、何が問題でどう解決するのかということを示したパンフレットがあればいいなと思います。
- (2) 高知県などでの中山間地では、活用可能な個々の圃場の面積は限られており、

それが各地に散在しています。薬用植物ごとに栽培適地を明らかにしていくとともに、離れた生産地での生産物を集約していくようなシステムが必要ではないかと思います。研究会として研究者と生産者、行政とのネットワークづくりをリードしていただく、あるいはそのようなネットワークを作られている会員を中心に、ネットワークを拡張していただければと思います。

- (3) 研究会の会員の研究成果はもとより、薬用植物の生産栽培に関する実践例（成功したものだけでなく、失敗例も）、行政の動きに関する情報など、「薬用植物研究」を、薬用植物栽培に関する総合情報誌として発展させていただきたいと思えます。

御影雅幸新会長のもとで、薬用植物栽培研究会と「薬用植物研究」の活動が一層発展することを心から願っております。

最近の動向

このたび副会長に就任することになりました折原です。これまで、「薬用植物研究」の編集委員をつとめてまいりました。現在は東京大学大学院薬学系研究科附属薬用植物園に勤めておりますが、国公立大学薬用植物園園長会議の事務局として各薬用植物園の要望をまとめ、国公立大学薬学部長（科長・学長）会議へ要望書を提出してきました。また、大学薬用植物園園長・担当者会議を7年前から組織し、緩やかな連携の上で、各薬用植物園間の情報交換や植物の提供などを目指してきました。この中で、大学の薬用植物園は教職員数が少なく、薬用植物の収集、維持管理をしていく上で、人材の育成（技術の継承）のためにも複数の職員が必要であることをとくに強調してきました。

さて、昨年、日本学会議では第22期学術の大型施設計画・大規模研究計画に関するマスタープラン「学術大型研究計画」の公募を行いました。この、「学術大型研究計画」というのは学会議の公募要領には『「大型施設計画・大規模研究計画に関するマスタープラン（以下、マスタープラン）」は、学術全般を展望・体系化しつつ、各学術分野が必要とする大型研究計画を網羅し、我が国の大型計画のあり方について、一定の指針を与えることを目的とするものです。』とあります。これに選定されたとしても大型の研究費がつくというわけではありませんが、申請された計画のうちから200程度の大型研究計画を選定し、その中からヒアリング等により、25-30の重点大型研究を選ぶというものです。上で述べた国公立大学薬用植物園園長会議、大学薬用植

副会長 折原 裕

物園園長・担当者会議、日本植物園協会第四分野（薬用植物園）、日本生薬学会そしてこの「薬用植物栽培研究会」などにお声がけし、静岡県立大学の野口博司先生を中心として、「20-10、生薬等医薬資源の科学の構築と医療展開」のカテゴリーに「ゲノム科学支援による薬用植物資源科学を基盤とした高品質薬用植物の作出・栽培・維持・管理・供給システムの構築」と題する提案を応募しました。残念ながら重点大型研究には選ばれなかった模様ですが、マスタープラン2014には掲載される予定です。次回の申請に向けて新たな戦略を練る必要があるかと思っています。

この申請の中では、「超高齢社会に直面し、社会的要請の強い健康長寿に向けて、生活習慣病関連で多用される漢方薬を中心とした薬用植物資源の内製化を目指し、そのための公的な薬用植物栽培基盤を整備し、生産地と成分に関する遺伝子・系統あるいは疾患との関連情報などのデータを収集し、それらのデータベースを構築し、全国の医療従事者と植栽研究の基盤とする。」を概要としており、まさに「薬用植物栽培研究会」の目指すところと一致するものだと思います。厚労省、農水省とも生薬（薬用植物）の国内生産への支援を行う方向になってきており、今、まさに追い風が吹いている状態だと思います。

この「薬用植物研究」誌が多くの国内薬用植物栽培者、研究者に活用され、薬用植物栽培の世界に踏み入れる研究者が増加し、薬用植物の国内生産が復活・躍進することを、願わくば「薬用植物栽培研究会」の会員（読者）が増加することを願ってやみません。

最近の生薬事情

顧問 正山 征洋

2年前に北京で話されていたのだが、金銀花が前年比10倍に上昇したとの事で驚いたことを記憶している。これは中国の労賃が急上昇していることを物語っているのであろう。生薬全般に価格上昇の波が押し寄せて来ている今でも生薬の薬価が下がり続けている現実には到底理解出来るものではないであろう。西洋薬と漢方薬の価格についてインフルエンザの治療に用いられるタミフルと麻黄湯との薬剤費の比較がなされることがよくある。後者は前者の30分の1となっており通常の市場では考えにくいことだと受け止めている。漢方薬においても新薬同様2年ごとに薬価基準の見直しが行われているが、漢方薬に関しては薬価基準を通常の薬同様に引き下げること自体ナンセンスと考える。この事により漢方薬の原料生薬の価格を低く設定しなくてはならず、このためコストの低い生薬を求めることになり、従って品質の良い低価格の生薬を原料に選ばざるを得ないことになるであろう。このような負のサイクルは是非とも断ち切らなくてはならないと考えている。

漢方薬の有用性が叫ばれている中で、その原料となる薬用植物の自給率が12%とは極めて異常なことで、有事の場合は即漢方薬の製造中止となり、多くの蓄積されてきたエビデンスが失われることになる。現在世界的に中西和合が進められている。日本は中西和合に関しては世界をリードしているとの自負があるものの、漢方薬が不足する、あるいは価格高騰により使用が難しくなる事態が来れば世界の波に遅れをとることになるので注意を怠ってはならない。

最近農水省の補助金の交付実態を申請者から聞く機会があった。申請窓口では薬用植物栽培の申請でありながら、ほとんど薬用植物の実態が理解されていないと言うことが浮き彫りになった。このような状況下で交付金が出された過去のケースが思い出される。資金の有効利用と言う意味で、薬用植物は通常の農作物とは違って、最終産物が薬局方の基準を満たさなければただの農産物として終わると言うことを周知した上での交付金である。有効性を担保するために薬局方に規制が掛かっているが、安全性にも配慮することは当然で有り、農薬散布の問題等も厳しい規制が有ることを認識しなくてはならないであろう。

本誌は薬用植物の栽培等に関わる論文を掲載する数少ない雑誌であるので、薬用植物の栽培を中心に、漢方薬の安全性、生薬・漢方薬の市場の問題、外国における生薬・漢方薬の動き等、産官学の広い分野から論文や記事が投稿・掲載され、我が国の生薬生産の増進を推進するための嚆矢となるようなジャーナルであって欲しいと欲張った願いを持っている読者は少なくないであろう。



薬用植物の語り部を目指して

近年の薬学領域では、国産天然資源への関心が低下しています。なんとか盛り上げたいと思い、力不足を自覚しながら、2007年4月から薬用植物栽培研究会（以下本会と略記）の事務局長と会報誌「薬用植物研究」の編集長を担当してきました。「薬用植物研究」では、漢方薬の臨床研究が盛んに行われるようになり、その重要性を世界に向けて発信する時代に、その原料生薬を外国産に依存することの危機感から、国産生薬の重要性や薬用植物の国内栽培に関する話題を中心に情報発信し、薬用植物に関する総論的な紹介記事から栽培に関する基礎的な研究報告、薬用植物園の紹介リレー等を掲載することができました。最近では、審査体制を整え、原報の掲載も始めました。掲載する原報の数の増加と質の向上を目指しており、それらの研究報告を元に、博士論文を作成する人達が出てくることを願っています。

特に重要な生薬である甘草に関しては、2001年に、大阪薬科大学生薬学教室が担当し、「第1回甘草に関するシンポジウムを塩山市（現甲州市）文化会館で開催しました。それは塩山市により甘草屋敷が、「薬草の花咲く公園」としてリニューアルされ、絶滅寸前であった屋敷内でのウラルカンゾウが復活したことも記念して開催したものでした。そこでは、高齢化が進む中で、漢方薬が高齢者に多い病気の治療・健康維持に有効であるという臨床報告が蓄積されはじめていること、漢方薬の約70%に甘草が配合され代用品がないこと、甘草資源の確保のための対策が急がれることなどが話題になりました。一回限り

編集委員長 草野源次郎

のシンポジウムと考えていましたが、参加者やスタッフからの提案で、第2回（2003年、清里の森、担当：明治薬科大学生薬学教室）、第3回（2005年、名寄市市民文化センター、担当：医薬基盤研究所・薬用植物資源研究センター・北海道研究部）、第4回（2008年、大阪薬科大学、担当：大阪薬科大学生薬学教室）、第5回（2011年、武田薬品工業株式会社・京都薬用植物園、担当：武田薬品工業株式会社・京都薬用植物園）、第6回（2013年、北海道医療大学、担当：北海道医療大学薬学部生薬学教室）と継続することが出来ました。第7回は2015年に九州大学での開催が予定されています。

第4回の開催時から本会の後援を受け、他の生薬についてもシンポジウムの開催により薬用植物の国内栽培を振興したいとの意見があり、2013年に本会の前会長、水上元先生の所属先である名古屋市立大学大学院薬学部で、「第1回ムラサキに関するシンポジウム」を開催しました。

2010年からは「NPO法人薬用植物普及協会みやぎ」の理事長になり、東北地方の地方紙河北新報に「薬用植物の花便り」を連載しているうちに、薬用植物の語り部になることが目標になりました。2014年からは「みやぎ薬用植物栽培協議会」の技術顧問を担当しています。また、本誌の編集・発行などでは、新日本製薬グループを始め、多くの製薬企業の協賛を頂きました。人の輪が広がり、薬用植物に関する情報が集まっていることも実感しています。

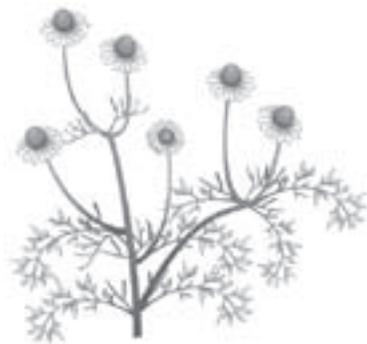
最近、「薬用作物」という用語を見聞きする

ようになりました。「薬用植物」が薬学用語であるのに対し、「薬用作物」は薬学と農学を結ぶ用語のように思われ、薬用植物が拡大されたようで喜んでいきます。薬用植物が野生品の採集の時代から栽培品の収穫の時代に移り、農林水産省が「薬用作物の産地化に乗り出したことも、時代の必然であると思われまます。薬用植物という用語より、薬用作物という用語が広く使われるようになって感じられます。

一方、TPPの協議が進み、主にアメリカの実情との整合性を取るために、健康食品の機能性表記を行う方向性が話題になっています。それらの多くの原料は天然資源であり、医薬品や化粧品等と同様、健康食品に関する機能

性の科学的解明が求められます。健康食品の機能性表記は、薬用作物を含む農産物の機能性表記にも拡大されることが予想されます。

薬用植物の語り部を自認する者として、今後「薬用植物研究」では、医薬品原料や医薬品開発のシード探しに留まらず、薬用植物の栽培振興、栽培法の開発・改良、育種環境の改善、健康食品・薬用作物等の機能性解明に役立つ科学的証拠なども取り上げて行きたいと考えています。薬用作物の生産では、農作物生産に関するノウハウだけでなく、医薬品原料としてのシバリについての理解が不可欠で、それらの発信にも努めたいと考えます。



薬用植物実用栽培への取り組み

Practical Approaches to Medicinal Plant Cultivation

吉岡達文² 末岡昭宣² 野村知史² 藤田浩基² 酒井美保²

長根寿陽¹ 草野源次郎¹

¹新日本製薬株式会社 ²株式会社新日本医薬

Tatsufumi Yoshioka², Akinobu Sueoka², Tomofumi Nomura²,
Hiroki Fujita², Miho Sakai²,
Toshiharu Nagane¹ and Genjiro Kusano¹

¹Shinnihonseyaku Co., Ltd ²Shinnihoniyaku Co., Ltd

2014年3月10日受付

1 はじめに

中国伝統医学を起源とする日本の漢方は、わが国で独自に発展を遂げた伝統医学であり、漢方で使用される薬が漢方薬である。漢方薬には生薬が原料として使用され、生薬の多くは薬用植物の一部を加工することにより供される。現在、生薬の83%を中国からの輸入に依存しており¹⁾、2009年からの中国産生薬の価格高騰や供給不安から、中国一国に生薬原料を依存する事が危険であると認識されるようになった。そして国内での薬用植物栽培の必要性が認識され²⁾、全国で薬用植物栽培の機運が高まっている。筆者らは、2006年から薬用植物栽培法の研究を開始し、現在約20種類の薬用植物の栽培研究を行っている。今回、これらの中から、カンゾウとムラサキの栽培について報告する。

2 カンゾウのハウス内筒栽培

重要生薬甘草の基原植物であるウラルカンゾウ (*Glycyrrhiza uralensis* Fisher) 及びスペインカンゾウ (*G. glabra* Linné) はマメ科の薬用

植物であり、その主活性成分はトリテルペン配糖体のグリチルリチン酸である。筆者らは2007年から長い筒を利用した筒栽培と呼ばれ

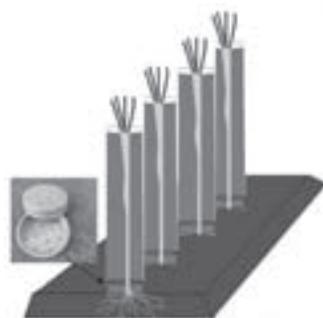


図1 筒栽培の模式図



図2 ハウス内筒栽培の様子

る栽培法を用いて、カンゾウの栽培研究を行ってきた。

筒栽培とは図1に示すように主に地下部を利用する薬用植物の栽培のために考えられた方法で、根を筒内部で肥大させることを目的とする。ビニールハウスの中で、地面の上に50cmから100cmの長さの筒に培土を充填し、地面の上に立てた後カンゾウを定植する。カンゾウは乾燥地帯に自生する植物であり、この方法は人工的に乾燥環境を再現出来る為、カンゾウの栽培には適した栽培方法であると考えられた。定植したカンゾウは2年間の栽培で、十分な大きさに成長した。栽培の様子を図2に示す。

筆者らは、この栽培方法を用いて、日本薬局方の規定に合格する甘草を栽培する事に成功した。しかし、この方法は筒への土詰め、筒立て、収穫作業などすべて手作業となり非常にコスト高になる為、実用的な栽培方法ではないと考えられ、よりコストダウンできる実用的な栽培方法が求められた。

筆者らは2010年に、この筒栽培法を改良することにより新たな栽培方法であるストロン抑制短筒栽培法を開発した³⁾。

3 ストロン抑制短筒栽培法

カンゾウは、根頭部から水平方向にストロンが生育し、株の周辺に新しい株を形成する。通常の生育ではこのストロンの生長が優先され、周辺にカンゾウの株が増殖する。図3に示すように、カンゾウ苗を、培土を充填した底面に数個の孔がある短い筒状の容器に移植し、露地の畝立てした圃場に、筒のまま定植する。ストロンは水平方向に生育する為、短筒の側面に沿って生育し、筒外に伸長する事が出来ない。その結果生育を抑制され、根の生育が優先されるようになる。根は垂直方

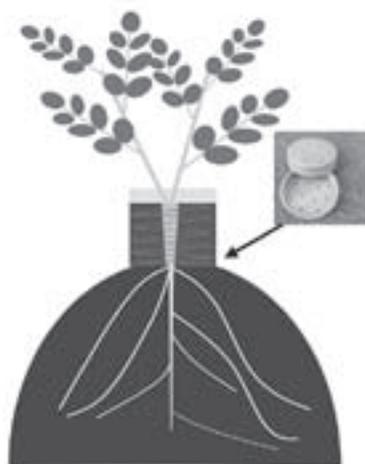


図3 ストロン抑制栽培模式図



図4 ストロン抑制短筒栽培品

向に生育する為、筒底の孔から筒外へ伸張し肥大する。これにより、通常の栽培では5年以上の期間が必要であったカンゾウの栽培期間を2年に短縮する事が可能となった。この栽培方法により生育したカンゾウ根を図4に示す。

この栽培方法は、収穫作業の一部を機械化する事も可能であり、ハウス内筒栽培に比べ、低コストで実用的な栽培方法であると考えられる。この方法を用いて、2011年より全国で実用栽培試験を開始した。

4 クローン苗生産

種子由来のカンゾウ苗を栽培した場合、GL含量にバラツキが多く、収穫物の平均値としてGL含量2.5%を超える事は困難であると考えられた。その為、優良品種クローン苗の大量生産の必要があり、増殖技術の開発を行った。クローン苗生産方法には、①組織培養法 ②ストロン挿し芽法、が一般的であるが、①の方法はコストが高くなり、②の方法はストロンの生産に限界があると考えられ、③地上部挿し芽法の開発を行った。この方法はカンゾウ地上部から挿し穂を作成し挿し芽を行うものであり、これにより短期間でクローン苗の大量生産が可能となった。この地上部挿し芽苗を利用し、ハウス内筒栽培を行い、ストロン挿し芽苗との比較を行ったところ、生育状況やGL含量において同一の結果を得ることが出来た⁴⁾。

5 自治体と連携したカンゾウ試験栽培

2011年春より、青森県新郷村、新潟県胎内市、島根県奥出雲町、熊本県湯前町、熊本県合志市、熊本県人吉市でストロン抑制短筒栽培法を用いて栽培試験を開始した⁵⁾。各栽培地へは2011年春セルトレイ苗を送り、現地で短筒代用品として12cmポリポットへ移植を行った。その後1ヶ月程度水遣り管理をしながら育苗し、畝立てマルチ張りした露地圃場



図5 熊本県合志市の栽培状況

へポットのまま定植を実施した。この結果、各地で生育状況等の差異が生じたが、ほぼ全国で実用栽培が可能であるとの確信を得ることができた。

この実用栽培試験において幾つかの事が明らかになった。

- 1) カンゾウは雑草の繁茂により生育を阻害され、その結果枯死する場合がある。
- 2) カンゾウの生育適地は冷涼な気候と考えられているが、より温暖な気候の方が生育には有利である可能性がある。
- 3) カンゾウは乾燥地が栽培適地であると考えられているが、根は水を求めて伸長し、比較的水分のある圃場でも生育は良好である。
- 4) カンゾウは寒さに強いと考えていたが、この栽培方法を用いた場合、根頭部の生長点は寒さや霜害に弱く枯死し、翌年の春萌芽しない場合がある。
- 5) カンゾウに含まれるグリチルリチン酸含量は、同一クローン苗を使用しても生育環境で大きく差が出る。

熊本での栽培の様子を図5、図6、に示す。

今後、全国でグリチルリチン含量2.5%を超え、安定して均一な品質の甘草が収穫できるように栽培方法の更なる改善が必要であり、実用栽培試験を継続する。

今後、全国でグリチルリチン含量2.5%を超え、安定して均一な品質の甘草が収穫できる



図6 熊本県合志市の収穫状況

ように栽培方法の更なる改善が必要であり、
実用栽培試験を継続する。

6 ムラサキのハウス内筒栽培

ムラサキ (*Lithospermum erythrorhizon* Sieb. et Zucc.) の根シコンは漢方薬の紫雲膏に使用される生薬であり、紫雲膏は近年熱帯感染症であるリーシュマニア症の治療薬としても注目されている。そのほぼ全量が中国からの輸入である。その輸入量は2010年に約22トンであった⁶⁾。ムラサキは栽培が大変困難な植物であり、野生のムラサキは激減しており、環境省レッドデータブックでは絶滅危惧種IB類に分類されている。筆者らは2007年からカンゾウと同様にハウス内筒栽培法によりムラサキの栽培試験を行った。生育の様子を図7、図8へ示す。

収穫したシコンを図9、図10へ示す。

このムラサキのハウス内筒栽培試験により幾つかの事が明らかになった。

- 1) 培土の種類によって、地上部の生育、また地下部の生育は大きく異なった。
- 2) 排水良好な土が根をよく生長させた。
- 3) 水が停滞すると色素を失い、根腐れを起こした。灌水により色素が流亡し、筒下部に蓄積していた。
- 4) 種子を直播すると1本の太い主根が得られたが、セル苗を植え付けたものは、根が数本に分かれ、それぞれが肥大した。
- 5) 1年栽培品と2年栽培品を比較した結果、有効成分であるシコニン類は根の表皮部分に蓄積する為、根重量当たりのシコニン類含量は増加しない。栽培コスト、病害による枯死のリスクを考えると2年栽培するメリットが少ないと考えられた。
- 6) 連作障害が強く、1度使用した培土を再利用した場合、ほとんどの株が枯死した。

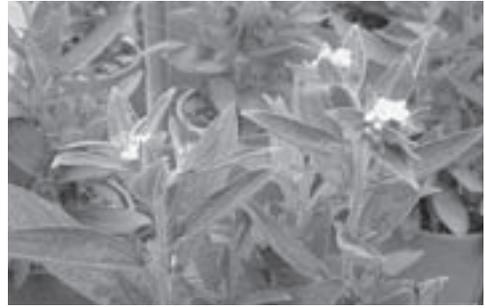


図7 ムラサキのハウス内筒栽培
2008年5月9日



図8 ムラサキのハウス内筒栽培
2008年6月23日



図9 シコン1年栽培品



図10 シコン2年栽培品

7) ハウス内の栽培では経年とともに害虫（ノミハムシ）が増え、周年にわたり食害が発生し、栽培の継続が困難になる状況であった。

7 最後に

ハウス内筒栽培はムラサキの栽培に適した栽培方法であったが、カンゾウ栽培と同様にコスト高であり、より低コストで栽培できる方法として露地栽培法の開発が望まれている。筆者らは、ハウス内筒栽培で得られた知見をもとに露地栽培法の確立をめざし研究を重ねている⁷⁾。

近年、中国産生薬の高騰から薬用植物国内栽培に関心が集まり、農学や園芸学の研究者が栽培研究に参入している。又、国を挙げて薬用植物国内栽培を振興する機運が生まれている。この状況は大変望ましい事であり、今後国内薬用植物栽培にイノベーションが起こり、国産生薬の自給率が上昇するとともに、薬用植物栽培により、疲弊している中山間地農業が活性化されることを大いに期待したい。

参考文献

- 1) 浅間宏志, 薬用植物研究, 32(1) (2010).
- 2) 姜東孝, 大阪府薬雑誌 Vol. 63, No. 4 (2012).
- 3) 末岡昭宣・吉岡達文・酒井美保・草野源次郎 芝野真喜雄, 甘草研究最前線2013. 第6回甘草に関するシンポジウム研究発表記録2013.
- 4) 末岡 昭宣 薬用植物フォーラム2012 講演要旨集 (2012)
- 5) 吉岡達文・長根寿陽, 特産種苗, 第16号 117-121 (2013).
- 6) 浅間宏志, 第1回ムラサキに関するシンポジウム講演要旨集2013.
- 7) Tatsufumi Yoshioka, WINTech 2014「Workshop on Innovation and Pioneering Technology」 Abstract Papers p.10 (2014).

●吉岡 達文 (よしおか・たつふみ) ●

1956年 3月山口県光市生まれ
 1978年 岡山理科大学理学部応用化学科卒業
 1980年 岡山理科大学大学院理学研究科修了
 2006年 新日本製薬グループ薬用植物研究所

●末岡 昭宣 (すえおか・あきのぶ) ●

1971年 8月山口県生まれ
 1995年 佐賀大学農学部生物生産学科卒業 (尚精興園)
 1997年 山陽コカ・コーラボトリング(株)山口研究所
 2006年 新日本製薬グループ薬用植物研究所

●野村 知史 (のむら・ともふみ) ●

1973年 6月山口県生まれ
 1996年 宮崎大学農学部動物生産学科卒業
 2007年 新日本製薬グループ薬用植物研究所

●藤田 浩基 (ふじた・ひろき) ●

1981年 7月山口県生まれ
 2005年 東京農業大学農学部農学科卒業
 2009年 新日本製薬グループ薬用植物研究所

●酒井 美保 (さかい・みほ) ●

1980年 5月福島県生まれ
 2004年 佐賀大学農学部応用生物学科卒業
 2007年 新日本製薬グループ

●長根 寿陽 (ながね・としはる) ●

1968年 4月青森県生まれ
 2011年 日本製薬グループ

●草野 源次郎 (くさの・げんじろう) ●

1935年 7月福島県生まれ
 1966年 東北大学大学院薬学研究科修了 東北大学薬学部助手
 1969年 アメリカ合衆国NIHに留学
 1985年 東北大学薬学部助教授
 1990年 大阪薬科大学教授
 2005年 新日本製薬(株)顧問

薬用植物トリカブトの育種と栽培の研究

12 育成系統と対照品種の地上部、地下部及び成分特性の比較とそれらの特性間の相関関係

Breeding and Cultivation Studies for Medicinal Plant Torikabuto (Aconite)

- 12 Comparison of growth of the aerial part, the subterranean part and alkaloid content variation between check varieties and improved lines, and correlation between their characteristics

川口 敷美・石崎 昌洋

三和生薬株式会社 薬用植物・医薬品開発研究所

〒321-0905 宇都宮市平出工業団地6-1

Kazumi Kawaguchi and Masahiro Ishizaki

Laboratory of Medicinal Plant Breeding Sanwa Shoyaku Co.Ltd.

Hiraidekogyodanchi 6-1, Utsunomiya, Tochigi 321-0905 Japan

2014年1月15日受付

要 旨

育種の成果を確認するため、既存品種（対照品種）と育成品種及び系統の草丈、節数、子根数、子根重及びアルカロイド含有量を調査し両者を比較した。その結果、草丈、節数、全子根数、全子根重、整品子根数、整品子根重及びアルカロイド含有量ともに育成系統の方が既存品種より勝っていた。これら特性の年次間変動はおおむね既存品種より育成品種の方が小さく安定していた。このように育成品種系統の方が優れていることを確認できた。

また、育成品種系統の方が繁茂量は大きく、整品子根数と整品子根重間に非常に高い正の相関関係が認められたことから、育種の選抜手順として初期世代選抜は繁茂量が大い个体を選び、その整品子根数を調査し、後期世代になって子根重調査を行うこととした。初期世代から選抜した個体の成分含有量の分析は行う。

これまで成分に関わる育種目標の設定¹⁾、収集した育種材料の成分特性^{2, 3, 4)}、あるいはそれらを材料にして交雑した育成系統の成分特性⁵⁾などを報告してきた。

本報告は今までの育種の成果を知るため、すなわち、育成系統が既存品種（対照品種）より優れているかを確かめるため、1992年か

ら2011年まで年次を重ねて同一栽培法で行ってきた収量及び成分に関わる特性について両者の比較を行った。

栽培法については、藤田⁶⁾、堀越⁷⁾及び李⁸⁾の報告があり、村山⁹⁾は三和生薬株式会社の栽培法を紹介しているが、これらの報告で収量及び成分に関わる特性などについての

詳細な報告はなく、また、著者らの知る範囲では他にもそのような報告は見あたらない。

そこで、両者の比較を行って育種の成果を確認すると同時に、年次の違いによりどの程度それらの特性が変化するか、その変化は品種及び系統によって異なるかなどについて検討した。

また、本報告では草丈¹⁰⁾、節数¹⁰⁾、子根重、子根数及びアルカロイド含有量など間の相関関係についても報告する。

材料及び方法

1) 供試材料

表1に示されるように、植物種オクトリカプト (*Aconitum japonicum* Thunberg.) に属する成分型¹⁾がIV型の育成品種のサンワおくかぶと1号及び育成系統の0248, 0582, IIIj型の1714, IIIh型の1442と対照品種として既存品種で局方¹¹⁾で定められている植物種ハナトリカプト (*Aconitum carmichaeli* Debeaux.) に属するIV型のハナトリカプト早生 (ハナ早生) 及びIIIj型のハナトリカプト晩生 (筑波) (ハナ晩 (筑)) 及びハナトリカプト晩生 (当社) (ハナ晩 (当)) と参考としてIIIj型の植物種ヤマトリカプト (ヤマトリ) (*Aconitum japonicum* Thunberg. subsp. *japonicum*) を用いた。

表1 供試材料

項目	供試材料	略名		成分型	植物種
		本文	図		
対照品種	ハナトリカプト早生	ハナ早生	早	IV	<i>A. carmichaeli</i> Debeaux.
	ハナトリカプト晩生 (筑波)	ハナ晩 (筑)	筑	IIIj	<i>A. carmichaeli</i> Debeaux.
	ハナトリカプト晩生 (当社)	ハナ晩 (当)	当	IIIj	<i>A. carmichaeli</i> Debeaux.
育成品種系統	サンワおくかぶと1号	サンワ1号	1号	IV	<i>A. japonicum</i> Thunberg.
	育成系統 0248	0248	同左	IV	<i>A. japonicum</i> Thunberg.
	育成系統 0582	0582	同左	IV	<i>A. japonicum</i> Thunberg.
	育成系統 1714	1714	同左	IIIj	<i>A. japonicum</i> Thunberg.
	育成系統 1442	1442	同左	IIIh	<i>A. japonicum</i> Thunberg.
参考	ヤマトリカプト	ヤマトリ	ヤ	IIIj	<i>A. japonicum</i> Thunberg. <i>japonicum</i>

2) 供試品種の栽培地

北海道虻田郡豊浦町の農場 (火山灰土)

3) 栽植日及び収穫日

1992年から2010年の9月初旬から中旬にかけて栽植し、翌年の9月中旬に収穫した。以下収穫年で試験年次を表す。

4) 栽植様式

畦幅72 cm, 株間20 cmの反復なしの品種及び系統の各10個体を栽植した。

5) 施肥量

元肥として堆肥300 kg/a, 化成肥料4 kg/a (窒素13%, 有機質60%, 苦土3%) を施用してから定植し、追肥として硫酸5 kg/a, ダブリン特17号4 kg/a (リン酸35%), 硝安2 kg/a を5月上旬に施用した。

6) 調査項目

草丈、節数、子根重量、子根数及びアルカロイド含有量を調査した。草丈、節数及び子根調査は生育中庸な5個体について行い、その際、各個体の最大子根を分析材料として採取した。測定値は5個体の合計あるいは平均である。

子根の調査は大きさを肉眼観察により5段階 (大, 中, 小, 種及び屑) に分けてそれぞれの子根重及び子根数を調査した。生薬原料に供しうる大中小を整品 (約20g以上), 生薬原料にはならないが増殖に使用できる種品 (平均10g), それ以下を屑物 (平均5g), 整品, 種品及び屑物の合計を全品としている。

アルカロイド含有量の分析は5個体を合わせて2標本を採取して、総アルカロイド及びアコニチン系アルカロイドを岡田・川口¹²⁾と同じ方法で行った。

結果及び考察

各形質の対照品種と育成品種系統との比較及びそれらの年次変異はつぎの通りである。

1) 草丈、節数、子根重、子根数、成分含有量及び相対成分比率について

草丈及び節数：表2に供試材料9品種系統の1994年から2011年間の4～8ヶ年の草丈、節

数の平均値及び変動係数並びに各品種系統の両特性毎の年次内変動係数の平均（年次内）と両特性毎の平均の年次間変動係数（年次

表2 草丈、節数の平均値及び変動係数と両形質の年次内・年次間変動係数間の相関関係

形質	項目	品種系統名										年次内と年次間CVの相関関係	
		対照品種		育成品種系統									参考
		ハナ早	ハナ晩	ハナ晩当	サンワ1号	0248	0582	1714	1442	ヤマト			
草丈 (cm)	平均	94	55	63	186	217	162	163	166	145		0.195	
	c 年次内	7	8	6	6	6	6	3	5	7	ns		
	v 年次間	14	10	16	11	9	5	6	18	12			
節数 (個)	平均	43	31	32	54	70	61	49	57	30		0.858	
	c 年次内	7	9	8	6	5	8	8	8	9	**		
	v 年次間	9	13	12	10	5	10	13	11	20			

注：項目欄の年次内は年次内変動係数(CV)の年次平均で%、年次間は各年次の平均の変動係数、相関関係欄の数値は相関係数で**は1%以下で有意である。

間)及びそれらの間の相関係数を示した。

表2にみられるように、草丈は100 cm以下から200 cmを超える品種系統までが認められ、その年次間の変動係数も5%以下の小さいバラツキから15%以上の大きなバラツキ¹³⁾まで認められる。また、節数も品種系統間でかなりの差が認められ、30個台から70個台までに、年次間の変動係数も5%~20%までに分布している。

二条大麦などの草丈は約70 cm~120 cmでその変動係数は3~6%^{14, 15)}に比べて大きく変動する品種系統が認められる。

対照品種と育成品種系統の草丈は前者が50 cm台~90 cm台、後者が160 cm台~200 cm

台、節数は30個台~40個台に対して40個台~70個台で地上部繁茂量大きいものを選抜してきたことがうかがえる。両形質の変動係数に育成品種系統の方に小さなバラツキの品種系統が認められることは選抜の成果と考えられる。

両形質のバラツキ (CV) であるが年次内のバラツキの小さいものの方が年次間のバラツキも小さいと考え、9品種系統の年次内のバラツキ (CV) の平均と各年次の平均のバラツキ (CV) を対にして相関関係を調査した。草丈の両者の相関係数は有意ではなく、石村¹⁶⁾がいう「ほとんど相関がない」0.2以下で、そのような関係は認められなかった。節数については年次内と年次のバラツキ (CV) 間の相関係数は1%有意で、石村のいう「強い相関がある」0.7以上で、年次内のバラツキが小さいものは年次間のバラツキも小さく推考通りで、育成品種系統の方に小さいバラツキの品種系統が認められる。

参考品種のヤマトリの節数のバラツキは15%以上の「大きなバラツキ」に比べて、対照品種及び育成品種系統のバラツキは14%以下の「普通のバラツキ」で育成系統の0248は5%以下の「小さいバラツキ」である。

なお、年次内変異と年次間変異間に高い相関関係が認められたことから、節数は品種系

表3 供試材料9品種系統の5個体の子根重と子根数の平均及び変動係数と整品率と全品整品間の相関係数

品系名	調査年数	成分型	子根重							子根数										
			全品 (Z)		整品 (S)		整品率			相関係数 (Z : S)		全品 (Z)		整品 (S)		整品率			相関係数 (Z : S)	
			平均	CV	平均	CV	S/Z	年次CV		平均	CV	平均	CV	S/Z	年次CV		平均	CV	S/Z	年次CV
対照品種	ハナ早生	18	IV	919	34	784	39	83	14	<u>0.935</u>	45	26	20	33	46	23	<u>0.712</u>			
	ハナ晩(筑)	17	IIIj	612	34	462	43	76	16	<u>0.931</u>	31	23	15	37	50	27	<u>0.636</u>			
	ハナ晩(当)	18	IIIj	665	40	520	51	78	24	<u>0.922</u>	34	24	17	41	52	40	0.436			
育成品種系統	サンワ1号	18	IV	1544	22	1407	23	91	5	<u>0.978</u>	47	24	26	25	56	24	<u>0.492</u>			
	0248	16	IV	1599	27	1487	29	93	5	<u>0.983</u>	42	24	29	23	69	19	<u>0.620</u>			
	0582	16	IV	1189	23	1099	25	92	5	<u>0.979</u>	37	29	24	32	64	16	<u>0.882</u>			
	1714	18	IIIj	1289	34	1236	35	96	3	<u>0.998</u>	26	24	17	31	66	26	<u>0.538</u>			
	1442	16	IIIh	1234	42	1179	44	96	5	<u>0.996</u>	28	33	23	32	81	13	<u>0.902</u>			
参考	ヤマトリ	17	IIIj	531	32	356	39	67	14	<u>0.939</u>	54	29	14	40	26	24	<u>0.776</u>			

注：整品率 (S/Z) は整品子根重 (数) 率 (整品/全品) で%、整品率の年次CVは年次別の整品率の変動係数、相関係数の直立太数字は5%、斜太数字は1%、斜太下線数字は0.1%水準で有意である。

統によってある程度定まっていると考えられる。

子根重：供試材料9品種系統の5個体の子根重の平均などは表3に示される通りである。

表にみられるように、品種系統間でかなりの差が認められる。すなわち、平均子根重の全品は531 g～1614 g、整品は356 g～1484 gの間に分布している。その変動係数も全品では21%～42%、整品では22～50%で、先の二条大麦の収量の変動係数は20%程度であるのに比べて大きいと同じ地下作物である甘藷¹⁷⁾では20～40%で、それと同程度かやや大きいものであった。

対照品種と育成品種系統の全品平均子根重は前者が612～950 g、後者が1211～1614 g、整品平均子根重は462～783 gに対して1108～1484 g、変動係数は全品子根重では34～39%に対して21～42%、整品子根重では38～50%に対して22～44%、全品子根重に対する整品子根重、すなわち、整品率(S/Z)は76～82%に対して91～96%である。

育成系統1442の子根重の年次変動は対照品種と同程度であるが、他の育成5品種系統は対照品種よりバラツキはやや小さく、とくにサンワ1号の全品及び整品子根重は先の二条大麦と同等の20%程度で安定しているように見受けられる。

なお、選抜を加えない野生種のままのヤマトリカブトは全品平均子根重及び整品平均子根重はそれぞれ531 g及び356 g、整品率は67%でいずれも最低である。

つぎに、整品率の年次間のバラツキ(表3の年次CV)であるが、対照品種が14～24%の大きなバラツキに対して育成品種系統は3～5%の小さいバラツキであることが確認できた。

子根の大きさ別平均1子根重：表4に子根の大きさ別の平均1子根重を示した。大きさの仕分けは肉眼観察によるもので、大きさ間の重量に多少の重なりは生じていたが、年次平均1子根重では品種内はもちろん、品種間でも重なりはみられない。

大子根の品種間差は最大が1714の106 g、最小がハナ早生の62 gで、その差は約40 gであり、中子根では最大最小の差は21 g(0248-ヤマトリ)、小では12 g(1442-ヤマトリ)である。このように大子根にはかなりの差があり、1714が100 g台、サンワ1号が90 g台、0248が80 g台、0582及び1442が70 g台、ハナ早生が60 g台である。なお、ハナ晩(筑)、ハナ晩(当)及びヤマトリでは大子根は認められない。

子根数：供試材料9品種系統の5個体の子根数の平均などは表3の右欄に示される通りである。表にみられるように、対照品種と育成品種系統の全品平均子根数は前者が31～45個、後者が26～47個、整品平均子根数は15～20個に対して17～29個、変動係数は全品子根数では23～26%に対して24～33%、整品子根数では33～41%に対して23～32%で、育成系統と対照品種はほぼ同じで、育成品種系統と対照品種ではどちらが優れているかは判断

表4 子根の大きさ別平均1子根重 (g)

項目	対照品種			育成品種系統					参考	平均
	ハナ早生	ハナ晩筑	ハナ晩当	サンワ1号	0248	0582	1714	1442		
子根の大小	ハナ早生	ハナ晩筑	ハナ晩当	サンワ1号	0248	0582	1714	1442	ヤマトリ	平均
大	62	・	・	98	83	78	106	75	・	88
中	52	39	43	52	59	52	57	58	38	52
小	26	28	27	26	30	26	33	33	21	28
種	11	12	11	10	12	9	9	12	8	10
屑	2	3	3	3	3	2	3	3	2	3

注：各品種系統の調査年数は16～18年である、表3参照。

表5 子根の大きさ別5個体合計平均子根数

項目	対照品種			育成品種系統					参考	最大最小の差
	ハナ早生	ハナ晩筑	ハナ晩当	サンワ1号	0248	0582	1714	1442		
子根の大小	ハナ早生	ハナ晩筑	ハナ晩当	サンワ1号	0248	0582	1714	1442	ヤマトリ	最大最小の差
大	1.4	・	・	7.7	5.9	5.8	7.1	4.5	・	7.7
中	7.5	3.1	3.1	6.8	10.4	6.7	5.8	9.3	4.0	7.3
小	11.8	12.1	14.3	11.8	12.8	11.4	4.6	9.3	9.9	9.7
種	12.4	11.4	12.1	11.2	8.3	8.4	4.6	4.3	16.1	11.8
屑	12.1	3.9	3.7	9.2	3.7	4.7	4.2	1.2	24.5	23.3

注：各品種系統の調査年数は16～18年である、表3参照。

できないが、整品率は対照品種が46～52%に対して育成品種系統では56～81%と高く、年次間変動係数も対照品種では23～40%に対して育成品種系統では13～26%とやや小さい。

また、子根数の整品率について品種系統別にみると1442が80%台、0248、1714及び0582が60%台、サンワ1号が50%台で、対照品種は50%台以下である。なお、ヤマトリの子根数の整品率は26%で最低である。

子根の大きさ別平均子根数：表5に子根の大きさ別平均子根数を示した。大子根平均子根数をみると、品種系統間では7.7個の差があり、品種系統別では育成品種系統のサンワ1号及び1714が7個台、0248及び0582が5個台、1442が4個台、対照品種のハナ早生が2個以下で、ハナ晩（筑）、ハナ晩（当）及びヤマトリが0個である。

中子根平均子根数は品種系統間では7.3個の差があり、対照品種では3.1個～7.5個、育成品種系統では5.8個～10.4個で両者は重なっているが、全体的にみて育成品種系統の方が中子根数も多い。

小子根平均子根数では9.7個の差があり、対照品種では11.8個～14.3個、育成品種系統では4.6個～12.8個で、上限部分で重なりがみられ、対照品種の方が小子根数は多い。しかし、育成品種系統の方にも0248は12個台、サンワ1号及び0582は11個台で、対照品種は大子根及び中子根が少なく小子根が多いのに比べて、先の育成3品種系統は大子根及び中子根が比較的多いのに小子根数も多い。

つぎに、種であるがブシ原料とはならない種子根は対照品種で多く、育成品種系統で少ないが、その中でもサンワ1号は対照品種と同程度の種子根数である。

屑子根数は対照品種が3.7～12.1個、育成品種系統が1.2～9.2個で、育成品種系統の方が

対照品種より少ないようである。すなわち、対照品種ではハナ早生が12個台、育成品種系統ではサンワ1号が9個台で、少ないものでは対照品種のハナ晩（当）の3.7個に対して1442が1個台である。

とくに1442は屑子根が少ない系統と見受けられる。なお、ヤマトリは屑子根が最も多い系統である。

成分含有量：成分含有量の年次変異であるが、先に述べたように、これらの育成系統は高成分含有量を育種目標³⁾としていた時期の系統である。したがって、対照品種より成分含有量が高ければ育種の成果が現れたことになる。

供試材料9品系の1993年以降の総アルカロイド(TA)、アコニチン系アルカロイド総量(SA)、mesaconitine(M)、hyaconitine(H)、aconitine(A)及びjesaconitine(J)の成分含有量の年次平均及び変動係数は表6に示される通りである。

TA：表6にみられるように、育成品種系統のTAは対照品種に比べて同程度からかなり多いものまで認められ、変動係数も対照品種に比べて大きいものが認められないことから、対象品種と同等か優れているように見受けられる。

SA：育成品種系統のSAは対照品種に比べてかなり高含有量のものが認められ、年次変動は対照品種に比べて大きいものが認められていないことから、高SA含有量の育種目標を達したと考えられる。なお、選抜を加えない野生種のままのヤマトリカブトのSAは育成品種系統の低い系統と同じ程度である。

ビール麦の品質に関わる変動係数（6品種の各5カ年¹⁸⁾）は変動が小さい順に麦芽エキス収量の1%以下、粗蛋白質含有量の2～6%、コールパツハ数の8～15%、ジアスターゼ力の11～21%及び麦汁色度の23～32%程度で

ある。育成種の変動係数はTAで16~23%、SAで27~32%でビール麦の色度並であるが、今後、ジアスターゼ力並の育成をめざしたい。

つぎに、M、H、A及びJであるが、先に述べたように、TA及びSAが多いものを選抜していた育成品種系統であるので、個々のM、H、A及びJの対照品種と育成品種との比較はできないが、参考までにまとめたものがつぎである。

M、H、A及びJ：全成分型を含めて、Mについては、対照品種は802 μg ~1083 μg 、育成品種系統は455 μg ~1663 μg 、変動係数は両者とも約30%~30%後半であった。

Hについては対照品種は84 μg ~334 μg 、育成品種系統は64~118 μg 、変動係数は前者が41~63%、後者が54~79%である。対照品種に比べて含有量も低く変動も大きい。

Aについては、対照品種は約400 μg に対して、育成品種系統は900 μg 以上で1500 μg 台のものも認められる。変動係数は両者とも20%台~30%台である。

Jについては、対照品種は699 μg 、育成品種系統は1300 μg 以上で2200 μg 以上のもも認められる。変動係数は前者が37%、後者が25~40%である。

このように、導入育種及び自然交雑育種でTA及びSAの高含有量品種を育種目標とした品種系統が育種目標を下回るものではなく、また、4種類のアコニチン系アルカロイドのHを除く3種は対照品種より、かなり高含有量で育種目標を満たしている。Hについては育成品種系統が劣っているので、H含有量が多いヤマトリの自然交雑種などを利用することを考えている。

さらに、これら4種の育種目標に年次変動が少ないことを加えることにした。

相対成分比率：表7に供試材料9品種系統の年次平均相対成分比率とその変動係数を示した。先にも述べたように成分含有量を高める育種で相対成分比率については育種目標に入れてなかった育成品種系統であるので、対照品種と育成品種系統との相対成分比率の比較は行わず、対照品種と育成品種系統の年次間変動についてだけ比較した。

IV型、IIIj型及びIIIh型を含めて変動係数をみてみるとSA/TAでは対照品種32~35%に対して育成品種系統では22~37%、M/SAでは9~18%に対して10~25%、H/SAでは25~51%に対して47~95%、A/SAでは11~17%に対して7~19%、J/SAでは19%に対して11~19%である。

このように相対成分比率を育種目標にしていなかったことが対照品種と同程度かやや大きい変動となったと考えられるので、相対成分比率の変動も育種目標に加えることとした。相対成分比率を育種目標としなかった育成品種系統で対照品種より年次変動が小さいものも認められたことは相対成分比率を育種目標

表6 供試材料9品種系統の年次平均成分含有量と変動係数

項目	調査年数	TA (%)	アコニチン系アルカロイド ($\mu\text{g}/\text{g}$)						
			SA	M	H	A	J		
平均	対照品種	ハナ早生	15.17	0.83	1985	802	84	401	699
		ハナ晩 (筑)	12.14	0.75	1627	939	334	354	
		ハナ晩 (当)	12.14	0.73	1824	1083	327	413	
	育成品種系統	サンワ1号	15.17	1.05	3473	848	83	957	1585
		0248	12.15	1.18	3994	1140	64	1291	1502
		0582	13.16	1.51	5128	1236	69	1532	2291
		1714	15.17	0.89	2685	1663	118	904	
		1442	12.14	1.37	2876	455		1025	1396
	参考	ヤマトリ	11.13	0.77	2609	780	1536	292	
	変動係数	対照品種	ハナ早生	15.17	28	33	34	63	35
ハナ晩 (筑)			12.14	24	36	36	50	36	
ハナ晩 (当)			12.14	25	27	30	41	25	
育成品種系統		サンワ1号	15.17	20	29	37	56	35	25
		0248	12.15	23	30	30	60	27	36
		0582	13.16	16	27	28	54	29	34
		1714	15.17	20	31	37	79	33	
		1442	12.14	19	32	36		34	40
参考		ヤマトリ	11.13	24	31	33	31	43	

注：調査年数の前数字はTAの調査年数、後数字はその他の調査年数

とした場合、年次変動が小さい品種の育成は可能であると考える。

2) 草丈、節数、子根重、子根数及び成分含有量間の関係について

草丈と節数：草丈と節数の年次平均間の相関は供試材料9品種系統全体の相関係数は0.833で1%有意で、ヤマトリを除く8品種系統では0.949で0.1%有意であった(図1参照)。

節数が多く草丈が低いものは節間が短く倒伏し難いし、同じ草丈であれば多節は繁茂量

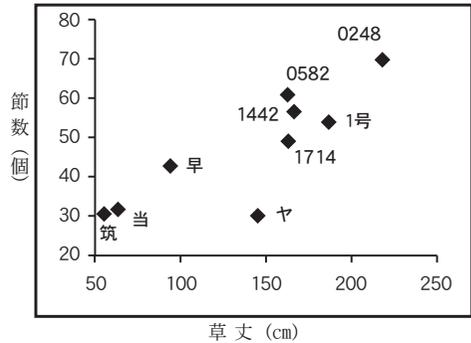


図1 草丈と節数

注：ヤはヤマトリカブト、1号はサンワ1号、早はハナ早生
当はハナ晩(当)、筑はハナ晩(筑)
相関係数 $r=0.833, 0.949$ (ヤを除く)

表7 供試材料9品種系統の年次平均相対成分比率と変動係数

項目		調査年数	SA/TA	M/SA	H/SA	A/SA	J/SA	
平均	対照品種	ハナ早生	15, 17	28	40	4	20	35
		ハナ晩(筑)	12, 14	24	58	20	22	0
		ハナ晩(当)	12, 14	27	59	18	23	0
	育成品種系統	サンワ1号	15, 17	36	24	2	27	46
		0248	12, 15	36	29	2	33	37
		0582	13, 16	36	24	1	30	44
		1714	15, 17	33	61	5	34	0
		1442	12, 14	22	16	0	36	48
	参考	ヤマトリ	11, 13	36	30	59	11	0
	変動係数	対照品種	ハナ早生	15, 17	35	18	51	16
ハナ晩(筑)			12, 14	32	9	25	17	
ハナ晩(当)			12, 14	35	12	31	11	
育成品種系統		サンワ1号	15, 17	37	12	47	13	12
		0248	12, 15	22	12	64	7	11
		0582	13, 16	28	18	52	13	16
		1714	15, 17	28	10	95	19	
		1442	12, 14	31	25		16	19
参考		ヤマトリ	11, 13	18	14	9	21	

注：調査年数の前数字はTAの調査年数、後数字はその他の調査年数。

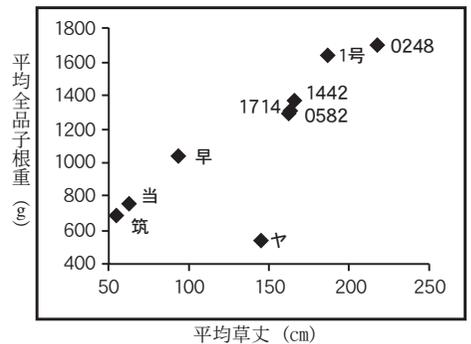


図2 平均草丈と平均全品子根重

注：ヤはヤマトリカブト、1号はサンワ1号、早はハナ早生
当はハナ晩(当)、筑はハナ晩(筑)
平均草丈 $r=0.798, 0.981$ (ヤを除く)

表8 草丈と子根重及び子根数との関係

品種系統名	調査年数	草丈との相関係数			
		子根重		子根数	
		全品	整品	全品	整品
ハナ早生	8	0.655	0.551	0.364	0.589
ハナ晩(筑)	7	-0.359	-0.366	0.196	-0.258
ハナ晩(当)	8	-0.435	-0.676	0.360	-0.595
サンワ1号	8	0.666	0.611	0.806	0.707
0248	7	0.157	0.252	0.166	0.348
0582	8	0.442	0.365	0.589	0.401
1714	8	0.342	0.387	0.559	0.904
1442	6	0.841	0.840	0.747	0.920
ヤマトリ	7	0.812	0.790	0.513	0.583
*9品種系統	9	0.798	0.811	0.195	0.701
**8品種系統	8	0.981	0.990	0.214	0.814

注：*、**は9品種系統及び8品種系統(ヤマトリを除く)の平均草丈と全品及び整品それぞれの相関、直立太数字は5%、斜太数字は1%、斜太下線数字は0.1%水準で有意である。

も大きいので、節数が多く草丈が短い品種が望まれるが育成品種系統はそのような特性を備えていないので、今後の育種目標に加えることとした。

草丈と子根重及び子根数：草丈が高く節数が多いような地上部の生育量が旺盛であれば地下部の子根の生育量も旺盛であるものと考えていた。草丈と子根との関係であるが、表8にみられるように、いずれかの形質でそのような関係であるものが4品種系統、そのような関係がみられないものが5品種系統であった。同一年次であれば、地上部の生育と地下部の生育とはかなり高い正の相関関係が認められる^{19, 20)}が、年次間ではそのような関係が認め

られないのは、地上部の生育と地下部の生育との時期的なずれがあり、そのずれが年次によって異なるためと考えられる。

つぎに、供試材料9品種系統の平均草丈と平均全品あるいは整品の両子根重及び平均全品あるいは整品の両子根数との関係が表8の下から2段目に、また、図2に供試材料9品種系統の平均草丈と平均全品子根重との関係が示されている。

各品種系統の年次平均草丈と年次平均全品子根重 ($r=0.798$)、平均整品子根重 ($r=0.811$) 及び平均整品子根数 ($r=0.701$) 間に有意な正の相関関係が認められる。遺伝子型が同じ品種^{19, 20)}の同一年次の地上部繁茂量と地下部生産量は正の相関関係にあるが、年次間では前述したように品種によって認められない品種系統があったが年次平均草丈と年次平均子根重とは高い正の相関関係が認められた。

対照品種あるいは育成品種系統だけの、すなわち、野生種のままのヤマトリを除く8品種系統の相関係数は表8の最下段に示される通りで、草丈と全品子根重 ($r=0.981$) あるいは整品子根重 ($r=0.990$) 及び整品子根数 (0.814) 間に有意水準1%以下の正の相関関係が認められる。

ヤマトリは草丈が大きいわりに子根重が軽いことから、育成材料の草丈が大きいものは子根重が重いということではなく、子根重の重いものを選抜した結果が草丈が大きかったということであろう。いままでは、子根の特性を重点にした選抜結果が草丈の高いものも残ったということで、先にも述べたように、今後は節数が多いような地上部の繁茂量も育種目標としたい。

全品・整品の子根重間・子根数間の関係：

全品子根重(Z)と整品子根重(S)及び全品子根数(Z)と整品子根数(S)の相関係数は表3に示

される通りである。

供試材料9品種系統とも全品重(Z)と整品重(S)間の相関は0.1%水準以下で有意で、全品重が重ければ整品重も重い関係であるのに対して、子根数間では9品種系統中8品種系統では全品子根数(Z)が多ければ、整品子根数(S)も多いという関係であるが、ハナ晩(当)ではその関係が認められない。これは子根数が増えれば子根重も増加すると考えていたが、子根数が増えても整品子根数が必ずしも増加しないことを意味しているものと考えられるので、選抜にあたってはこのことに留意する必要があるものと考ええる。

子根重と子根数間の関係：全品子根重と全品子根数、整品子根重と整品子根数及び整品子根重と全品子根数の相関は表9に示される通りである。子根を省略している表9にみられるように、全品重と全品数間では9品種系統中8品種系統で5%以下の水準で有意な関係が認められたが、1714ではその関係が認められなかった。これに対して、整品重と整品数間では9品種系統すべてで子根重と子根数との正の相関関係が認められている。

また、整品重と全品数との関係は全品重と全品数の間で有意でなかった1714に加えてサンワ1号,0248及びハナ晩(当)の4品種系統で相関関係が認められない。

供試材料9品種系統のそれぞれの平均間の相関係数は表9の右端欄に示す通りである。整品重と整品数間では0.1%水準で相関関係が認められたが、全品重と全品数及び整品重と全品数との関係では相関関係は認められない。

整品子根重と全品子根数の関係は図3に示される通りである。図中の縦線及び横線は9品種系統のそれぞれの平均値を示すものである。

図3に示されるように、全品子根数が多く整品子根重が重い品種系統と全品子根数が少な

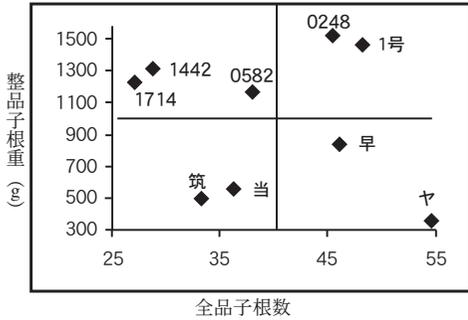


図3 整品子根重と全品子根数

注：ヤはヤマトリカブト，1号はサンワ1号，早はハナ早生
当はハナ晩（当），筑はハナ晩（筑）

く整品子根重が重い品種系統があり，前者にはサンワ1号及び0248が，後者には1714及び1442がみられる。これはイネでいう穂数型と穂重型²¹⁾ にならえば前者が子根数型であり，後者が子根重型ということになる。

なお，子根の大きさで大，中，小，種及び層の5段階に分けて調査しているのは，大中小はブシ原料となるが種層は火力乾燥後，いわゆるひげ根などを除く調製で粉末となり，ブシ原料とはならないからである。しかし，後の報告で詳細に述べるが種及び層は増殖用の種子根としては充分使用できるものである。

子根重及び子根数と成分含有量の関係：全品子根重，整品子根重，全品子根数及び整品子根数と成分含有量，すなわち，TA，SA，M，H，A及びJとの相関関係は表10に示される通りである。

表にみられるように，ハナ早生，ハナ晩（当），サンワ1号，0248及び0582ではいずれの子根重及び子根数と6成分含有量との間

に有意な相関関係は認められないが，ハナ晩（筑），1714，1442，及びヤマトリにはいずれかの間で正の相関関係が認められる。

表10にみられるように，88（9品系×2特性×6成分－20空欄）の間のうち，12の間で正の相関関係が認められ，負の相関関係は認められない。

それら，12個のうち代表的な関係を図4のa～fに示した。図aは系統1442のSAと整品子根重，図bは系統1714のMと全品子根重，図c及び図dはハナ晩（筑）のAと全品子根重と全品子根数及び図eはヤマトリのTAと全品子根数との関係である。図fはヤマトリのAと全品子根数であるが，有意な関係は認められない。

図a～図dはアコニチン系アルカロイドと子根重あるいは子根数との関係であるが，これらの図にみられるように，1996年あるいは1998年は第1象限に，2005年あるいは2006年が第3象限に，図eのTAでは1998年が第1象限に，また，有意でない図fのAでは1998年は第1象限に，2006年は第3象限に認められていることなどから，その年の気象と何か関係があるのではないかと考えられる。

また，相関が認められなかった5品種系統のうち4品種系統が成分型IV型であることと，Jとの関係が認められなかったことと何か関係があるのではないかと考えられるがわからない。

さらに，アコニチン系アルカロイドの4成分間の関係はMA間で最も深い関係²²⁾ が認められたことと，子根重あるいは子根数と4成分と

表9 品種系統別の年次を対にした子根重と子根数との関係

項目	品種系統名									9品種系統 平均間 相関	
	対照品種			育成品種系統							参考
	ハナ早生	ハナ晩筑	ハナ晩当	サンワ1号	0248	0582	1714	1442	ヤマトリ		
全品重－全品数	<u>0.790</u>	<u>0.775</u>	0.643	0.579	0.529	<u>0.731</u>	0.465	<u>0.687</u>	<u>0.899</u>	0.097	
整品重－整品数	<u>0.892</u>	<u>0.853</u>	<u>0.868</u>	<u>0.809</u>	<u>0.743</u>	<u>0.876</u>	<u>0.788</u>	<u>0.847</u>	<u>0.828</u>	<u>0.996</u>	
整品重－全品数	<u>0.630</u>	<u>0.623</u>	0.432	0.452	0.377	<u>0.715</u>	0.423	<u>0.638</u>	<u>0.839</u>	-0.164	

注：直立太数字は5%，斜太数字は1%，斜太下線数字は0.1%水準で有意である。

表10 子根重及び子根数とTA, SA, M, H, A及びJとの相関関係

項目	品系名	成 分 型	調 査 年 数	全 品 種 別	子根重						子根数					
					TA	SA	M	H	A	J	TA	SA	M	H	A	J
対 照 品 種	ハナ早生	IV	12・14	全品	0.221	0.061	0.030	-0.037	0.207	0.016	0.239	0.096	-0.037	0.009	0.179	0.195
				整品	0.165	-0.024	-0.045	-0.082	0.132	-0.075	0.184	-0.059	-0.047	-0.232	0.100	-0.121
	ハナ晩筑	IIIj	11・13	全品	0.334	0.449	0.389	0.265	0.625		0.467	0.632	0.582	0.509	0.663	
				整品	0.203	0.334	0.269	0.207	0.509		0.021	0.547	0.476	0.519	0.569	
	ハナ晩当	IIIj	12・14	全品	0.219	0.146	0.139	0.002	0.263		0.252	0.267	0.114	0.290	0.456	
				整品	0.101	0.011	0.002	-0.064	0.140		-0.092	0.017	-0.014		0.118	
育 成 品 種 系 統	サンワ1号	IV	12・14	全品	0.123	0.275	0.196	0.103	0.224	0.341	-0.190	-0.206	-0.269	0.069	-0.162	-0.184
				整品	0.177	0.248	0.165	-0.020	0.180	0.345	0.364	0.042	-0.037	-0.177	0.014	0.137
	0248	IV	10・12	全品	0.081	0.267	0.122	0.370	0.393	0.239	0.014	0.015	0.044	0.418	0.113	-0.118
				整品	0.059	0.205	0.053	0.210	0.321	0.206	0.075	0.007	-0.067	0.082	0.111	-0.024
	0582	IV	10・12	全品	0.192	0.349	0.032	0.352	0.225	0.486	-0.228	0.077	0.059	-0.038	-0.050	0.155
				整品	0.152	0.170	-0.111	0.231	0.023	0.365	0.052	-0.053	-0.173	-0.065	-0.233	0.161
	1714	IIIj	12・14	全品		0.542	0.534	-0.169	0.505		-0.048	0.045	0.101	-0.141	-0.019	
				整品	0.020	0.515	0.508	-0.175	0.481		0.247	0.187	0.231	-0.281	0.159	
	1442	IIIh	10・12	全品	0.320	0.636	0.533		0.615	0.547	0.104	0.294	0.021		0.130	0.444
				整品	0.318	0.648	0.560		0.637	0.546	0.220	0.467	0.239		0.351	0.528
参 考	ヤマトリ	IIIj	11・13	全品	0.586	0.525	0.456	0.490	0.547		0.611	0.437	0.415	0.366	0.540	
				整品	0.488	0.413	0.320	0.408	0.421		0.490	0.320	0.210	0.336	0.334	

注：調査年数欄の・前の数字はTAの調査年数、・の後の数字はTA以外の調査年数、直立太数字は5%水準で有意である。

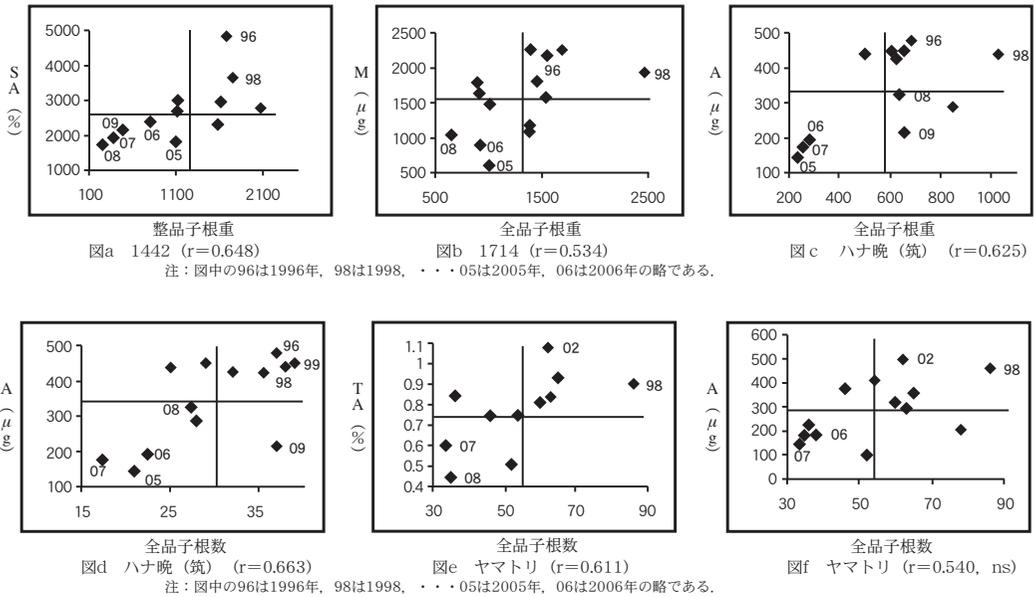


図4 子根重及び子根数と成分含有量との関係

の間関係でMあるいはAだけに認められたことと、何か関係があるのではないかと考えている。

これら認められた4品種系統の12個の相関関係は先に述べたように、5%水準で有意の正の

相関関係で、その係数も0.5~0.7程度であるので、石村¹⁶⁾のいふかなり強い関係があるものと考えられる。

成分含有量及び収量に関わる子根重あるいは子根数の増減の方向が栽培年次によって異

なるとすれば、高成分含有量で収量の多い生産は困難になるので、既存品種及び育成品種系統を用いて育種の成果を確認する他に、そのようなことが生起するかどうかを検討した。

その結果、成分含有量の増減の方向と子根重あるいは子根数の増減の方向が逆である負の相関関係は認められなかった。言い換えれば、成分含有量が増加するとき、子根重あるいは子根数が有意に減少するというのではなく、両者の増減は関係ないか、両者とも増加するか減少する正の相関関係であることが確認された。

また、これら6成分の含有量は一方が増加するとき他方が有意に減少することはなく、

両者の増減は関係ないか、両者とも増加するか、減少する関係であることも確認²²⁾されていることから、希望する6成分含有量で多収な栽培法を確立することは可能であると考えられる。

言うまでもなく、栽培法のなかには品種選定も含まれている。

3) 品種系統間相関について

同一年次の生育が品種系統で同一方向であるかを確認するため、各特性の9品種系統間の相関関係を調査した。有意な正相関であれば同一方向、すなわち、例えば、草丈が高い年あるいは低い年ということになり、個体選抜あるいは系統選抜が効果的である。

表11 草丈及び節数の品種系統間相関

項目	品種系統名	草 丈 (空白上部)										有意数
		調査年数	ハナ早生	ハナ晩(筑)	ハナ晩(当)	サンフ1号	0248	0582	1714	1442	ヤマトリ	
節数 (空白下部)	ハナ早生			0.161	0.486	0.634	0.798	0.386	0.376	0.683	0.123	1
	ハナ晩(筑)	6	・		-0.384	0.105	0.343	0.334	0.712	0.553	0.845	2
	ハナ晩(当)	6	・	0.748		-0.090	0.290	0.025	-0.446	-0.355	-0.363	0
	サンフ1号	6	・	0.754	0.816		0.744	-0.112	0.431	0.786	0.190	0
	0248		・	・	・	・		0.263	0.266	0.610	0.166	1
	0582	6	・	0.568	0.903	0.708	・		0.209	0.263	-0.076	0
	1714	6	・	0.669	0.773	0.942	・	0.704		0.654	0.786	2
	1442		・	・	・	・	・		・		0.766	0
	ヤマトリ	6	・	0.704	0.914	0.942	・	0.875	0.854	・		2
	有意数		・	0	3	3	3	2	1	・	3	

注：相関係数の直立太数字は5%、斜太数字は1%水準で有意である。有意数は5%以下の水準で有意な数。調査年数5ヶ年以下は除く。

表12 全品子根重及び全品子根数の品種系統間相関係

項目	品種系統名	全 品 重 (空白上部)										有意数
		調査年数	ハナ早生	ハナ晩(筑)	ハナ晩(当)	サンフ1号	0248	0582	1714	1442	ヤマトリ	
全品数 (空白下部)	ハナ早生	18		0.403	0.664	0.718	0.710	0.326	0.552	0.694	0.833	6
	ハナ晩(筑)	17	0.252		0.833	0.466	0.394	0.173	0.644	0.352	0.502	3
	ハナ晩(当)	18	0.454	0.559		0.678	0.435	0.471	0.731	0.518	0.669	6
	サンフ1号	18	0.231	0.064	0.423		0.757	0.730	0.820	0.656	0.746	7
	0248	16	0.570	-0.010	0.358	0.573		0.345	0.701	0.497	0.741	5
	0582	16	0.349	0.030	0.403	0.600	0.451		0.688	0.294	0.248	2
	1714	18	0.661	0.361	0.818	0.561	0.497	0.488		0.610	0.753	8
	1442	16	0.489	0.245	0.218	0.338	0.075	0.140	0.424		0.810	6
	ヤマトリ	17	0.638	0.318	0.620	0.191	0.197	0.008	0.646	0.427		7
	有意数		3	1	3	3	3	1	5	0	3	

注：相関係数の直立太数字は5%、斜太数字は1%水準で有意である。有意数は5%以下の水準で有意である。有意数は5%以下の水準で有意な数。

草丈：供試材料9品種系統間の草丈の相関関係は表11の空白上部に示される通りである。品種系統間の72(9×8)相関関係のうち、5%以下の水準で有意な正の相関関係はわずか5品種系統の8品種系統間に認められただけで、調査年数が少ないためであろうが、予想外の結果であった。

各品種系統の草丈の伸長時期の違いによるものなどと考えられるので、さらに年次を重ねてその関係を明らかにしたい。

節数：調査年数が5ヶ年以下を除く6品種系統間の節数の相関関係は表11の空白下部に示される通りで、品種系統間の30の相関関係のうち、5%以下の水準で有意な正の相関関係は5品種系統の12品種系統間に認められる。これも予想外に少ない関係であった。

全片子根重：全片子根重の品種系統間相関は表12の同一品種系統間の組合せである空白上部に示される通りである。72相関関係のうち、5%以下の水準で有意な正の相関関係は子根重では50品種系統間に認められるが、個々の品種系統間ではかなり偏っている。すなわち、1714はすべての8品種系統間で、サンワ1号及びヤマトリでは7品種系統間で、1442、ハナ早生及びハナ晩(当)では6品種系統間で、0248では5品種系統間で有意であるのに対して、0582及びハナ晩(筑)ではそれぞれわずか2及び3品種系統間に有意差が認められるにすぎない。

子根重の増減の方向が同一方向でない関係は子根の肥大の時期の違いによるのではないかと考えられるが、わからない。

全片子根数：全片子根数の品種系統間相関は表12の空欄下部に示される通りである。72相関関係のうち、5%以下の水準で有意な関係は22品種系統間に認められる。

各品種系統の8関係のうち、1714が5品種系

統間で、サンワ1号、0248、ハナ早生、ハナ晩(当)及びヤマトリが3品種系統間に5%以下の有意水準で有意な関係が認められるが、これら以外の品種系統では2以下で、1442ではすべての品種系統間で認められない。これは、1442が屑子根数が少ない特性であることと関係があるものと考えられる。

整片子根重：整片子根重の相関関係は表13の空白上部に示される通りである。72相関関係のうち、5%以下の水準で有意な関係は50品種系統間に認められるが、個々の品種系統間では多少偏っている。

すなわち、サンワ1号及び1714はすべて8品種系統間に、ハナ早生は7品種系統間に、0248、ハナ晩(当)及びヤマトリは6品種系統間で、1442は5品種系統間に、ハナ晩(筑)及び0582は3品種系統間に有意差が認められる。それらの相関係数は0.50以上のかなり相関¹⁶⁾があるものであった。

整片子根数：整片子根数の相関関係は表13の空白下部に示される通りである。72相関関係のうち有意な関係は28品種系統間で認められる。すなわち、ハナ早生、サンワ1号及び1714は5品種系統間で、0248は4品種系統間で有意であるのに対して、その他の品種系統では3以下で、とくに、1442はすべての品種系統間に有意差が認められない。

以上のようなのであるが、育種の成果については次のようである。

整片子根重の年次間変異が少ないほど、すなわち、整片子根重の年次間変動係数が小さいほど、また整片子根重が重いほど育種目標が達成されたことになる。

整片子根重は大きいのが、年次変動が大きい品種系統より、整片子根重は重くはないが、年次変動が小さい品種系統の方が生産計画は立てやすい。いうまでもないが、整片子根重

表13 整品子根重及び整品子根数の品種系統間相関係数

項目	品種系統名	整品重 (空白上部)										有意数
		調査年数	ハナ早生	ハナ晩(筑)	ハナ晩(当)	サンワ1号	0248	0582	1714	1442	ヤマトリ	
整品数 (空白下部)	ハナ早生	18		0.273	<i>0.596</i>	<u>0.839</u>	<i>0.749</i>	0.507	0.558	<i>0.660</i>	<u>0.844</u>	7
	ハナ晩(筑)	17	0.114		<u>0.830</u>	0.508	0.459	0.115	<i>0.654</i>	0.297	0.401	3
	ハナ晩(当)	18	0.276	<i>0.622</i>		<i>0.678</i>	0.586	0.409	<u>0.730</u>	0.456	<i>0.643</i>	6
	サンワ1号	18	<u>0.766</u>	0.192	0.340		<u>0.815</u>	<i>0.700</i>	<u>0.826</u>	<i>0.681</i>	<u>0.846</u>	8
	0248	16	<u>0.894</u>	0.282	0.286	<i>0.727</i>		0.388	<u>0.759</u>	0.541	<u>0.851</u>	6
	0582	16	0.557	-0.042	0.050	<i>0.660</i>	0.430		<i>0.634</i>	0.361	0.394	3
	1714	18	<i>0.680</i>	0.569	0.543	<i>0.616</i>	0.609	0.420		0.596	<i>0.716</i>	8
	1442	16	0.371	0.137	0.040	0.455	0.237	0.192	0.274		<u>0.751</u>	5
	ヤマトリ	17	<i>0.641</i>	0.314	0.428	<i>0.634</i>	<i>0.713</i>	0.278	0.422	0.422		6
	有意数		5	2	2	5	4	2	5	0	3	

注：相関係数の直立太数字は5%，斜太数字は1%，斜太下線数字は0.1%水準で有意である。
有意数は5%以下の水準で有意な数。

が重く、年次変動が小さい品種系統が最も望ましい品種系統である。

育成品種系統を見てみると、表3にみられるように、既存品種の成分IV型のハナ早生の整品子根重は783gに対して成分IV型のサンワ1号、0248及び0582は1100g以上で、また、変動係数も38%に対して3品種系統は28%以下である。また整品率も82%に対して3品種系統は91%以上である。

つぎに、Ⅲj型であるが、ハナ晩両品種の整品子根重、変動係数及び整品率で優れている方の値はそれぞれ518g、43%及び78%であり、育成系統の1714はそれぞれ1238g、34%及び96%である。このように、整品子根重、年次変動及び整品率で既存品種より育成品種系統の方が優れ、育種の成果が認められた。

なお、将来、他の成分型が必要となる場合を想定して、収集した品種系統で比較的成分型が多かったⅢh型として育成した系統1442は、成分型は異なるが対照3品種の中で最も優れているハナ早生の整品子根重783g、変動係数38%、整品率82%に比べて、育成系統1442の整品子根重は1100g以上、整品率は90%以上で勝っていたが、年次間変動は40%以上で劣るものであった。これは、成分型の特

性とも考えられるが、これら両成分型の育種材料数が少なかったためとも考えられるので、成分型の特性かあるいは育種材料が限られていたためかを、明確にしたいと考えている。

同一年次の生育が同一方向であるかを確かめるため品種系統間相関関係を確認した。例えば、同一特性で、ある品種系統間では正の相関が、異なる品種系統間では負の相関が見られるような特性の選抜は系統によって異なる選抜法を取らねばならないが、同じ方向であれば同一の選抜法を適用することができる。

供試材料9品種系統の草丈、全品子根重、整品子根重、全品子根数及び整品子根数の品種系統間相関は同一方向の正の相関か、相関なしの関係で逆方向の負の相関は認められなかったことと、草丈の長い系統が子根重などで必ずしも優れていないが、育成された品種系統は既存品種より長幹であることから選抜特性と選抜の順序の育種操作はつぎのようにしている。

導入育種、自然交雑育種あるいは人工交雑育種のいずれの場合でも、個体ごとに栽植し、既存品種より繁茂量の大きい個体を選んで地下部を掘り起こし、全品子根数の多少でなく、整品子根数の多少で選抜（個体養成選抜試

験)した系統を、通常の耕種基準で1~2年目は1系統2個体の反復なしで、観察による整片子根数の多少の調査(系統養成試験)を、3~4年目は1系統5個体の反復なしで観察による整片子根数の多少調査(生産力予備試験I)を、5~6年目は1系統10個体の反復なしで整片子根数と整片子根重の調査(生産力予備試験II)を、7~9年目は1系統10個体の2反復で、観察による大中小種屑に仕分けした子根数及び子根重(生産力検定試験)を調査することになっている。

個体養成試験から選抜された個体あるいは系統の成分含有量の分析は行っている。いずれの特性も年次変動の少ない系統を選抜している。

なお、生産力検定試験では、品種登録に必要な特性項目の調査も行なっている。

いずれにしても、成分に関わる特性が最も重要な特性で、収量に関わる特性はつぎに重要な特性であると著者らは考えている。そのような品種が、落合²³⁾がいう信頼できる品種に相当するものと考えている。成分に関わる特性が信頼できるもので、その品種を用いて単位面積当たりの収量を増やす栽培法あるいは面積を増やして収量を増やす栽培法のいずれでもよく、両者ともが安定した栽培法であり、そのことが安定した原料供給となる。両者の栽培法を落合は多量栽培法と称したものと著者らは考える。

なお、子根重型あるいは子根数型のいずれがよいかは今後の研究で明らかにしたいが、イネでは草型指数が25以上を穂重型、20~25未満を偏穂重型、15~20未満を偏穂数型及び15未満以下を穂数型に分けている場合があって、この草型指数は、 $\text{指数} = (\text{平均1穂重} / \text{1株穂数}) \times 100$ としている。この「偏」も考慮した選抜法を確立したい。

謝 辞

材料導入、交配及び特性調査などは岡田浩明博士をはじめ、当所に勤務した多くの研究員の業績であり感謝致します。

引用文献

- 1) 川口數美, 石崎昌洋, 薬用植物研究, 33(2), 14-20, (2011)
- 2) 川口數美, 石崎昌洋, 薬用植物研究, 33(2), 27-31, (2011)
- 3) 川口數美, 石崎昌洋, 薬用植物研究, 34(1), 4-14, (2012)
- 4) 川口數美, 石崎昌洋, 薬用植物研究, 34(1), 15-23, (2012)
- 5) 川口數美, 石崎昌洋, 薬用植物研究, 35(1), 32-47, (2013)
- 6) 藤田早苗之助, 薬用植物栽培全科, 農文協東京, 157-162, (1972)
- 7) 堀越 司, 附子の研究第二篇, 三和生薬株式会社, 宇都宮, 75-80, (1981)
- 8) 李 彬之ら(菅沼 伸ら訳), 附子の研究第二篇, 三和生薬株式会社, 宇都宮, 211-224, (1981)
- 9) 村山慶吉, 附子の研究 第二篇, 三和生薬株式会社, 宇都宮, 71-74, (1981)
- 10) 日本特殊農産物協会, 昭和60年度 種苗特性分類調査報告書種類名 とりかぶと 昭和61年3月 (1986)
- 11) 日本公定書協会, 第15改正日本薬局方解説書 生薬総則, 広川書店, 東京, (2006)
- 12) 岡田浩明, 川口數美, 生薬学雑誌, 58(2) 49-54, (2004)
- 13) 新城明久, 生物統計学入門, 朝倉書店, 東京, 27, (1986)
- 14) 野中舜二 他9名, 栃木農試研報, 21, 45-60, (1976)
- 15) 瀬古秀文 他20名, 栃木農試研報, 32,

- 43-64, (1986)
- 16) 石村貞夫, 統計解析のはなし, 東京図書, 東京, 53, (1991)
- 17) 蔵之内利和 他5名, 日作紀, 79, 491-498, (2010)
- 18) 五月女敏規 栃木県農業試験場 ビール麦育種試験成績書 2007-2011年成績より算出 (私信)
- 19) Kawasaki R, Motoya W, Atsumi T, Mouri C, Kakiuchi N, Mikage M, J Nat Med. 65(1), 111-115 (2011)
- 20) 御影雅幸, 松山和寛, 河崎亮一, 垣内信子, 薬用植物研究, 33(1), 1-6, (2011)
- 21) 松尾孝嶺編, 稲の形態と機能, 農業技術協会, 東京, 223, (1968)
- 22) 川口數美, 石崎昌洋, 薬用植物研究 35(2), 16-27, (2013)
- 23) 落合英二, 附子の研究 文献篇, (株)出版科学総合研究所, 78-88, (1979)

●川口 數美 (かわぐち・かずみ) ●

1932年 神奈川県小田原市生まれ
 1958年 東北大学大学院農学研究科修士課程修了
 1959年 農林省二条オオムギ育種栃木試験地勤務
 1964年 農林省ビールムギ育種栃木試験地
 1976年 農林省農事試験場 麦類育種法研究室
 農学博士
 1988年 富山県農業技術センター
 1990年 農林水産省 農業生物資源研究所
 遺伝資源調整官 (遺伝資源センター)
 1992年 三和生薬株式会社 薬用植物 医薬品開発研究所

●石崎 昌洋 (いしざき・まさひろ) ●

1972年 栃木県宇都宮市生まれ
 1997年 宇都宮大学大学院農学研究科修士課程修了
 三和生薬株式会社 薬用植物・医薬品開発研究所

シュロソウ可食部の成分について

Chemical Constituents of Edible Part of *Veratrum maackii* var. *japonicum*

姉帯正樹・佐藤正幸

北海道立衛生研究所

〒060-0819 札幌市北区北19条西12丁目

Masaki Anetai and Masayuki Sato
Hokkaido Institute of Public Health
Kita-19, Nishi-12, Kita-ku, Sapporo 060-0819 Japan

2014年3月10日受付

はじめに

前報では、一般的には毒草とされるアオヤギソウ *Veratrum maackii* var. *parviflorum* 及びシュロソウ *V. maackii* var. *japonicum* (ユリ科, APG分類系ではシュロソウ科) の伝統的食文化を取り上げた。即ち、それらの白い茎の根元がアイヌ民族に“ヌベ”と称され北海道日高管内のごく一部の地域で、また、秋田県男鹿半島では両種が“エジョロ”と称されており、同じくそれらの根元が現在でも食べられていることを報告した。^{1,2)}

その後、青森県北津軽郡小泊村（現 中泊町）においても、昭和30年代までエジョロが食膳に上がっていたことが判明した。³⁾ 更に、

一昨年9月中旬に開催された全国菅江真澄研究集会男鹿大会には200人が集い、宿の雄山閣でエジョロが食された。^{4,5)} その際に撮影されたエジョロの食用部分と“エジョロ飯”を写真1及び2に示す。

古くからアオヤギソウ及びシュロソウは jervine (以下 Jer), veratrine, protoveratrine などのペラトラムアルカロイドを含有することが知られている。^{6,7)} 最近では、シュロソウ地上部のメタノール抽出エキスより、ステロイドアルカロイドである veramadine A, B, neogermine, 3-veratroylgermine, 3-veratroylzygadenine, 3-angeloylzygadenine, veramarine が得られている。⁸⁾



写真1 エジョロの食用部分 (小笹鉄文氏提供)



写真2 エジョロ飯 (小笹鉄文氏提供)

同属のバイケイソウ *V. grandiflorum* には Jer, veratramine, protoveratrine, rubijervine, 11-deoxojervine (以下11-DJ, cyclopamine), zygazine などが知られている。⁹⁾ なお, Jer 及びコバイケイソウ *V. stamineum* に多く含有される11-DJ は家畜に対して催奇形性作用を有することが報告されている。^{10,11)} 最近, その作用メカニズムが解明され, 細胞の発生分化の過程を阻害することが明らかになった。¹²⁾

そこで今回は, 標準品が入手できた3種類のアルカロイド Jer, 11-DJ 及び protoveratrine A (以下ProA) についてヌベ及びエジョロ可食部中の含量を調べ, 食品としての安全性等を考察することにした。更に, 糖及びデンプンについても検討を加えた。

実験方法

1. 材料

1) 北海道日高管内平取町二風谷産シュロソウ

1996年6月28日, 本田優子氏が看看川の沢にて採取した可食部(ヌベ, 4~8cm)を入手し, その一部を50℃の温風で24時間乾燥した(試料A, 14.17→4.07g, 写真3)。

同時に入手した根付可食部を当所薬用植物園に植栽し, 数年後, 花色などからシュロソウと同定した。¹⁾

2013年8月9日, 当所薬用植物園より花茎



写真3 平取町産ヌベ乾燥品 (1996年6月29日)

を上げない若い8株を掘上げ, 水洗後, デンプン採取用試料とした。更に, 組織切片作成用として9月13日に数株を掘上げた。

2) 秋田県男鹿市北浦一ノ目潟産シュロソウ

2011年8月1日, 山本次夫氏が一ノ目潟周辺にて採取した全草(現地名エジョロ)約10株を入手した。2株を水洗後, -18℃の冷凍庫に保存し, アルカロイド定量用試料とした(B及びC)。別に1株を写真4のように葉1枚毎に解体後, 50℃の温風で24時間乾燥し, 根元の部分を糖定量用試料とした(D1~6。乾燥歩留33~38%)。

残りの株を当所薬用植物園に植栽し, 翌年, 花色などからシュロソウと同定した(写真5)。

3) 軟白ネギ

北海道産軟白ネギ市販品の根元の白い部分3.3cmを縦に二分割後, 50℃の温風で24時間乾燥した(E, 3.65→0.32g)。別に緑色の葉の部分11.5cmを五等分後, 根元と一緒に乾燥した(F, 3.28→0.23g)。根元乾燥品は柔らかいうえに軽く, 硬くて重量感のあるシュロソウ根元乾燥品と様相を全く異にした。

2. アルカロイド定量

1) 試験溶液の調製

バイケイソウ中の Jer 及び 11-DJ を定量した既報⁹⁾に準じて, 以下のように行った。



写真4 一ノ目潟産部位別シュロソウ (2011年8月1日)

試料A：乾燥品2本（2.10g，生7.32gに相当）を金槌で叩いて粗く砕き，水10mLを加え1時間膨潤後，メタノール30mLを加え，ホモジナイズ抽出した．吸引ろ過後，ろ液にメタノールを加えて50mLとした．その溶液の20mLを取り，水30mLを加えてからOasis HLB Plus カートリッジ（225mg，Waters社製）に導入した．流出液を捨て，メタノール／水（2：3）10mLで洗浄後，メタノール／水（4：1）20mLで溶出し，溶出液を試験溶液Aとした．

試料B及びC：冷凍保存品をカッターで写真6のように部位別（地上部，可食部，根元を包む黒い繊維及び根）に分けた．可食部は現地で食されている長さと同じく，根元から約3cmの長さとした.¹³⁾ 繊維は分析対象とはしなかった．地上部，可食部及び根各々（3.8～13.7g）をハサミで細切後，メタノール30mL中でホモジナイズ抽出した．以下，上記の試料Aと同様に処理し，試験溶液B 1～3及びC 1～3を得た．

2) LC-MSの条件

既報⁹⁾と同じ以下の条件を用いた．

装置：HPLC Prominence 20Aシリーズ及びLCMS-2020（株式会社島津製作所）．カラム：Atlantis dC18（2.1×150mm+2.1×20mm，3μm，Waters社）．移動相：A液；0.1%ギ酸，B液；0.1%ギ酸含有アセトニトリル，グラジエント 0～5分（B：10%），5～35分（B：10→100%），35～40分（B：100%）．流速：0.2mL/min．カラム温度：40℃．注入量：1μL．検出方法：ESIポジティブモード（SIM法）．モニターマスイオン（m/z）：Jer；426（確認），467（定量），11-DJ；412（定量），453（確認），ProA；794（確認）．

3) 標準品

Jer及び11-DJは既報⁹⁾の結晶を用いた．ProAはSigma社製の結晶を用いた．

3. 糖定量

1) 試験溶液の調製

試料A：乾燥品1本（0.48g，3.8cm）をハサミで細切した．

試料D：最も外側の部分をD1（0.62g），以下D2（0.68g），D3（0.58g），D4（0.54g），D5（写真4に示した芯の外側から剥ぎ取っ



写真5 男鹿市北浦一ノ目湧産シュロソウ
（当所薬用植物園移植株，2012年7月5日）



写真6 一ノ目湧産部位別シュロソウ
（2011年8月1日）

た1枚, 0.44g), 芯の部分をD6 (0.33g) とし, 各々をハサミで細切した.

試料E及びF: 乾燥品全部を別々にハサミで細切した.

各々にエタノール/水 (1:1) 7 mLを加え, 時々かき混ぜた後, 1夜室温に放置した. ろ過後, 10 mLになるまで同液で洗浄し, 試験溶液A, D1~6, E及びFとした.

2) HPLCの条件

既報¹⁴⁾と同じ以下の条件を用いた.

装置: 日立L-6200型高速液体クロマトグラフ, カラム: Asahipak NH2P-50 4E (4.6φ × 250mm), 移動相: アセトニトリル/水 (3:1), 流速: 1.0 mL/min, カラム温度: 40°C, 検出器: 示差屈折計 (エルマー社, ERC-7522), 注入量: 10 µL.

4. デンプン採取と酸処理

根を除き, 白い根元約3.5 cmのみを水100 mLと共に磨砕した (8本の合計32.4g, 日本精機AM-7 エースホモジナイザー中, 1000rpmで2分間). 22メッシュの篩上に注ぎ, 水約1 Lで良く洗い, 白濁液を冷蔵室中に4日間放置した. その沈殿部を更に100, 200及び325メッシュの篩を通した後, 水道水による傾瀉を繰り返して精製した.¹⁵⁾ 最後に底に溜まった無色のデンプンをかき集め, ろ紙上で風乾した (5.4g).

少量のデンプンに0.2 M塩酸50 mLを加え, 16時間室温に放置した. 重曹で中和後, 蒸留水添加と傾瀉を繰り返してから風乾した.

5. 光学顕微鏡での観察

常法に従い切片を作成した. サフラニン・ファストグリーン二重染色法により組織を染色後, 永久プレパラートを作成し, 光学顕微鏡下で観察した.

実験結果

1. アルカロイド

添加回収率はJerで82%, 11-DJで86%, ProAで83%であり, それぞれ良好な結果が得られた. Jer, 11-DJ及びProAの定量結果を表1に示す.

平取産シュロソウの可食部 (ヌベ, A) にはJer及び11-DJがそれぞれ0.028及び0.027 µg/g (共に生重量換算値) 検出されたが, ProAは検出されなかった. 男鹿産シュロソウBの可食部にはJerが1.22 µg/g検出されたが, 11-DJは痕跡量であり, ProAは検出されなかった. Cの可食部にはJerが0.048 µg/g検出されたが, 11-DJ, ProAは検出されなかった.

一方, 男鹿産シュロソウB及びCの地上部にこれらの3成分はほとんど含有されず, 根にはJer及び11-DJがそれぞれ約3及び0.1 µg/g検出されたが, ProAは検出されなかった.

2. 糖

糖の定量結果を表2に示す. 平取産シュロソウの可食部 (ヌベ, A) には果糖, ブドウ糖及びショ糖が各々1.2, 0.5及び1.2%含まれていた.

一方, 男鹿産シュロソウ可食部Dにはショ糖が最も多く含まれ, 芯から外皮に向かって漸減した. 二番目に多く含まれていたブドウ糖は, ショ糖とは逆に芯から外皮に向かって徐々に増加した. 最も少ない果糖含量は外皮が最高値を示した.

比較のために分析したネギ *Allium fistulosum* (ユリ科, APG分類系ではネギ科, ヒガンバナ科) の白い根元にはショ糖が13.8%含まれ, 他の2糖も10%近い値を示した. 緑葉は果糖とブドウ糖を各々11%含有していたが, ショ糖は2.8%しか検出されず, 部位によってショ糖含量に大きな差が認められた.

表1 シュロソウ中のアルカロイド含量

No.	産地	試料	部位等	採取量	定 量 値 (μg/g)		
					Jer	11-DJ	ProA
1	平取	A	可食部 (ヌベ)	2.10g (7.32g*)	0.099 (0.028)	0.093 (0.027)	ND
2	男鹿	B-1	地上部	6.75g	ND	ND	ND
3		B-2	可食部	4.81g	1.22	tr	ND
4		B-3	根	3.82g	2.82	0.075	ND
5	男鹿	C-1	地上部	13.66g	0.004	ND	ND
6		C-2	可食部	8.36g	0.048	ND	ND
7		C-3	根	11.84g	3.14	0.149	ND

Jer : jervine 11-DJ : 11-deoxojervine ProA : protoveratrine A

* : 生換算量 ND : 検出せず tr : <0.001μg/g

3. デンプン

ヌベ及びエジョロ可食部にメタノールを加えてホモジナイズしたところ、溶液は共に白濁した。エジョロの他の部位の溶液は透明であった。これらのことから、可食部はデンプンに富むことが推察された。実際、ヌベ乾燥品はデンプンが糊化したかのごとく非常に硬く、エジョロの根元乾燥品は繊維に白くて硬い塊がこびり付いており、ハサミを入れると砕け飛び散った。

シュロソウの生根元からは、ヨウ素溶液添加で純青色を呈するデンプンが16.7%の高収率で得られた。この数字はカタクリ（ユリ科）鱗茎のデンプン含有率約20%には及ばないが、平均15%（多い時で20%超）とされるクズ（マメ科）塊根に匹敵し、11~15%とされるワラビ（イノモトソウ科）根茎を上回った。¹⁵⁾

写真7に走査電子顕微鏡像を示す。形状はサツマイモデンプンに似ており、一部には窪みが認められた。やや小型で、粒径は最大でも10μm程度であった。

表2 シュロソウ可食部中の糖含量

試 料	部 位 等	糖 (%)		
		Fru	Glc	Suc
ヌベ	A	1.22	0.51	1.19
エジョロ	外皮 D-1	0.54	1.32	2.38
	D-2	0.31	0.92	2.48
	D-3	0.22	0.57	2.49
	D-4	0.22	0.50	2.50
	D-5	0.20	0.48	2.66
	芯 D-6	0.38	tr	2.81
ネギ	根元 E	9.08	9.86	13.77
	緑葉 F	11.08	11.06	2.77

Fru : 果糖 Glc : ブドウ糖 Suc : ショ糖
tr : <0.01%

デンプン粒には長さ0.1mm程度の中央部がやや太い針状結晶が多数混在していた。そこでデンプンを酸で処理したところ、写真8に示すように針状結晶は消失した。このことから、本結晶をシュウ酸カルシウムと同定した。

写真9及び10に組織切片の光学顕微鏡像を示す。試料採取時期が9月中旬と遅かったため、根元組織の中心部には越冬芽が既に形成

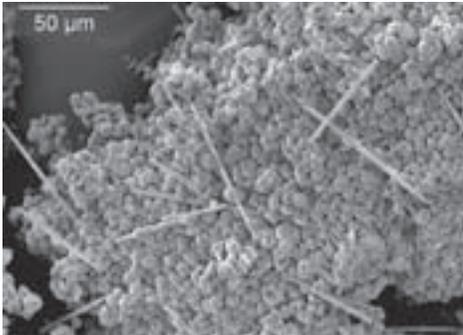


写真7 シュロソウの新鮮な根元より得られたデンブンの走査電子顕微鏡写真 (伊東拓也氏撮影)

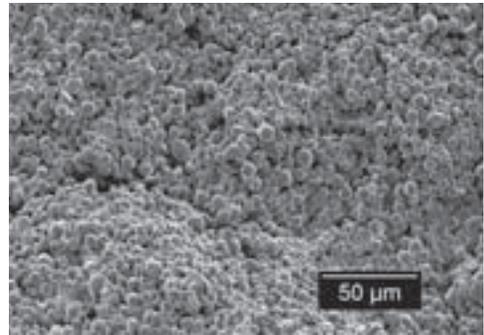


写真8 酸処理したデンブンの走査電子顕微鏡写真 (伊東拓也氏撮影)

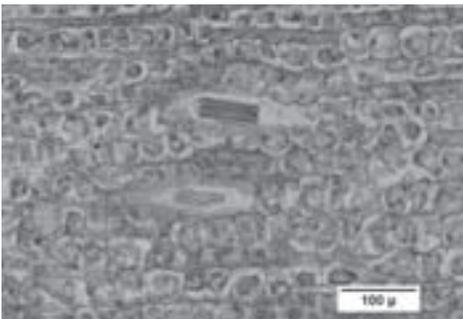


写真9 シュロソウ貯蔵組織切片の光学顕微鏡写真 (伊東拓也氏撮影)

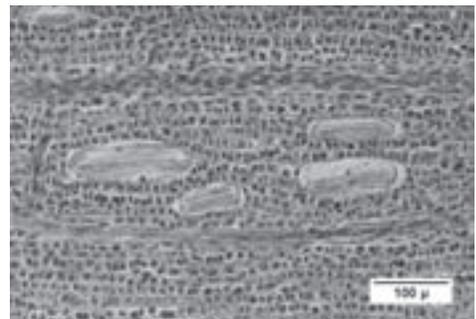


写真10 シュロソウ越冬芽組織切片の光学顕微鏡写真 (伊東拓也氏撮影)

されていた。デンブンは葉の基部が貯蔵組織に変化した部分に偏在していた (写真9)。一方、針状結晶を内包するアンブル細胞は主に越冬芽に偏在していた (写真10) が、貯蔵組織にも散見された (写真9)。なお、貯蔵組織中の結晶の長さは0.1mm以下であったが、越冬芽中には0.1mmを超えるものも認められた。

考 察

有毒アルカロイドを含有する *Veratrum* 属植物は古くから有毒植物に分類され、現代の山菜書でも毒草として扱われている。最近では、バイケイソウによる食中毒件数は毒草中毒の中で第一位を占めており¹⁶⁾、誤食すると痙攣、麻痺、流涎、嘔吐、下痢、呼吸困難等により死に至ることもあるという。その一方で、

「シュロサウ根にはプロトベラトリン及びエルヴィンを含むが毒性は弱いとされてゐる」という文献も見受けられる。⁷⁾ 実際、LD50 (雄マウス皮下注射) は Jer で29mg/kg, ProA で0.29mg/kgとされており、古くから言われているように Jer の毒性は極めて弱い。¹⁷⁾

今回の分析では、毒性の強い ProA がいずれの部位からも検出されなかった。地域によっては生育環境の違いあるいは遺伝的に ProA を含有しない株が存在するのではなかろうか？ シュロソウは元々毒性が弱いとされる上に ProA を含まないのなら、デンブンを多く含む根元を食するのは理解でき、また、救荒植物としても重要であったことが推察される。

しかし、北カリフォルニアに広く分布する *V. californium* を妊娠14日目の羊が食べた場合、

生まれた子羊はサイクロパミンと呼ばれる一つ目の奇形を呈することが古くから知られていた。1960年代後半、この原因物質として11-DJが単離され、その後、Jerも弱いながら催奇形性作用を有することが明らかにされている。^{10,11)} これらの報告を元に、筆者Aはこれまで「妊娠の可能性のある若い女性は食べないように」と注意を促してきた。¹⁾ 今回、平取産ヌペにはJerと11-DJが微量存在することが明らかになった。これらの化合物のヒトに対する催奇形性作用は明らかでないが、最初に述べたように細胞の発生分化の過程を阻害する作用を有することから判断して、今後とも十分に注意する必要がある。一方、男鹿産の可食部には11-DJがほとんどあるいは全く検出されなかったため、大量に食べない限り問題はないと考えられる。

また今回、シュウ酸カルシウム針状結晶の存在も明らかになった。これまで筆者らの知る限り、*Veratrum* 属植物に本結晶が存在するという報告は見当たらない。ザゼンソウ、クワズイモ、コウライテンナンショウ（共にサトイモ科）など本結晶を含有する植物を誤食すると、口腔粘膜組織等に物理的損傷をもたらす激しい炎症を起こす。一部の地域で食されているヒメザゼンソウも、皮膚の弱い人は口腔に痛み、違和感などを生じる。¹⁸⁾

しかし、男鹿大会では多くの方がエジョロ飯を食したが、違和感は全くなく、食後に何ら問題はなかったという。¹⁹⁾ 食用に供する株の採取は5月後半から6月初旬（生のまま冷凍保存して通年提供）²⁰⁾ であって、越冬芽が形成される前と考えられる。可食部である貯蔵組織中のシュウ酸カルシウム針状結晶はごく微量であり、食しても口腔内に異常が認められなかったと推察する。なお、同結晶は植物が動物の摂食を防ぐための防御物質として蓄え

ると考えられている。

前報¹⁾では「シュロソウはネギと形態が類似しており、根元の白い部分は糖質が多く有毒成分が少ないのであろう」と推察したが、ネギの軟白部とシュロソウ可食部の糖含量を比較すると、後者は約10分の1の含量にすぎなかった。一方、ネギと異なりシュロソウ可食部はデンプンを多く含み、乾燥品は硬くて重量感があり、その乾燥歩留はネギの4倍以上の値を示すことが明らかになった。なお、「必ず熱を通してから食べる」という伝承²¹⁾は、このデンプンの α 化を目的としていたと推察できる。

以上のように、一部の地域において伝統的に食されてきたシュロソウの白い根元について、限られた成分ではあるが初めて化学的に評価することができた。今後は更に多くのアルカロイドの分析、非食地域に自生するアオヤギソウ、シュロソウとの成分比較、移植後の成分変化等が課題となろう。本件に興味ある方のご協力が得られれば幸いである。

稿を終えるに当たり、分析試料・資料・写真の提供、電子顕微鏡写真撮影等で以下の方々にお世話になりました。記してお礼申し上げます。

元湯雄山閣社長山本次夫氏（男鹿市）、菅江真澄研究会副会長小笹鉄文氏（秋田市）、（財）アイヌ民族博物館特別学芸員本田優子氏（現札幌大学文化学部教授）及び北海道立衛生研究所感染症部医動物グループ主査（衛生昆虫）伊東拓也氏。

引用文献及び註

- 1) 姉帯正樹：薬用植物研究, 33(1), 15 (2011).
- 2) アイヌ語ヌベは食用部位のみの名称であり,
秋田方言エジョロは植物全体を示す名称である.
- 3) 桜井冬樹：菅江真澄研究, 42, 8 (2000).
- 4) 男鹿市菅江真澄研究会：全国菅江真澄研究集会
男鹿大会資料, 30 (2012).
- 5) 小笹鉄文：2012年9月25日付姉帯宛私信.
- 6) 久里聰雄：食用野草, 鳳文書林, 1948, p.116.
- 7) 宮本三七郎, 大川徳太郎：家畜有毒植物学,
克誠堂書店, 1942, p.539.
- 8) N. Tanaka, S. Sudo, J. Kobayashi : Chem. Pharm.
Bull., 59(7), 909 (2011).
- 9) 佐藤正幸, 姉帯正樹：道衛研所報, 62, 49
(2012).
- 10) R.F. Keeler, W. Binns : Teratology, 1, 5 (1968).
- 11) R.F. Keeler : Lipids, 13(10), 708 (1978).
- 12) P. Heretsch, L. Tzagkaroulaki, A. Giannis :
Angew. Chem. Int. Ed., 49, 3418 (2010).
- 13) 山本次夫：2011年8月1日付姉帯宛私信.
- 14) 姉帯正樹, 青柳光敏, 林 隆章, 畠山好雄：
道衛研所報, 50, 6 (2000).
- 15) 藤本滋生：澱粉と植物 <各種植物澱粉の比較>,
葦書房, 1994.
- 16) 登田美桜, 畝山智香子, 豊福 肇, 森川 馨：
食衛試, 53(2), 105 (2012).
- 17) The Merck Index 14th Edition, Merck & Co., Inc.,
2006, pp.910,1358.
- 18) 姉帯正樹, 高谷芳明, 安田成衣子, 土井雅津
代, 村木美幸, 本田優子：アイヌ民族博物館
研究報告, 8, 57 (2004).
- 19) 小笹鉄文：2013年9月17日付姉帯宛私信.
- 20) 山本次夫：2010年12月9日付姉帯宛私信.
- 21) 秋田県立博物館編：菅江真澄と秋田の風土,
秋田県立文化財保護協会, 1975, p.26.

●姉帯 正樹 (あねたい・まさき) ●

1949年 北海道後志管内喜茂別町生まれ
1977年 北海道大学大学院理学研究科化学専攻
博士課程修了 理学博士
1978年 アルバータ大学化学科博士研究員
1980年 日本学術振興会奨励研究員
1982年 北海道立衛生研究所
2010年 定年退職, 再任用
2012年 北海道大学大学院先端生命科学研究院
次世代ポストゲノム研究センター (兼務)

●佐藤 正幸 (さとう・まさゆき) ●

1961年 北海道札幌市生まれ
1986年 北海道大学大学院薬学研究科博士課程中退
北海道立衛生研究所

ユリの新発芽法「種子カット法」の開発

The “Seed-cutting method”: A novel aseptic method for inducing germination in *Lilium* species

小山田智彰・山内貴義・鞍懸重和

岩手県環境保健研究センター

〒020-0857 岩手県盛岡市北飯岡1-11-16

Tomoaki Oyamada, Kiyoshi Yamauchi and Shigekazu Kurakake

Research Institute for Environmental Sciences and Public Health of Iwate Prefecture, Department of

Earth Science, 1-11-16 Kitaiioka, Morioka, Iwate 020-0857 Japan

2014年2月10日受付

要 旨

本研究では岩手県に自生しているヤマユリを材料に、新しい発芽法である「種子カット法」の開発を行った。従来までの様々な発芽法と種子カット法の発芽試験を行った。主にユリ生産者が行っている「温度処理法」の発芽は75日を要したのに対し、「種子カット法」では6日で発芽し、発芽率は最も高かった。発芽時の生育形態は、地上発芽の形態を示し、本葉の出芽が確認された。世界に分布する野生ユリ18種に「種子カット法」を試した結果、供試全種について発芽および同じ生育形態が確認された。我々が開発した「種子カット法」によって、ユリ科植物の発芽期間を大幅に早めることが可能となった。

キーワード：ヤマユリ, 種子カット法, 温度処理法, 地上発芽, 本葉

Abstract

The present study describes a novel method for aseptically germinating *Lilium* species that grow wild in Iwate Prefecture, Japan. We compared seed germination characteristics in *Lilium auratum* using conventional horticulture germination techniques and a novel seed-cutting method. A total of 75 days was required to germinate the seeds using the conventional warm-and-cold storage technique that is most widely used by lily producers. However, using the seed-cutting method, germination only took six days and the rate of germination was higher than that observed with other methods. The growth form produced after germination by the seed-cutting method was typical of epigeal germination, and was characterized by the emergence of a true leaf. Germination and common growth forms were observed in all seeds from 18 global species of wild lily species

examined when the seed-cutting method was applied. Using this seed-cutting method will markedly decrease the period required to germinate members of the genus *Lilium*.

Key Words: epigeal, hot and cool method, *Lilium auratum*, seed-cutting method, true leaf

ヤマユリ (*Lilium auratum*¹⁾) 図1は、地下に鱗茎状の球根(以下、球根)を有し、これをほぐして水洗後、天日乾燥したものを百合と称し、生薬として用いる。薬効は、清肺、養脾、止咳、清心安神の効果があるとして消炎、鎮咳、利尿、鎮静薬にする。日本に自生するユリでは、ヤマユリ、ササユリ、オニユリが用いられる^{2,3,4,5)}。

ユリの増殖には、リン片、分球、木子、珠芽を材料にした方法が行われており、組織培養では、リン片培養が一般的である。しかし、これらの増殖は親株の一部を使用するため、親株の持つ病気を全て受け継ぐというリスクを伴う。特にヤマユリはウイルス病などの病気に弱い種であることから、増殖や栽培が難しいとされている²⁾。

ヤマユリの種子を利用した発芽法としては、ユリ生産者に普及している「温度処理法」と植物組織培養技術である「胚培養法」がある。前者は簡便な方法として取り入れられているが、実際には3段階の温度設定が必要であり、温度設定や種子の殺菌に失敗すると発芽しないという課題がある。後者は「温度処理法」と比較して発芽期間を短縮することができ、ユリ交雑種の未熟胚を発芽させる技術としても用いられているが、ヤマユリの場合は胚の摘出が難しいこと、また胚の殺菌処理の加減が難しいことなどの問題が発生することが確認されている⁶⁾。小山田はこの対策としてスカシユリ (*L. maculatum*) を材料に「胚培養」を改良した「胚乳カット法」を考案しており、この手法によって生産したヤマユリの培養苗が紹介されている⁷⁾。この手法は、殺菌した種子を材料にして胚周囲部位を残すようにメスまたはハサミを用いて胚乳部位を切り除き、胚周囲部位を培地に置床し発芽さ



図1 開花したヤマユリ

せるものである。この手法によって高い発芽率が維持できたが、胚乳を切り取る作業に時間を要すること、さらに発芽が安定しないこと等の改善の余地がみられる。

そこで本研究では、新たな発芽法である「種子カット法」を開発することとした。これは種子の胚外側片面をメスで切り除き、胚を含んだ種子を培地において発芽させる簡便な方法である。これを従来までの発芽法と比較して有効性と実用性を検討した。また世界に分布する野生ユリ18種の種子を用いて発芽試験を行い、その効果を確認した。

1 材料および方法

試験開始前年までに岩手県内の山野においてヤマユリの自生地(遠野市、雫石町)を確認した。その翌年7月に同地においてヤマユリの有無と開花状況を確認し、10月末から11月に種子を含んださく果33個を回収して種子形成を調査した。この調査に使用した種子を発芽試験に用いた。

1) ヤマユリさく果の形態と種子形成の関係 (試験1)

さく果を自生地から回収後、さく果の長さや径を

ノギスで計測し、電子天秤で総重量を計測した。その後、さく果から種子を全て取り出して種子数を調査し、種子に胚が含まれているものを有胚種子、胚が含まれていないものを無胚種子と位置付け、それぞれの数を調査した。

2) 種子カット法の開発 (試験2)

試験1で得られた有胚種子 (以下、種子) を材料に発芽試験を行った。まず種子はネットに入れて中性洗剤で洗い、水道水で洗浄した。そして蒸留水に24時間浸水した後、各試験に用いた。

発芽試験は、「実生発芽法²⁾」、「温度処理法⁷⁾」、「無菌播種法⁸⁾」、「胚培養法⁶⁾」、「胚乳カット法⁷⁾」、「種子カット法」の6つの方法による発芽試験区を設定し、それぞれ以下の条件で行った。

「実生発芽法」：まずパーミキュライトと人工培養土 (メトロミックス350, ハイポネックス社) を同等混合した発芽用土 (以下、用土) を作成し、これを発泡スチロール製ト口箱 (縦44cm, 横34cm, 深さ18cm) に深さ15cmまで充填した。そしてその上に種子を200粒播き、種子の上に用土を1cm被覆した。播種後は、岩手県環境保健研究センター薬草園内 (野外) にト口箱を静置した (n=200)。

「温度処理法」：保存ビン (容量: 100ml, SCHOTT社) にパーミキュライト80mlと種子50粒を混ぜ込んで充填して蓋をした。これを4ピン準備してインキュベータに移し、30℃で56日間、18℃で

21日間、5℃で42日間になるよう設定した⁷⁾ (n=200)。

無菌培養法の「無菌播種法」、「胚培養法」、「胚乳カット法」、「種子カット法」に使用する培地は、事前に3種の培地 (MS⁸⁾, H⁸⁾, H改変培地; 表1) を試験して選定した。1培養容器にリン片10個を移植し、各試験区に5容器準備した (n=50)。そして60日後の出芽率を目視により調査した。その結果、Hyponex改変培地 (以下、培地) のみ70%以上の出芽率であったことから、この培地を選定し、以後の実験に使用した (表2)。その後の各実験の培養容器には、広口ガラス製の容器 (容量: 450ml, 石塚硝子社) またはメリクロンフラスコ (容量: 300ml, 岩城硝子社) を使い、培地50mlを充填して使用した。1培養容器に20個ずつ播種し、各試験区に10容器ずつ準備した (n=200)。培養の環境条件は、照度2,000lx, 16時間日長, 設定温度20℃とした。

「無菌播種法」：種子から翼を除去した後 (図2)、これを0.3%次亜塩素酸ナトリウム溶液に15分間浸水させて、滅菌水で3回洗浄して培地に置床した (n=200)。

「胚培養法」：ヤマユリに限定した胚の摘出法を解説した方法はないため、胚のみをメスで切り出す摘出方法を実施した。この方法で摘出した胚を滅菌水で3回洗浄して培地に置床した (n=200)。

表1 発芽用培地の組成 (Hyponex 改変培地)

成分	添加量	MS5液の組成	添加量
Hyonex (6.5-6.0-19.0)	2.0 g/L	ミオイノシトール	100 mg/L
スクロース	30.0 g/L	ニコチン酸	0.5 mg/L
MS5液	2.0 mL/L	塩酸ピリドキシン	0.5 mg/L
ゲランガム	3.0 g/L	塩酸チアミン	0.1 mg/L
pH	5.7	グリシン	2.0 mg/L

表2 ヤマユリの発芽試験に用いる培地の選定

培養系	供試数	培地	出芽率の程度 ²⁾
リン片培養	50	MS培地	++
リン片培養	50	H培地	++
リン片培養	50	H改変培地	+++

²⁾ ++: 30%以上, +++: 50%以上, ++++: 70%以上

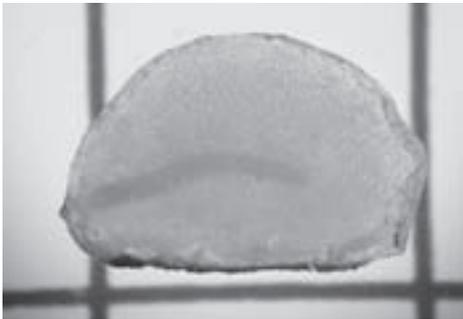


図2 翼を除去したヤマユリ種子 (マス目: 5 mm)

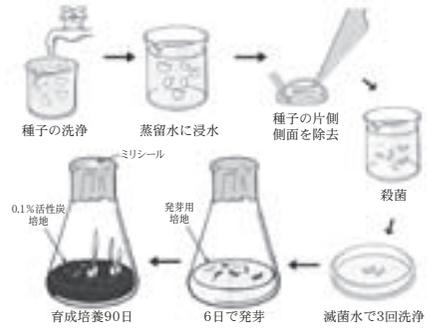


図3 種子カット法の工程

この処置とは別に、コンタミネーション(雑菌による培地の汚染)の発生を考慮して、摘出した胚を0.3%次亜塩素酸ナトリウム溶液に10秒間浸水させて滅菌水で3回洗浄して培地に置床する方法も同時に行った(n=200)。

「胚乳カット法」: 種子から翼を除去した後、クリーンベンチ内において胚の周囲をメスで除去した。これを0.3%次亜塩素酸ナトリウム溶液に15分間浸水させ、滅菌水で3回洗浄して培地に置床した(n=200)。

「種子カット法」: 種子から翼を除去した後、クリーンベンチ内において胚を残して種子の胚片側面をメスで除去した。これを0.3%次亜塩素酸ナトリウム溶液に15分間浸水させ、滅菌水で3回洗浄して培地に置床した(n=200)。図3に「種子カット法」の工程を図示した。

以上の6つの方法による発芽試験区について、発芽の有無、発芽はじめ日数と発芽揃い日数、発芽数、発芽形態、コンタミネーションの有無を肉眼観察による分類法で調査した。

3) 育成培養の検討(試験3)

「種子カット法」で発芽させたヤマユリ幼植物体の生育促進を進める方法について検討するため、試験2で使用した培地への活性炭0.1%添加の有無と、培養容器への通気を行うミリシール設置の有無の各試験区を設定した。活性炭は培養植物の生長促進作用の効果があり^{6,8)}、またミリシールに

ついても同様の効果が期待できる⁹⁾。

「種子カット法」で発芽試験を開始して30日経過した幼植物体を1培養容器に10個体移植し、各処理区に2容器を準備した(n=20)。90日間培養した後に培養容器から取り出して葉数、根数を肉眼観察によって分類する方法で調査した。草丈と最大根長をノギスで、苗全体の生重量と球根重量を電子天秤で測定した。

4) 種子カット法由来培養苗の野外栽培試験(試験4)

2011年12月19日に「種子カット法」を実施し発芽させた幼植物体を0.1%活性炭添加培地に移し、ミリシールを設置して90日間培養したものを試験4に供試した。発泡スチロール製トロ箱に深さ15cmまで用土を充填して、その3cm深に球根を植えつけて岩手県環境保健研究センター葉草園内の栽培試験地にて野外栽培した。「種子カット法」を実施から17ヵ月後の2013年5月22日に「種子カット法」の苗から14個体のみ選抜して掘り出した。掘り出すことによる侵襲によって枯死する可能性もあることから、用いるサンプル数は14個体のみとした。2011年12月16日に「実生発芽法」を実施し、発芽させた実生苗をランダムに20個体を選抜して掘り出した。発芽法の違いによる苗の成長を比較するため、いずれも発芽試験開始から17ヵ月経過した2013年5月22日に、「種子カット法」と「実生発芽法」の苗の葉数、根数を肉眼観察によ

る分類する方法で調査して、草丈と最大根長を定規で、球根径と球根長をノギスで測定した。

5) 「種子カット法」による 野生ユリ18種の発芽試験 (試験5)

世界に分布する野生ユリ18種の種子を入手し、「種子カット法」を用いて発芽試験を行った。種子は東京山草会を中心に行っている種子交換会から2012年に入手できた日本産のユリ7種と、外国産のユリ5種、そして2013年に入手できた日本産のユリ1種と、外国産のユリ5種を供試した。発芽の有無を肉眼観察で確認し、発芽率を50%未満、50%以上、80%以上の3区分に分けて評価した。発芽した苗は、培養30日後に(試験3)で確認した育成培養に移行させて苗の生育を進めた。

6) 統計処理

すべての統計解析はR ver. 2.14.0 (R Development Core Team, 2012)を使用した。

2 結果および考察

1) ヤマユリさく果の形態と種子形成の関係

(試験1)

さく果の形態調査を行った結果、長さは 59.0 ± 2.1 mm、径は 26.8 ± 0.7 mm、重量は 6.5 ± 0.7 gであった(平均±標準誤差)。種子数は1さく果あたり 490.0 ± 25.1 個となり、有胚種子の形成率は69.0%であった。さく果の形態と種子数およびさく果の形態と有胚種子の形成率の関係を調査した結果、長さ、径および重量と種子数に正の相関が認められた。また、長さ、径および重量と有胚種子の形成率においても正の相関が認められた(図4, 5)。このことから、より長く、より太いさく果を選択することによって苗生産を行う種子を計画的に確保できるようになると考えられる。

2) 種子カット法の開発 (試験2)

表3に本研究で実施した発芽試験の結果を示した。発芽率は、「種子カット法」が他のどの方法よりも有意に高かった。「胚培養法」は、摘出した胚

サヤと種子量の関係

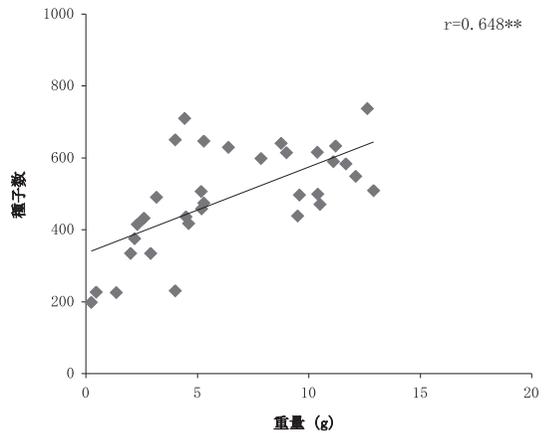
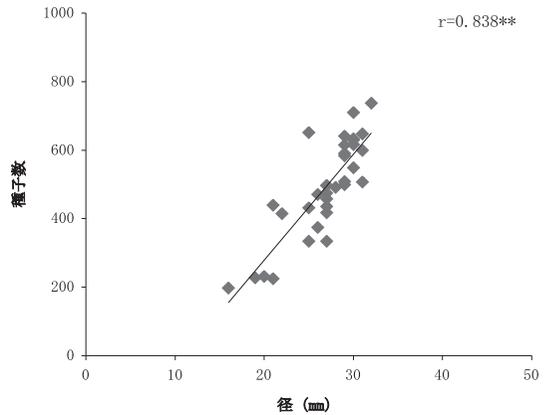
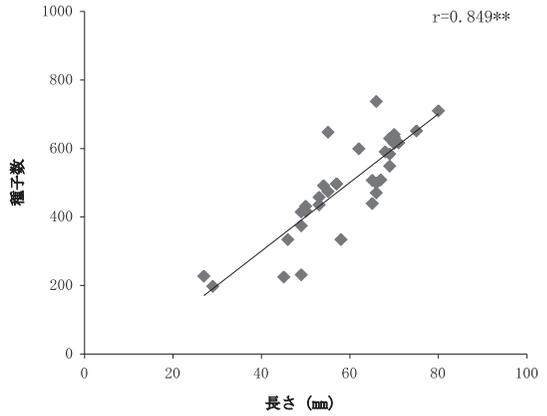


図4 さく果の長さ、径、重量と種子量の関係
**はピアソンの相関係数検定によって1%水準で有意差があることを示す。

を殺菌剤に浸けない試験では全てに培地汚染が発生し、殺菌剤に浸けた試験では、発芽が見られなかったことから、ヤマユリの苗生産には適さないと推察された。発芽はじめ日数は、「胚乳カット法」と「種子カット法」が他の方法より早く発芽が確認された。発芽揃い日数は、「種子カット法」の発芽揃い日数が最も早かった。「温度処理法」は容器の中で地下発芽するため、正確な日数を目視確認できなかった。

発芽時の生育形態を調査した結果、「温度処理法」と「無菌播種法」が地下発芽、「実生発芽法」と「胚乳カット法」、「種子カット法」が地上発芽を示した(図6)。「温度処理法」と「無菌播種法」の地下発芽はいずれも子葉が出芽した。「実生発芽法」、「胚乳カット法」、「種子カット法」の地上発芽はいずれも本葉が出芽した。ただし、「実生発芽法」は地上発芽が観察される前に地下発芽が起きているため、「胚乳カット法」と「種子カット法」の発芽とは異なる^{2,7)}。手法の違いによって発芽形態に違いが出た原因は、「温度処理法」と「無菌播種法」は胚が種子内部に一定期間とどまってから発芽する手法に対し、「胚乳カット法」と「種子カット法」は短期間のうちに種子のカット部から胚が培地に露出して培地上に発芽するためであると考えられる。ヤマユリはもともと地下発芽する植物でありその発芽期間は遅発芽の発芽習性であることが知られており⁷⁾、これは胚乳内にある有機酸が発芽抑制作用をするためだといわれている²⁾。「胚

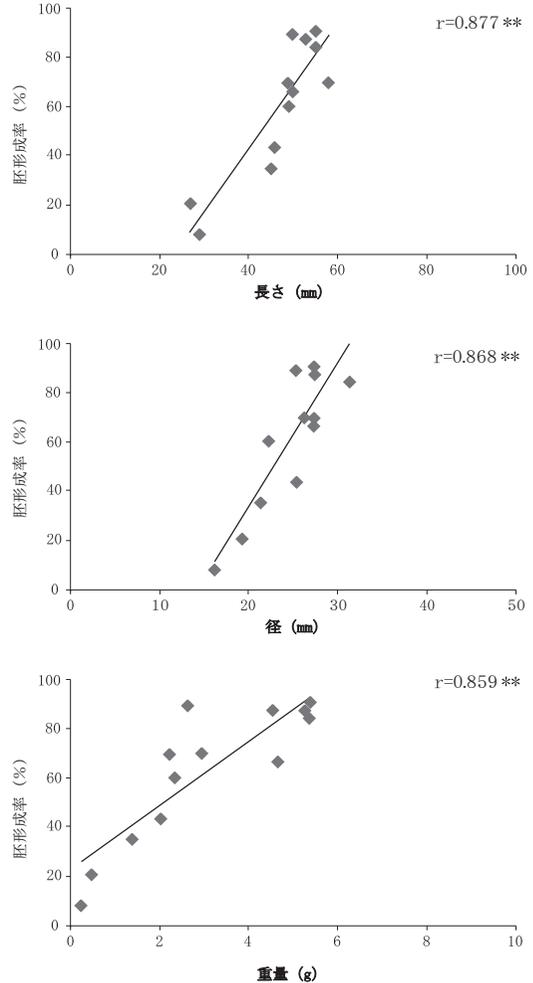


図5 さく果の長さ、径、重量と胚形成率の関係
 **はピアソンの相関係数検定によって1%水準で有意差があることを示す。また統計処理はアークサイン変換後の数値を用いて行った。

表3 6つの方法による発芽試験結果

発芽方法	供試数	発芽率 (%)	発芽はじめ日数	発芽揃い日数	発芽形態
実生発芽法	200	70.5 b ²⁾	414	442	地上発芽
温度処理法	200	63.5 b	75	—	地下発芽
無菌播種法	200	34.5 c	13	16	地下発芽
胚培養法 (殺菌無し)	200	— ³⁾	—	—	—
胚培養法 (殺菌有り)	200	0.0 d	—	—	—
胚乳カット法	200	60.5 b	5	16	地上発芽
種子カット法	200	82.0 a	6	14	地上発芽

²⁾ 異なるアルファベット間はHolmの多重比較によって5%水準で有意差ありを示す。2群間の比較はFisherの正確確率検定を用いた。

³⁾ 胚培養法 (殺菌無し) 区における発芽率は、すべてのサンプルに培地汚染が発生したため計測不可であった。

乳カット法」および「種子カット法」では種子をカットすることで有機酸による発芽抑制が無くなり、さらに温度と光の環境条件と発芽に用いた培地が好適に作用して発芽を大幅に早めたものと推察される。

今回の試験に用いる培地は、リン片培養の結果を参考にHyponex改変培地とした。植物組織培養で多く使用されるMS培地と比較すると構成成分が少なく培地調整がしやすいこと、供試したユリすべてに利用できたことから、ユリの専用培地としての活用が期待できる。

ユリ類の胚培養を解説した専門書^{6,7,10)}を参考に「胚培養」を行ったが、摘出した胚を殺菌しない場合は培地汚染が発生し、胚を殺菌した場合においても発芽が全く得られなかった。また、テッポウユリ (*L. longiflorum*) とスカシユリ (*L. maculatum*) の種間雑種の作出に用いられた「子房輪切り培養法¹¹⁾」も試験的に行ったが、すべてに培地汚染が発生した。一方、「種子カット法」は「胚培養」や「子房輪切り培養法」で発生した培地汚染はなく、容易に発芽個体を得ることができた。またこの手法では、種子の胚を残すように胚片側側面をメスまたはハサミで除去するという非常に簡便な方法である。過去に小山田が開発していた「胚乳カット法⁷⁾」よりも作業時間が短くなり、発芽期

間も短縮でき、高い発芽率を安定して得られることが可能になった。

以上、発芽率、発芽に要する期間、生育形態および出芽状況から判断して、我々の開発した「種子カット法」が最もヤマユリの苗生産に効果的な手法であると考えられる。

3) 育成培養の検討 (試験3)

「種子カット法」で発芽させた幼植物体の育成培養の結果を表4に示した。活性炭の有無、およびミリシールの有無を要因とした二元配置の分散分析を実施した結果、草丈および葉数は活性炭の有無間およびミリシールの有無間において有意な差が認められなかった。根数、最大根長、生重量および球根重量は、活性炭の有無間で1および5%水準で有意な差が認められ、いずれも活性炭有りの



図6 温度処理法 (左: 地下発芽形態) と種子カット法 (右: 地上発芽形態) の比較

表4 育成培養の試験結果

活性炭	ミリシール	供試数	草丈 (mm)	葉数 (枚)	根数 (本)	最大根長 (mm)	生重量 (g)	球根重量 (g)
なし	なし	20	25.1±3.1	2.6±0.4	5.6±0.9	21.8±1.7	0.31±0.07	0.21±0.05
	あり	20	23.8±2.6	2.1±0.3	4.0±0.8	11.1±1.5	0.24±0.04	0.12±0.02
あり	なし	20	28.0±4.1	2.8±0.5	8.8±0.9	46.9±7.4	0.47±0.06	0.25±0.03
	あり	20	29.8±2.9	3.3±0.5	12.8±1.6	50.4±3.7	0.65±0.15	0.30±0.06
分散分析 ²⁾	活性炭		NS	NS	**	**	**	*
	ミリシール		NS	NS	NS	NS	NS	NS
	交互作用		NS	NS	*	NS	NS	NS

²⁾ 活性炭の有無およびミリシール有無を要因とした二元配置の分散分析によって、**は1%、*は5%水準で有意差あり、NSは有意差なしを示す。

表5 種子カット法の苗と実生発芽法の苗の生育比較

	供試数	草丈 (mm)	葉数 (枚)	根数 (本)	最大根長 (mm)	球根長 (mm)	球根径 (mm)
種子カット法の苗	14	200.1±11.4	8.2±0.7	5.9±0.4	201.3±55.3	18.4±1.0	11.7±1.0
実生発芽法の苗	20	31.6±1.1	1.0±0.0	2.9±0.2	40.7±2.5	5.4±0.2	3.5±0.1
有意性 ²⁾	—	**	**	**	*	**	**

²⁾ Welchのt検定によって、**は1%水準、*は5%水準で有意差ありを示す。

処理区で高い数値を示した。ミリシールの有無間ではいずれも有意な差は認められなかった。また根数のみ活性炭の有無間とミリシールの有無間で交互作用が認められた。活性炭有りがかつミリシール有りの試験区において草丈、葉数、根数、最大根長、生重量、球根重量の全項目において他の試験区より高い数値を示した。

0.1%活性炭は培養中の植物から排出された



図7 発芽試験開始から17ヵ月経過した実生発芽法の苗(左)と種子カット法の苗(右) (2013.5.22)

フェノール化合物や有害物質を吸着することが知られており^{6,8)}、ヤマユリの育成培養においては特に根の伸長において効果が認められたためだと考えられる。一方ミリシールの設置は統計上の有意差は認められなかったが他の試験区より高い数値を示したことから使用した方が良いと思われる。

4) 種子カット法由来培養苗の野外栽培試験 (試験4)

「種子カット法」で作出した苗と「実生発芽法」で作出した苗の野外栽培試験結果を表5に示した。

調査全項目で「種子カット法」の苗が有意に高かった。また「種子カット法」の苗は、開花株の生育に必要な生育形態を示す抽だい¹²⁾が観察された(図7)。

「種子カット法」と「実生発芽法」の苗の生育に大きな差が生じたことは、「種子カット法」は短期間で発芽が得られることで苗の育成期間が多く得られることと、培養(試験3)による生育の促進が図られたことによってこのような生育差が生じたものと考えられる。これらの結果から、「種子カット法」の顕著な発育性が証明された。

5) 「種子カット法」による野生ユリ18種の発芽試験 (試験5)

世界に分布する野生ユリ18種の種子に「種子

表6 種子カット法を用いたユリ属18種の発芽試験結果

種名・産地 ²⁾	学名	供試数	試験実施年	発芽量 ³⁾	2013年5月の試験状況
ヤマユリ(日本)	<i>L. auratum</i>	36	2012	+++	野外栽培
エゾスカシユリ(日本)	<i>L. dauricum</i>	21	2012	+	野外栽培
カノコユリ(日本・中国)	<i>L. speciosum</i>	20	2012	++	野外栽培
キカノコユリ(中国)	<i>L. henryi</i>	21	2012	++	野外栽培
コオニユリ(日本)	<i>L. leichtlinii var. maximowiczii</i>	81	2012	+++	野外栽培
テッポウユリ(奄美諸島)	<i>L. longiflorum</i>	25	2012	+	野外栽培
ヒメサユリ(日本)	<i>L. rubellum</i>	50	2012	+++	野外栽培
ヒメユリ(日本・中国)	<i>L. concolor</i>	32	2012	+	野外栽培
マクリニアエ(ミャンマー)	<i>L. mackliniae</i>	13	2012	+	野外栽培
マルタゴン(北ヨーロッパ)	<i>L. martagon</i>	7	2012	++	野外栽培
ランコンゲンセ(中国)	<i>L. lankongense</i>	39	2012	+	野外栽培
リーガル(中国)	<i>L. regale</i>	27	2012	+	野外栽培
キヤンディダム(ギリシャ)	<i>L. candidum</i>	9	2013	+	培養容器内育成
コロンビアンム(北アメリカ)	<i>L. columbianum</i>	14	2013	+	培養容器内育成
スゲユリ(日本)	<i>L. callosum</i>	64	2013	+++	培養容器内育成
ダビディ ウィルモットティアエ(中国)	<i>L. davidii var. willmottiae</i>	14	2013	++	培養容器内育成
ツシングタウエンセ(中国)	<i>L. tsingtauense</i>	20	2013	+++	培養容器内育成
ロストルニー(中国)	<i>L. rosthornii</i>	27	2013	+	培養容器内育成

²⁾ 括弧内地名は主な産地を示す。

³⁾ +: 発芽50%未満, ++: 発芽50%以上, +++: 発芽80%以上

表7 種子カット法で生産した国内ユリ属8種のレッドデータブック指定状況

種名	学名	環境省RL ²	都道府県RDB ³
ヤマユリ	<i>L. auratum</i>	指定なし	滋賀 (絶滅種), 京都 (絶滅種), 石川 (絶滅危惧 I 類), 山梨 (準絶滅危惧), 長野 (準絶滅危惧), 三重 (絶滅危惧 I B 類), 大阪 (情報不足), 奈良 (希少種)
エゾスカシユリ	<i>L. dauricum</i>	指定なし	指定なし
カノコユリ	<i>L. speciosum</i>	絶滅危惧 II 類	徳島 (絶滅危惧 I 類), 福岡 (情報不足), 長崎 (絶滅危惧 I B 類), 鹿児島 (準絶滅危惧)
コオニユリ	<i>L. leichtlinii var. maximowiczii</i>	指定なし	宮城 (絶滅危惧 II 類), 埼玉 (絶滅危惧 I B 類), 千葉 (要保護生物), 東京 (絶滅の危機に瀕している種), 石川 (準絶滅危惧), 鹿児島 (分布重要)
テッポウユリ	<i>L. longiflorum</i>	指定なし	鹿児島 (分布重要)
ヒメサユリ	<i>L. rubellum</i>	準絶滅危惧	宮城 (絶滅危惧 I 類), 山形 (絶滅危惧 I B 類), 福島 (準絶滅危惧), 新潟 (絶滅危惧 II 類)
ヒメユリ	<i>L. concolor</i>	絶滅危惧 I B 類	愛知 (絶滅), 青森 (最重要希少野生生物), 京都 (絶滅寸前種), 大阪 (絶滅危惧 I 類), 兵庫 (要調査種), 奈良 (絶滅寸前種), 和歌山 (絶滅危惧 I A 類), 岡山 (絶滅危惧 I 類), 広島 (絶滅危惧 I 類), 山口 (絶滅危惧 I A 類), 徳島 (絶滅危惧 I 類), 香川 (絶滅危惧 I 類), 愛媛 (絶滅危惧 I B 類), 高知 (絶滅危惧 I A 類), 熊本 (絶滅危惧 I A 類), 大分 (絶滅危惧 I A 類), 宮崎 (絶滅危惧 I A 類), 福岡 (絶滅危惧 I B 類), 佐賀 (絶滅危惧 I 類), 熊本 (準絶滅危惧), 大分 (絶滅危惧 I A 類), 宮崎 (絶滅危惧 II 類), 鹿児島 (絶滅危惧 I 類)
スゲユリ	<i>L. callosum</i>	絶滅危惧 I B 類	

² 第4次レッドリストより引用。

³ 植物レッドデータブック COMPLETE (<http://www.kurosan.sakura.ne.jp/indexRDB.htm>) より引用。

カット法」を用いた。発芽試験の結果を表6に示した。供試した18種すべてに発芽を確認した。この時の発芽形態は、全て地上発芽となり、本葉を出芽した。一部の種では50%未満の発芽率であったが、多くの種で高い発芽率を確認できた。発芽率に差が生じたのは、種による発芽能力の差が原因と推察した。また、日本産のエゾスカシユリ (*L. dauricum*)、テッポウユリ (*L. longiflorum*)、ヒメユリ (*L. concolor*) の3種と外国産のユリ全種については、有胚種子の数が十分でなかったことも発芽率が低くなった原因と推察された。

6) まとめ

我々が開発した「種子カット法」は、まずヤマユリの種子の胚片側面を除去し、殺菌した後にH改変培地で培養することによって6日で発芽することが示された。発芽した苗を30日間培養した後、培養容器にミリシールを設置し、0.1%添加活性炭培地で90日間培養することで苗が高い確率で完成する。その後、培養容器から苗を取り出して野外栽培に移行する。ユリ生産者や研究者が行っている「実生発芽法」や「温度処理法」では、発芽から開花までの生育期間に5年前後を必要としていた

が^{7,13,14,15,16}、「種子カット法」を導入することによって大幅に短縮することが期待できる。従来、組織培養技術を用いたユリの苗生産では、花器やリン片を外植体にするクローン増殖が主流であった^{17,18}。しかし外植体がウイルス病に感染している場合、増殖した苗もウイルス感染する危険があった。本研究によって開発した「種子カット法」は、ウイルス感染の心配がない種子^{14,19}を材料にしているため、健全な苗を短期間で供給することができることも大きなメリットであると考えられる。供試した野生ユリ18種についても「種子カット法」による発芽を確認した。この中には、絶滅危惧種も含まれる(表7)。絶滅危惧種の保護を目的にして苗の生産を行う場合は、種子を材料に受精胚が持つ種の多様性を維持することが重要であるとも考えられており⁸)、希少なユリを保護する場合にも同様にあてはめることができるだろう。我々が開発した「種子カット法」によって、野生ユリ属の種の保存だけでなく、薬用・食用として利用されている有用種の生産、または園芸種の生産や新品種開発を進める場合においても実用的な新技術として広く活用されていこう。

謝 辞

採種および発芽試験について、前岩手県環境保健研究センター地球科学部臨時職員の川目智之氏にご協力をいただいた。心より御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 米倉浩司・梶田忠 (2003) BG Plants 和名-学名インデックス (YList), http://bean.bio.chiba-u.jp/bgplants/ylist_main.html (確認: 2013年12月2日)。
- 2) 清水基夫 (1971) 日本のユリ 誠文堂新光社 東京 pp.154-162, pp.331-345.
- 3) 熊谷明彦 (1989) 岩手の葉草百科 岩手日報社 岩手 p.153.
- 4) 奥田拓男 (1986) 天然薬物辞典 廣川書店, 東京 p.353.
- 5) 水野瑞夫・田中俊弘 (1995) 日本葉草全書 新日本法規出版 東京 pp.128-130.
- 6) 加古舜治 (1985) 園芸植物の器官と組織の培養 誠文堂新光社 東京 pp.272-275.
- 7) 小侯虎雄 (2007) ヤマユリ 農山漁村文化協会 東京 pp.65-75, pp.116-117.
- 8) 小山田智彰 (2013) 文部科学省検定教科書 植物バイオテクノロジー 農山漁村文化協会, 東京, pp.71-73, pp.82-84, pp.146-149, pp.226-227.
- 9) 古在豊樹 (1998) 植物組織培養の新段階 農山漁村文化協会 東京 pp.60-63.
- 10) 大澤勝次・久保田旺 (2003) 植物バイオテックの実際 農山漁村文化協会 東京 pp.144-148.
- 11) Kazumi Kanoh, Masahiko Hayashi, Yoshihisa Serizawa, Tatsuo Konishi (1988). Production of Interspecific Hybrids between *Lilium longiflorum* and *L. ×elegance* by Ovary Slice Culture. *Japanese Journal of Breeding* Vol. 38, 278-282.
- 12) 大川清・大垣智昭・松本正雄 (1989) 園芸辞典 朝倉書店 東京 p.237.
- 13) 今西英雄 (2006) ユリをつくりこなす 農山漁村文化協会 東京 pp.231-238.

- 14) 竹田義 (2007) ゆりを楽しむ 栃の葉書房 栃木 pp.33-55, pp. 67-82.
- 15) 新田斉・安斉正典・沼宗三 (1984) オトメユリ ヤマユリの実生栽培に関する研究 第1報 オトメユリ ヤマユリ種子の発芽および実生球根の肥大について 福島県農業試験場研究報告第23号 pp.81-94.
- 16) 高橋英明・原靖英 (1994) ヤマユリ種子の発芽促進に関する研究 山形大学紀要 (農学) 第12巻第1号 pp.7-14.
- 17) 高山真策 (1988) 植物組織培養の世界 柴田ハリオ硝子 東京 pp.249-252.
- 18) 高山覚 (1986) 図解バイオテクノロジー 農業図書 東京 pp.38-45.
- 19) 大澤勝次・江面浩 (2005) 植物バイオテックの基礎知識 農山漁村文化協会 東京 pp.89-92.

●小山田 智彰 (おやまだ・ともあき) ●

出身地: 岩手県盛岡市
 岩手県立大学大学院博士後期課程修了
 専門: 植物バイオテクノロジー
 岩手県環境保健センター地球科学部
 希少植物や地域在来種を中心に増殖や育種の研究に取り組む

●山内 貴義 (やまうち・きよし) ●

出身地: 東京都目黒区
 東京大学大学院農学生命科学研究科博士課程修了
 専門: 動物生態学
 岩手県環境保健センター地球科学部
 遺伝子解析によるツキノワグマの生息数推定の研究に取り組む

●鞍懸 重和 (くらかけ・しげかず) ●

出身地: 栃木県真岡市
 岩手大学大学院農業研究科修士課程修了
 岩手県環境保健センター地球科学部
 地理情報システム (GIS) データベースの維持管理

薬学系大学附属薬用植物園 教育・研究紹介リレーⅡ

岩手医科大学薬学部附属薬用植物園

Medicinal Plant Garden, School of Pharmacy, Iwate Medical University

林 宏明・藤井 勲

岩手医科大学薬学部天然物化学講座

〒028-3694 岩手県紫波郡矢巾町西徳田2-1-1

Hiroaki Hayashi, Isao Fujii

Department of Natural Products Chemistry, School of Pharmacy,

Iwate Medical University

2-1-1 Nishitokuta, Yahaba, Iwate 028-3694 Japan

2014年6月1日受付

1 はじめに

岩手医科大学は、医療系の医学部・歯学部・薬学部の3学部からなる大学であり、明治30年に設立された私立岩手病院に併設の医学講習所を前身としている。昭和40年には歯学部が開設され、平成19年に、これまでの盛岡市内中心部の内丸キャンパスに加えて、盛岡市の南に位置する矢巾町に矢巾キャンパスが新設され薬学部が開設された。平成23年には医学部・歯学部の基礎講座が矢巾キャンパスに移転し、医学部・歯学部・薬学部が同一キャンパスに存在する現在の形が完成している(写真1)。今後、平成29年には創立120周年を迎え、平成31年には附属病院も矢巾キャンパスに移転する計画になっている。薬学部附属薬用植物園は、薬学部開設時の平成19年に矢巾キャンパスに設置され、今年で8年目を迎えた。

2 薬用植物園の概要

岩手医科大学薬学部附属薬用植物園は東研究棟東側の薬用植物展示園と、体育館南側の栽培研究園からなっている。薬用植物展示園



写真1 岩手医科大学矢巾キャンパス

は、漢方処方展示区画、薬草展示区画、その周りの薬木展示園から構成されており、常時公開されている。栽培研究園には柵で囲まれた区画を設け、トリカブト属植物等の危険な薬用植物を柵内で栽培している。薬用植物園の管理運営には薬用植物園管理運営委員会を薬学部内に置き、実際の業務は小岩井農場の運営会社である小岩井農牧に委託して、週1回の管理を実施している。また、薬用植物園設置時には、小岩井農牧を通じて各種種苗を購入するとともに、ツムラ、武田薬品等から薬用植物の種苗の提供を受けた。

大学研究棟

1 紫雲膏 ムラサキ トウキ	2 応種散 センキュウ カラダイオウ	3 乙字湯 トウキ シマサイコ コガネバナ ウラルカンゾウ サラシナショウマ カラダイオウ	4 茵陳蒿湯 カワヨモギ クチナン カラダイオウ	5 立効散 トウリンドウ ウラルカンゾウ	6 三黄瀉心湯 カラダイオウ コガネバナ	7 大黃甘草湯 カラダイオウ ウラルカンゾウ	8 四物湯 トウキ シヤクヤク センキュウ アカヤジオウ	9 当歸貝母 舌參丸料 トウキ アミガサユリ クララ	10 三物黄芩湯 アカヤジオウ コガネバナ クララ	11 当帰散 トウキ シヤクヤク センキュウ コガネバナ オケラ	12 桔梗湯 キキョウ ウラルカンゾウ	13 苦参湯 クララ	14 芍薬甘草湯 シヤクヤク ウラルカンゾウ	15 甘草湯 ウラルカンゾウ						
16 ドクダミ	17 ヤマノイモ	18 アサガオ	19 コガネバナ	20 ゲンショウ ウコ	21 ヘラオオバ コ	22 シヤクヤク (團芸品種 夕映、香 菱)	23 キキョウ	24 ニチニチ ソウ	25 ヒガンバナ	26 カラスビ シヤク	27 ムラサキ	28 アミガサユ リ	43 ハナビシソ ウ	44 ヒナゲシ	45 サラシナ ショウマ	46 トウキ	47 キバナオウ ギ	48 ハマボウフ ンゾウ	49 スペインカ ンゾウ	
29 オレガノ	30 ミント	31 タイム	32 ラベンダー	33 カモミール	34 レモンパー ム	35 ソープフー ト	57 トウリンドウ	58 ハナスゲ	59 ヒナタイノ コズチ	60 ウツボグサ	61 エビスグサ	62 トウリンドウ	63 ムラサキ	64 マオウ	65 ヒマワリ	66 サジオモダ カ	67 シン	68 シヤクヤク	69 シヤクヤク (團芸品種 サラベナー ル)	70 オケラ ホソバオケ ラ
36 マロウ	37 セイヨウオ トギリソウ	38 イブキジャ コウソウ	39 セイヨウタ ンポポ	40 タラゴン	41 セージ	42 ウイキョウ														

駐車場

図1 平成26年5月現在の薬用植物展示園の区画の植栽状況

3 薬用植物展示園とその利用

薬用植物展示園には70の区画があり、薬学部の多くの研究室がある東研究棟の東側の学生・教員の通学路に位置している(写真2)。平成26年現在の植栽状況を図1に示す。建物側の15区画は漢方処方展示区画となっており、15種類の漢方処方の構成生薬の基原植物をそれぞれ一つの区画内で栽培している(写真3)。寒冷地である岩手県では、桂皮や生姜などの暖地で収穫される生薬の基原植物を栽培することが不可能であるため、展示できる漢方処方が限られているが、芍薬甘草湯、大黃甘草湯、四物湯、紫雲膏などの漢方処方展示区画を維持している。なお、ダイオウの基原植物は、北海道から導入した *Rheum palmatum* が岩手県の矢巾キャンパスでは3年目の夏を生き残ることができず、暖地でも栽培可能な *R. undulatum* を代用に用いている。江戸時代には、*R. undulatum* に由来するカラダイ



写真2 薬用植物展示園



写真3 漢方処方展示区画

オウが岩手県北部の南部地方で栽培され、南部大黄（和大黄）として流通していたが、現在では局方不適として使用されない。

薬用植物展示園の残りの55区画では、それぞれの区画ごとに生薬の基原植物やハーブ類を植栽している（写真4）。岩手県北部の岩手町を中心とした地域は薬草の栽培地であり、岩手薬草生産組合が中心となってツムラの漢方製剤の原料生薬としてセンキュウ、ソコウ、ブシ、トウキ等が生産されており、岩手が栽培適地であるこれらの薬草を薬草展示園の区画でも栽培している。また、岩手県盛岡市には南部紫根染の店「草紫堂」が存在する。草紫堂の店主である藤田繁樹氏から入手したムラサキを紫雲膏とムラサキの区画で栽培している。岩手県は寒冷地であり、岩手の道端では問題なく生育するオオバコが柔らかな土壌の区画内では霜による隆起により全滅（ヘラオオバコは生き残った）するなど、-10度以下の低温により障害をうける植物（クチナシ、サンショウ、アカヤジオウ等）もあれば、最近の温暖化による夏期の高温により障害を受ける植物（ゲンチアナやダイオウ）もあり、試行錯誤をしているところである。

薬草展示区画の周りは薬木展示園となっており、種々の薬木を植栽しており、敷地内には大きなイチイの木が移植されている（写真5）。一方、セイヨウイチイ、キハダなどの薬

木はまだまだ小さな幼木であり、矢巾キャンパスの発展とともに、これらの小さな幼木が大きな樹木に成長することを願っている。

薬用植物展示園は、薬学部の研究棟と講義棟から非常に近い場所に位置しており、日常的に学生が薬用植物に触れることのできる環境にある。特に、薬学部3年生の天然物化学実習の期間中には、薬用植物園の見学を行い、漢方処方構成生薬の基原植物の紹介を行っている。また、オープンキャンパスや高校生の団体の訪問時には、薬用植物展示園を見学コースに入れ、岩手医科大学薬学部の紹介にも利用している。さらに、岩手県の各種団体の依頼に対応し、地域住民を対象とした薬草園の見学会を不定期に実施している。

4 栽培研究園と研究活動

栽培研究園は、矢巾キャンパス南端の体育館の南側に位置し、50区画とその周辺の敷地からなる（写真6）。このうちの20区画を柵で囲んで有毒植物区画とし、トリカブト、ハシリドコロ、ジギタリス等の毒性の強い薬草を栽培している（写真7）。また、この有毒植物区画では、トリカブト中毒の研究に用いるための各種のトリカブト属植物が、医学部の法医学教室により系統維持されている。

栽培研究園では、カンゾウ、マオウ、シャクヤク、ダイオウ、ゲンチアナ等の植物を植



写真4 薬草展示区画



写真5 薬木展示園



写真6 栽培研究園



写真7 有毒植物区画

栽しているが、特にカンゾウ属植物の栽培に力を入れている。本園では、*Glycyrrhiza glabra*, *G. uralensis*, *G. inflata*, *G. aspera*, *G. pallidiflora*, *G. echinata*, *G. macedonica*, *G. lepidota*, *G. bucharica* の9種のカンゾウ属植物を栽培しており、本原稿を書いている平成26年5月末には、*G. aspera*の花が満開であった(写真8)。カンゾウ属植物のうち、局方収載の基原植物である*G. glabra*と*G. uralensis*に関しては、多くの系統を維持しており、その中には独自に選抜したグリチルリチン酸高生産系統(T628系統、01A07-1系統)やグリチルリチン酸非生産系統である83-555系統もあり、現在、これらの系統を用いた栽培研究や育種研究を行っているところである。

また、最近では、国際協力機構(JICA)の援助によるタジキスタンへの科学技術研究員派遣により入手したマオウ属植物の栽培に着手している。タジキスタンには局方収載の3種のマオウ属植物のうち、*Ephedra equisetina*と*E. intermedia*の2種が分布している。現在、本園ではタジキスタンで入手した*Ephedra equisetina*と*E. intermedia*に加えて、ツムラから入手した*E. sinica*を栽培しており、今後の研究の発展が期待される。*E. equisetina*は2mの低木になる植物であり、発芽したばかりの小さなマオウを前にして、何時の日か大きく育つことを夢見ている。

写真8 *Glycyrrhiza aspera*の花

5 終わりに

開設から7年が経過した新しい薬用植物園であるが、この間の薬草と薬木の成長も感じている。今後、展示内容を充実させていくとともに、教育活動と研究活動への利用をさらに推進したいと考えている。

● 林 宏明 (はやし・ひろあき) ●

1965年 兵庫県生まれ
1992年 京都大学大学院薬学研究所博士課程修了
博士(薬学)
1993年 新潟薬科大学薬学部
1998年 岐阜薬科大学薬学部
2007年 岩手医科大学薬学部

● 藤井 勲 (ふじい・いさお) ●

1955年 富山県生まれ
1983年 東京大学大学院薬学系研究所博士課程修了
薬学博士
1985年 東京大学薬学部
2007年 岩手医科大学薬学部

高知県十川村（現幡多郡四万十町）における ムラサキの栽培系統について

公益財団法人 高知県牧野記念財団

松野倫代・吉見仁志・濱口宗弘・藤川和美・黒岩宜仁・小山鐵夫

環境省の生物多様性情報システム（J-IBIS：Japan Integrated Biodiversity Information System）でムラサキ（*Lithospermum erythrorhizon*）は絶滅危惧類IB類（EN）に分類され、近い将来には絶滅の危険性が高いものとされている。

高知県では檜原町と四万十町（旧幡多郡十川村）の2か所でムラサキの自生が確認されている（Fig.1, Fig.2）。

四万十町におけるムラサキは、私有地のシイタケの原木栽培場で確認されており、表皮は暗黒色を呈し、径は1－3 cmと太く、かつて栽培されていたムラサキが野生化した可能性が示唆される（Fig.3）。

文献調査では1573—1615年頃に調査された「長宗我部地検帳」、1662年に土佐藩家老野中兼山によって出された「国中掟」にムラサキに関する記述が確認されている。これらによると高知県にムラサキが多く自生し、その有用性のために栽培が奨励されていたことが確認できる。高知県で栽培されたムラサキが高知県外で流通していた記録は確認できなかった。

本草綱目啓蒙には、当時流通していたムラサキの産地として伊予（愛媛県）、讃岐（香川県）の記載がある。和漢三才図会には愛媛県の大洲のムラサキが良いとの記載があり、愛媛県でのムラサキの栽培が大々的に行われていたことが示唆される。ムラサキはしばしばカルスト地形でその分布が確認されている。四国にはカルスト台地が四国を横断するよう



Figure1：四国の地図とムラサキの自生が確認された位置
水色の部分が高知県およびその市町村、丸がムラサキの自生が確認された場所。



Figure2：檜原町で自生していたムラサキのさく葉標本（左）
と十川村で自生していたムラサキのさく葉標本（右）

に広がっている。檜原町、四万十町は高知と愛媛の県境に位置し、四国カルストを含む地域であることから、愛媛で産出していたムラサキと系統を同じくすることが推測される。

高知県のムラサキに関する文献：

1573-1615年（天正～慶長期）「長宗我部地検帳」（十和村村史より）

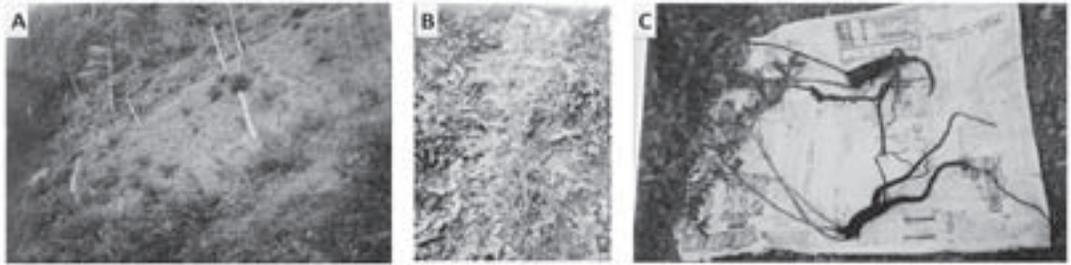


Figure3：(A) ムラサキの自生が観察されたシイタケ原木栽培所，(B) 観察された自生のムラサキ，
(C) 試験的に掘り出した自生のムラサキ。 蕨川氏による提供写真から。

高岡郡佐川郷に「ムラサキエン」の記載があり、現在も紫園の地名として残存しており、ムラサキの栽培がおこなわれていたことを示している。

1662年（寛文2年）「国中掟」～土佐藩家老野中兼山～（十和村村史より）

幡多郡上山郷，高岡郡羽山郷に自生しているムラサキを増やすために多くの村で栽培して増やすようにと指示している。さらに，江戸へ染色技術を習得するために職人を派遣し，伊予（今の愛媛県）で産出するムラサキの皮が良いので，その技術を習得するようにと書いてある。

1728年（享保13年）5月（十和村村史より）

江戸幕府 薬園方植村佐平次による薬草調査で「一，紫草 十川村二有」と幡多郡上山郷十和村にムラサキがあることを紹介している。

1844年（弘化3年）小野蘭山著 本草綱目啓蒙重訂本草綱目啓蒙（正宗敦夫校訂・編纂）より
東北地方（陸奥，出羽）四国地方（伊予，讃岐）播磨，近江，甲斐，上総，下総地方にムラサキが自生している。特に薩摩，陸奥，出羽の最上地区のものを上品とし，讃岐，伊予のものをその次とする。近畿地方（大和，近江，河内）のものをその次とする。

総括

高知県では1600年頃から自生のムラサキが

確認されていた。

1660年頃からの土佐藩の政策によりムラサキの栽培ならびに染色技術が進んだと思われる。

本草綱目啓蒙に四国特に愛媛県，香川県のムラサキが良いとの記述があること，自生が確認された檜原，四万十町は愛媛県の県境にあることより，愛媛県のムラサキと同じ系統と推測される。

十川村のムラサキは私有地のシイタケ原木の栽培地で自生が確認されたこと，根茎が3 cm近くなることから栽培されていた系統が半野生化したものと推測される。

十川村のムラサキは蕨川氏により自生のものが確認，種子の採取，栽培による系統保存が行われてきた。しかしながら，同氏の高齢化により系統保存が困難になったため，平成25年に当財団へ種子の譲渡を行いたいとの申し出があった。

今後，蕨川氏が栽培を行ってきたムラサキは高知県牧野植物園にて系統保存を行っていく計画である。

謝辞

この発表は平成元年からこれまで四半世紀にわたり，ムラサキの系統保存を行ってきた蕨川正重氏の協力によるものであり，蕨川氏に深い感謝を示します。

平成25(2013)年 薬用植物栽培研究会会計報告

2014. 1

収入	現金	繰越金	35,980	
		会員会費	4,000	
			計	39,980
		ムラサキシノボジウム参加費・懇親会費 賛助寄付・共催金・冊子代	ムラサキ現金収入計	340,000
			現金収入計	379,980
口座	繰越金		583,147	
	会員会費		378,000	
	協賛・賛助金		380,000	
	抜刷代・冊子代		42,200	
			計	1,383,347
		ムラサキシノボジウム参加費・懇親会費 開催援助金・賛助金・冊子代	ムラサキ口座収入計	223,000
			口座収入計	1,606,347
		(ムラサキ総収入合計	563,000)	
			総収入合計	1,986,327

支出	現金	会議費	14,555	
		事務通信費	97,640	
		「第6回甘草シンポジウム」後援費	30,840	
		印刷代「会員名簿」	43,000	
		「35巻1号」・「35巻2号」	531,000	
		「第1回ムラサキ要旨集」	174,900	
		「第1回ムラサキシノボジウム」共催費	20,000	
		抜刷代(立替分)	37,300	
			計	949,235
		ムラサキシノボジウム支出計(ムラサキ総支出合計)	563,000	
			現金支出計	1,512,235
口座	振込手数料		口座支出計	4,390
			総支出合計	1,516,625

残高	現金	20,745	
	口座	448,957	
	合計	469,702	差引金額

監査報告

平成25年度(2013)「薬用植物栽培研究会」収支決算について監査致しましたところ、収支は正確であり、適切に処理されたことを認めます。

2014年 2月4日

岩永 篤文 (印)

2014年 2月12日

金子 哲夫 (印)

薬用植物栽培研究会新役員

会 長	御影 雅幸	東京農業大学
副 会 長	折原 裕	東京大学
	柴田 敏郎	(独) 医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター
顧 問	正山 征洋	長崎国際大学
	本多 義昭	姫路獨協大学
	水上 元	高知県立牧野植物園
会計監事	岩永 篤文	(株) 新日本医薬
	金子 哲夫	広島国際大学

※ 編集委員は、幹事を兼ねており、表紙裏に紹介しています。

第 1 回ムラサキに関するシンポジウム 開催報告

第1回ムラサキに関するシンポジウム実行委員長

水 上 元

日 程：平成25年11月3日(日) 9：20～16：40

会 場：名古屋市立大学大学院 宮田専治記念ホール

(名古屋市瑞穂区田辺通3-1)

主 催：ムラサキに関するシンポジウム実行委員会

共 催：薬用植物栽培研究会・日本生薬学会関西支部

(漢方薬・生薬認定薬剤師制度必須研修3単位)

後 援：日本生薬学会東海支部

要旨集：第1回ムラサキに関するシンポジウム講演要旨集

参加者(137名)：大学生・大学院生・大学教職員36名，高等学校関係7名，

病院・薬局28名，国・自治体・団体17名，企業32名，その他17名

演題数(21題)：口頭発表 11

ポスター発表 10

懇親会：日時 平成25年11月3日(日) 17：00～18：30，会場 名古屋市立大学食堂

参加者 60名

第6回甘草に関するシンポジウム 開催報告

第6回甘草に関するシンポジウム開催担当

高上馬 希 重

日程：平成25年7月6日(土) 9：30～16：30

会場：北海道医療大学 当別キャンパス (北海道石狩郡当別町金沢1757)

主催：カンゾウに関するシンポジウム実行委員会

共催：日本生薬学会北海道支部

(漢方薬・生薬認定薬剤師制度必須研修3単位)

要旨集：甘草研究最前線2013 第6回甘草に関するシンポジウム研究発表記録

参加者(173名) 大学教職員27名, 高専教員1名, 公的研究機関19名, 病院・福祉施設11名, 薬局11名, 自治体12名, 大学院・大学生17名, 企業(製薬)35名, 企業(化粧品)2名, 企業(食品)1名, 企業(その他)28名, その他9

演題数(18題) 口頭発表 11

ポスター発表 7

展示(2件)

○懇談会

平成25年7月6日(土) 19：00～20：40

サッポロビール園(札幌市東区北7条東9丁目2-1)

参加者：79名

○観察会

平成25年7月7日(日) 11：00～15：00

医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター 北海道研究部

(北海道名寄市字大橋108-4)

(漢方薬・生薬認定薬剤師制度必須研修1単位)

参加者：73名

○第7回甘草に関するシンポジウム開催について

日程：平成27年

担当：安福 規之 先生(九州大学大学院工学研究院)

表紙の写真

ボタン (牡丹)

Paeonia suffruticosa Andrews

キンボウゲ目ボタン科ボタン属

産地：中国，朝鮮半島，日本（奈良・長野）

百花の王と讃えられるボタンは花が美しいのみならず薬用としても知られる木本性の植物である。

使用部位：根皮

生薬和名：ボタン皮（牡丹皮）

5センチほどに切り陽乾する。管状で皮が薄く，肉厚で色が白く粉っぽいもので，香気の強いものを良品とされる。

主要成分 ペオノール

主な薬効 抗菌，駆瘀血，通経，排膿のために婦人病薬として用いられてきた。

ハウス内筒栽培



合志市の栽培状況



シコン1年栽培品



シコン2年栽培品



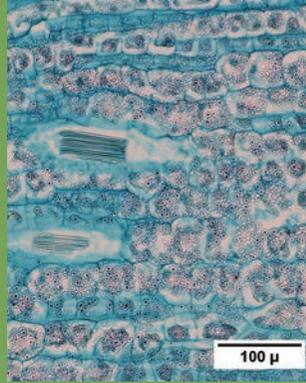
男鹿市北浦一ノ目湯産
シュロソウ



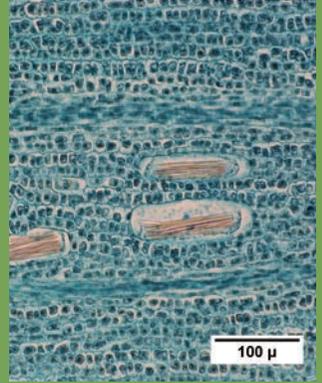
一ノ目湯産部位別シュロソウ



シュロソウ貯蔵組織切片の
光学顕微鏡写真



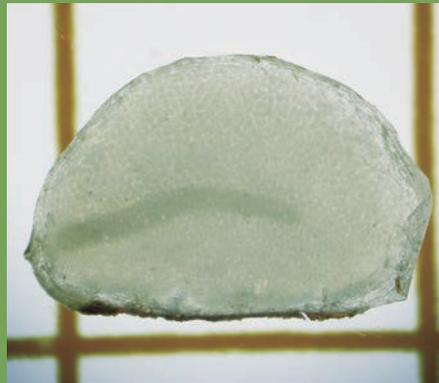
シュロソウ越冬芽組織切片の
光学顕微鏡写真



ヤマユリ



ヤマユリ種子



温度処理法と種子カット法



岩手医科大学矢巾キャンパス



漢方処方展示区画



有毒植物区画



Glycyrrhiza aspera

