

薬用植物研究

The Japanese Journal of Medicinal Resources

35巻2号 (2013年2号)

2013年11月



センキュウ〔川芎〕(北海道立衛生研究所薬用植物園で栽培)

Cnidium officinale Makino

薬用植物栽培研究会

目 次

誌上インタビュー 9

国内薬用植物栽培 渡邊賢治教授・加藤一郎社長・長根寿陽室長に聞く…………… 編集委員 …… 1

マオウ属植物の栽培研究 第3報

シナマオウの株分け及び木質茎の挿し木による種苗生産の検討

野村行宏・佐々木陽平・三宅克典・御影雅幸 …… 10

薬用植物トリカブトの育種と栽培研究 9・10 …… 川口數美・石崎昌洋 …… 16

生薬の調製中における希エタノールエキス及び糖含量の増加 3 …… 姉帯正樹 …… 28

薬学系大学附属薬用植物園 教育・研究紹介リレーⅫ

熊本大学薬学部附属薬用植物園 …… 矢原正治 …… 35

ニュース

編集後記

「第1回ムラサキに関するシンポジウム」プログラム・講演要旨集

(別冊)

編 集 委 員

姉帯 正樹	磯田 進	伊藤美千穂	奥山 徹
折原 裕	草野源次郎	高上馬希重	小松かつ子
芝野真喜雄	田中 俊弘	林 宏明	菱田 敦之
宮瀬 敏男	村上光太郎	矢原 正治	吉岡 達文

誌上インタビュー 9

国内薬用植物栽培 渡邊賢治教授・加藤一郎社長・長根寿陽室長に聞く

編集委員

(草野源次郎)

2013年9月5日受付

本年（平成25年）は薬用植物栽培研究会（以下本会と略記）発足40周年です。薬用植物の国内栽培の振興は、本会発足時からの悲願です。しかし、時代の流れに抗しきれず、本会がカバーすべき領域が、社会の片隅に留まっていることに、ある種の無力感を抱いてきました。最近になって、社会の空気が変わり、薬用植物の国内栽培への関心が高まり、本会の機関誌「薬用植物研究」の第3代編集長として、最近の動向に期待を抱いています。一方、これまでの薬用植物学・生薬学関連領域を専攻した者として、薬用植物の国内栽培の失敗例を沢山見聞きしており、振興が本格化するまでには、紆余曲折があると考えています。

この度、成長産業のタネ「インフルエンザ対策や知的財産の保護にむけ薬用植物栽培への国家戦略の確立を」というテーマの座談会が行われ、その内容が「農業経営者」本年（2013年）6月号に掲載されました。それは薬用植物の国内栽培の振興を願う本会会員にとっては示唆に富んでおり、紹介したいと考えました。そこで、しばらく休止していた誌上インタビューを復活させ、その座談会に参加された渡邊賢治教授、加藤一郎社長、長根寿陽室長にメールで質問し、誌上インタビューとしてまとめました。

編集委員：渡邊賢治先生は、慶應義塾大学環境情報学部教授・医学部教授で、漢方医学センター長として臨床・研究・教育に携わりながら、日本東洋医学会副会長など、わが国の伝統医療領域で中心的な役割を果たされてこられました。ご多忙を承知で、ご寄稿をお願いしました。ご快諾いただきありがとうございます。現在、先生は漢方産業の振興プロジェクトで、中心的な役割をはたされていると理解していますが、生薬学や薬用植物学を専攻した者としては、その振興の出発点である漢方薬原料の確保を担保できていない状況に、胸を張ることができない心地です。

渡辺：最近2、3年で、社会の空気は変化していると感じています。まず、医療、特に高齢者の医療の分野で、漢方薬の有用性が、医者や患者達が実感するようになったことがあげられます。インフルエンザの治療で、麻黄湯の効果がタミフルなどに劣らないという臨床報告がなされ、少しずつ、その利用が拡大しています。インフルエンザは昔からあった病気で、ワクチンやタミフルなどの抗ウイルス薬がなかった時代には、漢方薬で治療されました。新型インフルエンザウイルスによるパンデミックが心配されるときに、有用な治療法を少しでも多く用意し、備えるのがいいと

考えます。経済的にも安く済みますので、麻黄湯や葛根湯などの漢方薬は、わが国だけでなく、東南アジア諸国でも役立つと確信しています。今のうちに、それらの臨床例を蓄積し、新型インフルエンザの治療法として広める努力をすべきです。そのためには、不足することが心配される麻黄、甘草、杏仁、桂皮、芍薬、大棗などの栽培事業を確立する必要があります。桂皮は国内での栽培は困難であると思われ、栽培に数年かかりますので、できるだけ早く、熱帯アジア諸国との協同事業を確立するのがいいでしょう。麻黄湯や葛根湯に限らず、有用な漢方薬が沢山あるので、それらの原料確保を急ぐよう、志のあるところをお願いしています。

編集委員：漢方薬は約束処方、品質確保や臨床例の蓄積には優れていると思います。中医薬は、担当医の判断に任されており、再現性を担保するのが困難であると思います。また、中医薬による薬害事故が広がっていると聞いています。

渡辺：インターネットなどで見る限りにおいては、中国産の生薬には、重金属や農薬の問題が常につきまとうように思います。生薬の形で日本に入ってくるものは、わが国の輸入業者がきちんとチェックしているので大丈夫だと思いますが、中国で製剤になったものに関しては大変不安です。さらに薬においても中西医結合が言われており、生薬と西洋薬である化合物が混合している例もよくあります。例えば血糖値がよく下がる中医薬製剤があると思ったら血糖降下薬のスルフォニルウレアが入っていたり、湿疹によく効くと思ったら免疫抑制剤が入っていたりすることがあります。きちんと表示がしてあれば良い

のですが、そうでない場合も多々あります。そのほか、2002年に起きた中医薬のやせ薬で肝障害が起き、死亡例も出たケースなどでは、N-ニトロソフェンフルラミンという物質が入っていました。これは日本では使用禁止のフェンフルラミンをニトロソ化し、毒性を高めると共に、検出を困難にしていました。このように中医薬に対する不信感は日本のみならず、中国の有識者にもあり、トレーサビリティのはっきりとしている日本産生薬を用いた、安心・安全の製剤が求められています。

編集委員：わが国では医師免許は一種類ですが、中国や韓国では、西洋医師と、伝統医師の二種類の免許があり、どちらの医師に診察・治療を受けるかは患者が判断することになっています。現在、病気の国際的診断法や伝統医療の国際規格を決めることが議論されていると聞きます。最近、漢方薬の臨床例などを話される医師達に迫力を感じるようになりました。臨床報告を国際誌に英文で出されることに感激しています。国際的に漢方を広げるのには、漢方薬の臨床報告を英文で行うことを評価し、推奨することが大切なのではないでしょうか。

渡辺：おっしゃる通りです。日本の漢方の特徴は生薬や薬剤の品質の安定性・安全性のみならず、医師が西洋医学を知った上できちんと判断している、という医療の質の高さにもあります。20年位前でしたら、漢方の臨床報告が国際誌に出ることは考えられませんでした。最近では症例報告や臨床研究の論文が海外の一流医学誌に掲載されるようになってきました。しかし、学会報告などの数に比べればまだまだ日本発の英文論文は少ないです。一方中国は、若い中医師も果敢に英文誌に挑

戦してきますので、結果的に中国からの英文論文の数は相当数に上っています。伝統医療や補完・代替医療の国際学会においても、中国・韓国からは大挙して発表に来ますが、日本からの参加者はあまり多くありません。国際競争力をつけるには、積極的に海外で日本の漢方の良さをアピールする必要があります。

編集委員：私の先生達からは、生薬の質と量を確保することや含有成分の定性・定量、薬理活性を解明することが課題であることを教育されました。それらは単味の生薬でも、大仕事ですが、複数の生薬を配合する漢方薬では、さらに大仕事になります。最近では、漢方薬の科学的な解明に、従来新薬開発に採用された研究法に満足せず、新しい研究法を模索する研究者も見られます。規模の大きい研究が展開されるようになっていきます。

一方、現在、漢方薬エキス剤が主流になっていますが、製造過程で芳香性成分を失うことが心配されています。特に、匂いの生理学が大きく進歩し、脳内の匂い地図ができる時代になり、芳香性成分の薬理作用が解明されるようになると思われます。漢方薬の効果は、芳香性成分を含む多くの含有成分が関与していると思われ、それらを科学的に解明することが求められています。

渡辺：従来の研究手法は、成分を抽出して、なるべく単純な形にしてそれが生体にどのような影響を与えるのかといった方法でした。そもそも科学の発達は複雑なことを単純化することで再現性のあるデータを求めることでした。物理学や化学ではそれでいいと思うのですが、生物学はそう単純でもない。機械を分解して部品を解析しても、全体像が分からないのと同様、生体も非常に複雑な機能がお

互い補いあって成り立っているのです。

象徴的だったのが、ノックアウトマウスというものでした。ある遺伝子をつぶしたマウスモデルを作る。そうすると、その遺伝子の効果だけを見ることができるという発想で、1990年代から盛んに研究が行われました。しかし、ある遺伝子をつぶしても、期待するような結果が得られなかったのです。ある遺伝子をつぶすと、他の機構が働き、その遺伝子の代償をしてしまうのです。これから学ぶことは、生体はシステムであるということです。先生がおっしゃるように、漢方薬の効果は腸管からの吸収のみならず、嗅覚を介するものもありますし、さらにはわれわれの研究では、吸収されなくても腸内細菌を変えることで生体に作用するものがあることも分かりました。そのように単純化した20世紀型の科学技術で漢方の全体像を理解することは困難だということが分かってきました。

21世紀になって、遺伝子の全容が解明され、全遺伝子の解析や遺伝子発現、蛋白の網羅的解析が可能となってきました。そしてそれらを統合的に解析する技術＝ビッグデータの時代がやってこようとしています。複合物である漢方薬が複雑系である生体にどのように働くのか、まさにビッグデータの技術によって解明が進むことを期待しています。

編集委員：加藤一郎さんは、全国農業協同組合連合会（略称JA）の全農（農畜産物の販売や生産資材の供給などの経済事業を行う農協の連合会）に、40余年間勤務され、様々な実績を上げられました。JA全農の代表理事専務の時から、農業や環境保全などに関する重要な課題を解決するためのまとめ役を務められました。最近では「新対談シリーズ 加藤一郎と、その素晴らしき仲間たち」を農協新聞

に連載しておられます。その中で、「薬用植物の国内栽培の確立が急務である」と考えられ、慶應義塾大学医学部の渡辺賢治先生と対談されておられます。その経緯などについて教えてください。

加藤：私はJA全農で代表理事専務をしていた時から、薬用植物に関心がありましたが、事業として動かすことはできませんでした。そこで、一昨年(2011年)、代表理事を退任したのを契機に、もう一度自分の夢に挑戦すべく、JAグループなどの薬草栽培の支援活動を始めることにしました。農産物の生産・流通に関与してきた者からみると、薬用植物に関する社会全体の関心がまだ低く、行政でも学問でも、薬草栽培の振興に寄与できる多くの分野を結びつけるまとめ役(マッチメーカー)がいなかったと思います。たとえば薬草植物研究2008年12月号に草野先生は千葉大薬学部の萩庭コレクションのことを書かれておりますが、私の家内は萩庭教授の生薬研究室の卒業生ですが、萩庭教授を含めて薬学部では薬草の品種改良等には関心がなかった。当時の文部省が薬草は薬学部の所管にしたため、園芸学部等農学系はタッチできなかった。そのことが野菜の品種登録は1万を超え、薬草の品種は10数種の違いに現れたと思います。

そんな折、昨年NHKの「クローズアップ現代」で、慶應義塾大学の渡辺賢治先生が、日本の漢方薬は世界に誇れる特徴をもっているのに、その原料を外国、特に中国に依存しており、国家的な対策を急がないと取り返しの付かない事態になる」というお話に感銘を受け、対談をさせていただきました。その内容は農協新聞2012年9月19日に掲載されていますが、要約すると、

- ・漢方との融合が日本医療の特徴

- ・品質の高い薬草栽培が、医療の質を高める
- ・医師の9割が漢方薬を使っている
- ・薬草の適正な価格形成を
- ・日本の薬草生産は存亡の危機にあるというご意見でした。

最近、厚労省と農水省が薬用植物について協議を開始し、日本漢方生薬製剤協会と薬用作物の産地化にむけたブロック別会議を開始しました。また、農水省は平成26年度予算要求として初めて「薬用作物等の産地確立支援事業」を決定しました。大きな地殻変動を感じます。今こそ、産官学連携、農商工連携を進めて、国家戦略として薬草産業・漢方産業の育成・発展を考えなければなりません。あらためて、これまで苦勞を重ねつつ薬草産業を支えてきた先達の方々に敬意を表したいと思います。

編集委員：加藤さんは本年(平成25年)7月12日に、代表取締役を務めている株式会社ジュリスト・キャタリストの主催で、「薬草産業の将来展望」に関するシンポジウムを開催されました。医学・薬学・農学・法学などの領域で活躍されている人達をシンポジストにされ、参加者も400名近く、盛会であったと聞いています。

加藤：「薬草産業の将来展望」産官学(医学・薬学・農学・法学)の連携による新たな事業創造をめざしたシンポジウムです。基調講演として渡辺慶應義塾大教授による「なぜ今、生薬産業なのか」、古在前千葉大学学長による「薬草栽培の将来展望」の講演を頂きました。その後、パネルディスカッションに移り、医学は渡辺先生、農学は古在先生、薬学は(独)医薬基盤薬用植物資源研究の川原センター長、法学は中島弁護士、薬草生産現場から富山の

松本さんをパネラーとして、コーディネーターを私が務め、「我が国には漢方の国家戦略はあるのか」「生産者が薬草の生産意欲を持つためにはどうするか」「薬草の生薬以外の将来展望について」の3つのパートに別けて議論をして頂き、参加者からは好評を受けました。

編集委員：全農宮城県本部が仙台市に炊飯工場を新設し、スーパーなど小売店向けに白米やおにぎり、おこわなどを生産することを発表しました。JA全農は農産物の販売だけでなく、それらを原料に付加価値を付けて商売することを知りました。薬用植物の国内栽培のネックは、収穫物に付加価値を付けて販売する領域が十分発展していないことであると思います。薬用植物の付加価値には漢方薬の拡大発展は勿論であるが、配合薬・香辛料・保健食品・化粧品・防虫・畜産・ペット飼用など多くの可能性が潜められていると思います。様々な業種が原料生産から発想し、薬草産業の展開等に寄与することを期待します。

加藤：ジュリスが主催したシンポジウムの参加者の業種も多岐にわたり、このテーマに対して、今、如何に関心が寄せられているかが分かりました。業種はこれまで、このテーマでは参加が少なかったJAグループと農家が大勢参加し、国、県、市の行政関係、大学他各種研究機関・協会、病院、生協、生薬製造、生薬卸、農薬、肥料、種苗、植物工場、IT、食品、化粧品、ファンド、JR、造船、海運、報道関係者等です。大きなバリュー・チェーン（value chain：アメリカの経営学者M.ポーター教授が提唱した考え方で、購買・製造・販売など企業の基本活動を情報システムで相互に連結し、価値を最適化させるという方法）が構築できる可能性を示唆しております。

編集委員：最近、各地で「生薬の里」などの名前をつけ、薬用植物栽培の試験栽培を始める地域がニュースになります。喜ばしいことですが、心配もあります。心配は種苗の入手先に関することです。中国政府は種苗を国外に持ち出すことを許していませんが、カンゾウ（甘草）に例をとると、現在、日本国内には、多くの種苗が出回っています。生物多様性条約で問題になる1993年以前に持ち込まれたカンゾウの種苗を増殖したものと、それ以降に、何らかの方法で持ち込まれた種苗を増殖したものとがあると思います。前者の場合、優良株であれば、これからの実用栽培に利用できると思いますが、後者の場合、優良株であることがわかって、実用栽培すれば、確かな許可を受けずに種苗を持ち出した違反行為と、それをもとに得た利益の分配について、中国政府との間で問題になることを心配しています。また、前者についても、両者が混在している現状から考えて、1993年以前に持ち込まれたことを証明する根拠が求められることになるかと心配しています。カンゾウの場合、雑種を作りやすいので、1993年以前に持ち込まれたことが確かな株を使って、新しい優良品種を作出し、国内栽培に利用することが重要な課題で、このことの認識を政府指導で広めるべきでしょう。

わが国は、国内特有の種苗を国外へ持ち出すことに、厳しい規制をかけていません。そのために、種苗を国外から持ち込むときにも、多くの人達は問題が起るとは考えていないと思います。

加藤：名古屋議定書、ABSの問題は議論するには紙面が足りませんので、草野先生が事例に挙げた甘草の事例では、パネルでも議論になりました。「何をもって良質の甘草というの

か」が素人には分かりにくい。主として薬学の立場では本来漢方薬の原料は野生種という概念があります。漢方で使われているのはウラル甘草と言われます。しかし、農学の立場では甘草の採取地は中国の黒竜江省であったものが、今や中央アジアまで行き、気候も土もまったく別物です。これと同じ甘草とみるのか、漢方業界は明確な答えを出していません。だとすれば密閉型植物工場等で栽培されたものは、伝統的な漢方薬の専門家が「薬草ではない」となぜ言えるのかがわかりません。今、薬草栽培に欠如していることは、技術革新の精神です。我が国の種苗業界の品種開発能力は高いものがあり、また栄養生殖の技術は世界に冠たるものがあるのに利用していない。薬草を栽培したいという農家はたくさんいますが、どこで種苗をどこで買えるのかわからない。登録農薬が少ない。省力機械も少ない。どこに売れば良いのかわからない。また中国、韓国にあるのに、我が国には薬草市場がない。適正な市場価格は何をもちて決めるのかわからない。薬草の食薬区分も議論されていない。ないないづくしですが、だからこそ、学問、行政の縦割りを乗り越えて国として確固たる「国家戦略」を構築して、俊敏に決断実行していくことが求められていると確信しております。

編集委員：長根寿陽さんは、S社の開発事業室室長として、薬用植物の国内栽培の振興を目指して、多岐にわたって努力されています。その方法論は私のように薬学畑で育った者には想定できなかったことが多く、新鮮であり、期待を抱かせます。長根さんは視野が広く、一方で多くの情報を処理・整理しながら、他方で課題を見つけて解決に奔走していると感じています。薬用植物の国内栽培は失敗例が

多く、本格的に振興するには、新しい方法論が求められています。長根さんが薬用植物の国内栽培の振興に関心を持ち、その実現に高い志を抱くようになった経緯を教えてください。

長根：私が薬用植物の栽培に関わるきっかけは、植物工場の実用化の為、高付加価値作物として薬用植物の栽培試験を始めたのが最初でした。私は以前、植物工場の運営を担当しており、その事業化のため、他の作物と比較して付加価値の高い薬用植物の栽培を始めました。植物工場では気温だけでなく光量や気圧まで調整できる為、いろいろな植物の栽培に成功しました。しかしながら、人工的に環境を制御する方法では栽培コストがかさみ、現時点では採算性が合わず事業化するにはいたりませんでした。研究した栽培技術が世の中の役に立つためには、実際に市場に流通させる必要があります。事業化させることが重要です。学術的に成分を高めて安定的に栽培を行うことは事業化の第一歩ですが、次の課題は採算性です。これは農業全体にいえませんが、植物としての栽培は確立できたとしても、採算性を確立しなければ事業として普及・拡大することはありません。薬用植物の振興はまさに、採算性を確保した事業として確立できるかどうかにかかっていると感じています。事業化の為に、栽培できる技術だけではなく、低コストで栽培できる技術が必要です。

私たちは現在、日本の薬用植物の普及、推進のため採算性を重視した栽培研究に取り組んでいます。この採算性の向上の為に、栽培技術の向上だけではなく、大規模化による栽培・収穫コストの低減、育苗・加工作業の一元化などによる流通コストの削減なども事

業化のための重要な課題です。その課題解決の為、栽培を行っている各自治体と連携し、栽培協議会を設立するなどして事業化を目指しています。また、付加価値を高めるためには、国産のブランド化も必要です。

編集委員：日本農業の復興なしには日本の再生は難しいといわれています。薬用植物の国内栽培を振興できれば、日本農業の幅を広げ、活性化に役立つと考えておられるのでしょうか。農業は多くの問題を抱えています。私のように農村で育った者からみると、改革進歩した面も多くあると思います。しかし、改革倒れというか、大きな声を出す人達に引っ張られて、上辺走り足が地についていないというか、生き物としての農作物と丁寧につき合うタイプの人達が少なくなっているように感じています。そのような環境に薬用植物栽培を持ち込んで、生き物としての薬用植物に愛着をもって、継続的に育てることができるか心配しています。「どの位の儲けになるか」から、始まるように思います。

長根：私はいろいろな人達の門を叩くことから始めます。今回は慶應義塾大学環境情報学部医学部兼任教授の渡辺賢治先生とJA全農で中心的な役割を果たされ、現在、中島肇法律事務所シンクタンク部門の株式会社ジュリス・キャタリストの代表取締役の加藤一郎先生の門を叩きました。両先生は、優秀な漢方医療を国内だけでなく世界に広めることを考えており、そのためには漢方薬に配合する生薬を外国に依存するだけでなく、国内での生産拡大を提唱しています。バリュー・チェーンを基本に据え、薬用植物の栽培・漢方薬の生産・販売・臨床利用に関わる産業を成長させることを狙っています。私はそのチームの

一員として、多くの人達の考え方や実績等を参考にし、薬用植物の栽培や漢方薬の生産・販売の領域で仕事をしています。

渡辺賢治先生から漢方薬の麻黄湯がインフルエンザによく効くことを教わりました。2009年に新型インフルエンザが流行した時には、薬局から麻黄湯がなくなり、メーカーの生産が追いつかなかった。インフルエンザを疑った時点で最初に麻黄湯を使って自分で手当てをすれば、ほとんどの人は熱がさがる。それでも治らない人が病院に行って抗インフルエンザ薬を使うことにすれば、医療機関に多くの人押し寄せて感染が拡大するという恐れが少なくなるし、パンデミックを防ぎながらワクチンの製造までつなぐことができるということでした。強毒の新型インフルエンザが日本に上陸するのは時間の問題で、麻黄湯が効果的な対策だと知れば世界中であつという間に生薬（甘草、麻黄、杏仁、桂皮）が枯渇する。新型インフルエンザを防ぐためには生薬生産まで含めたバリュー・チェーンの確保が国家的な安全保障の問題になる。東洋医学会としては、政府のインフルエンザ対策の行動計画の中にきちんと漢方薬を位置付けてほしいという要望をもっているということでした。

編集委員：麻黄湯に配合される甘草と麻黄の国内栽培については、どのように考えておられますか。

長根：甘草については、仲間達が山梨県甲州市の甘草屋敷由来のウラルカンゾウのストロン苗を増殖し、年間700kg規模で生産できるようになっています。この栽培法は、根を短期間で育てる方法で、中国を中心に数か国から輸入される市場品は、主にストロンで、根

が少量含まれます。われわれの根中心の甘草は葉効本体のグリチルリチン酸の含量が約3%で、日本薬局方の規定をクリアしています。輸入品の栽培（野生状態での育成）期間は5年以上です。われわれの2年間栽培法では、フラボノイド・イソフラボノイド類の含量が市場品より低い傾向が出ています。これは甘草屋敷由来株の特性なのか、栽培年数なのか、栽培法や環境条件のためなのか、不明の点は今後の解明課題です。それでも有用な甘草であると考え、製品化の準備を始めています。漢方薬は原料が天然資源であるので、その製品は、メーカーによって違いがあります。どのメーカーの製品が一番いいというのは、臨床医学的に決められるもので、まだまだ時間がかかります。現在は、国家的な規格をクリアしたものが認可されており、メーカーによる違いは、各メーカーの特徴として臨床医学的に評価されるべきものであると考えています。

甘草生産を拡大し、栽培適地を探るために、熊本県合志市、新潟県胎内市、青森県新郷村、山梨県甲州市などと連携して試験栽培を始めています。担当者の気質や土地柄なども含めて様々なことを学んでいます。より優れた種苗を確保しながら、需要の拡大とともに今後の連携先を増やしていきたいと考えています。

麻黄については、中国は原則輸出禁止として非常に厳しい輸出制限をしています。国内の在庫は残量が少なくなり値上がりするのを待っているものを含め、数年間の必要量は確保されていると考えています。麻黄は国内栽培の実績がないため、栽培に規制がかかっていません。しかし、主成分のエフェドリンやプソイドエフェドリンは覚醒剤原料にもされており、麻黄の露地栽培は、盗難・悪用につながる可能性を心配し、植物工場での管理栽

培を模索しています。

編集委員：薬用植物の国内栽培では、製薬メーカーと農家との契約栽培が多いと思いますが、私は栽培事業の継続、栽培法などの進歩改善、人材育成の3条件が重要であると考えており、その条件をクリアする施策を探っています。

長根：漢方薬の原料を生産し、製品化し、販売、利用拡大を図るのには、様々な領域の活動が必要であると思います。それを薬草産業と呼ぶことにしています。個々には専門家がおりますが、そのことをまとめていく人材が育っていないために、薬草産業という言葉が市民権を得ていないように思います。加藤一郎さんは、薬草栽培に強い関心を示し、薬草産業を育てる目標に向かって、渡辺先生から多くのことを学び、ご自分のキャリアを活かして、医学・薬学・農学・園芸学・法学の専門家と生産者を結ぶシンポジウムを開催し、農協関係の雑誌や新聞、政治にも影響力を持っています。薬草産業のまとめ役が見当たらないことに危機感を抱き、活動を始めたと理解しました。積極的に行動しながら学ぶタイプということでしたので、大変参考にさせて頂いています。今後のご活躍が大変楽しみです。

編集委員：長根さん達の提案は、地方自治体と提携し、生産者と連携することを試みられています。メーカーと生産者の連携では、継続性の確保が難しく、人材育成も十分でないと思われます。実用栽培では機械化が進むと思われますが、生産者の自覚を育てることも課題であると思います。

長根：地方自治体との連携は、メーカーと生

産者の間に、自治体が入るほうが、利点が多いと判断したからです。また、付加価値を高めるためにはブランド化が必要ですが、自治体に関わることによって、地域ブランドが推進されます。その地域ブランドを活かした6次産業化の推進により地域経済の活性化に役立ちたいという思いもあります。地域の6次産

業化を推進することで、生産者が製品開発に関与することが、生産性の向上やイノベーションを加速させるという思いもあります。本気で薬草産業を育てるという事業は、国家的な課題だと思います。高い志と学ぶ姿勢のある人の参画を願っています。



●渡辺 賢治(わたなべ・けんじ)●

慶應義塾大学環境情報学部・医学部

1984年慶應義塾大学医学部卒業と同時に内科学教室入局。1990年4月東海大学医学部免疫学教室助手、1991年12月米国スタンフォード大学遺伝学教室ポスドクトラルフォロー、1995年5月北里研究所東洋医学総合研究所、2001年慶應義塾大学医学部東洋医学講座(現漢方医学センター)2013年4月より現職。

日本内科学会内科専門医、米国内科学会上級会員、日本東洋医学会専門医・指導医、日本東洋医学会副会長、和漢医薬学会理事、社会保障審議会統計分科会委員、WHOISD改訂委員会委員



●加藤 一郎(かとう・いちろう)●

中島肇法律事務所シンクタンク部門
株式会社ジュリス・キャタリスト代表

1971年 千葉大学園芸学部卒業、同年全農入会

1984年 米国全農燐鉍(株)ZPC

1990年 全農会長秘書

1998年 全農本所肥料農薬部

1999年 全農本所総合企画部

2002年 同常務理事

2005年 同代表理事専務 2011年同退任、日中韓FTA産官学共同研究委員、(独)農畜産物振興機構評価委員、千葉大学キャンパスアジア評価委員、富山市薬草栽培流通研究会ほか



●長根 寿陽(ながね・としはる)●

1968年4月5日生まれ 青森県出身
新日本製薬株式会社 開発事業室

薬用植物の栽培事業や海外事業など事業開発部門を担当。

大型リゾート施設の渉外担当役員、バイオベンチャー会社の社長などを経て、2010年から現職。農業から観光分野まで地域振興に関する幅広い知識と経験を有し、企業と自治体との連携事業などを数多く手がける。現在も全国各地で自治体と連携した薬用植物の栽培事業や地域特産物を活用した機能性食品の開発など、地域の6次産業化推進のサポートを行っている。

食品保健指導士や、きのこマイスターとして自治体の健康セミナーなどで講演活動も行っている。

マオウ属植物の栽培研究（第3報）¹⁾

シナマオウの株分け及び木質茎の挿し木による種苗生産の検討

野村行宏，佐々木陽平，三宅克典，御影雅幸*

金沢大学大学院医薬保健学総合研究科創薬科学専攻資源生薬学研究室

〒920-1192 石川県金沢市角間町

Studies of Cultivation of Ephedra Plants (part 3).

Multiplication from divisions and woody stem cuttings of *Ephedra sinica* Stapf

Yukihiro Nomura, Yohei Sasaki, Katsunori Miyake and Masayuki Mikage*

Laboratory of Herbal Medicine and Natural Resources, Division of Pharmaceutical

Sciences, Graduate School of Medical Sciences, Kanazawa University.

Kakuma-machi, Kanazawa 920-1192 Japan

2013年9月 日受付

要 旨

日本薬局方に収載され、また中国で一般に栽培されている漢方生薬「麻黄」の1原植物である*Ephedra sinica* Stapfを栽培する際の苗を得る目的で、株分けおよび木質茎の挿し木法を検討した。その結果、根茎を引いて生育している株は根茎部を切り分けることで容易に増殖することができた。また、非効率的であるが、まだ根茎を引いていない播種後4年生株からも株分けで1株あたり2～3株の新苗を得ることができた。また、挿し木法では、挿し穂基部を水平切りして挿し、人工気象器内で保管することにより、5割の苗が活着した。マオウ属植物の草質茎の挿し木は木質茎より困難であるとされており、草質茎の挿し木法については次報で述べる。

Summary

We investigated the multiplication from divisions and woody stem cuttings of *Ephedra sinica* Stapf, which is prescribed as one of the botanical origins of Ephedrae Herba in the Japanese Pharmacopoeia 16th. The results are as follows: The plantlets obtained by dividing an old stock grown by underground rhizomes took root easily; The plantlets obtained by cutting woody stem longitudinally with roots also took root easily, though it was inefficient; About a half of cuttings obtained from woody stems with enough herbal stems took root in a biotron, and the success rate was higher than that of *E. altissima* Desf. ever reported. The multiplication from cuttings of herbal stems of *Ephedra* plants will be reported in the next paper.

漢方生薬「麻黄」の栽培は中国で1980年代から盛んになり、現在では主として *Ephedra sinica* Stapf が栽培され、苗の確保は主として種子繁殖に依っている。一方、現時点では我が国でマオウ種子の生産は行なわれておらず、苗の確保のためには他の手法をも検討する必要がある。また、種子繁殖では遺伝的形質が一定ではない。そこで、筆者らはクローン株が得られる株分け法ならびに挿し木法などを検討することにした。これまでにマオウ属植物の挿し木法による繁殖については、藤田ら²⁾による『日本薬局方』に記載されていない *E. altissima* Desf. 及び *E. distachya* L. を用いた研究があり、木質茎を挿し穂とした場合の活着率は *E. altissima* で約40%、*E. distachya* で15%であったが、草質茎を挿し穂とした場合には、*E. altissima* では活着率が約10%と低く、*E. distachya* では全く活着しなかったと報告されている。また、『第十六改正日本薬局方』³⁾ 収載種としては、旧国立衛生試験所春日部薬用植物栽培試験場が導入した *E. sinica* 株 (Ep-13) について、株分けや根挿しが有効であると報告されている⁴⁾ が、Ep-13は我々が保有する *E. sinica* とは繁殖能力が大幅に異なり、筆者ら⁵⁾ はDNAを解析した結果 *E. sinica* ではなく、別種の交雑種である可能性を示した。そこで、本研究では金沢大学が保有する *E. sinica* を用いて、株分けおよび木質茎の挿し木による繁殖法を検討した結果について報告する。

1. 株分けによる繁殖

1) 根茎で増えた株を利用する方法

富山県薬用植物指導センターから株分けにて譲り受けた *Ephedra sinica* を、金沢大学医薬保健学域薬学類・創薬科学類附属薬用植物園にてワグネルポット (1/2000a) または11号

駄温鉢で5年間育てた2株 (A株, B株)、地下部に多数の根茎を延ばし、子株が増殖している株 (写真1)。

2013年6月中旬に、適度に根が残るように根茎をA株は10苗に、B株は9苗に切り分け (写真2)、市販栽培用土 (プランターの土: 秋本天産物) を用い、ロングポット (深さ20cm) に植え付けた。

活着の評価を2013年8月12日に行なった結果、全株が活着していた。

2) 木質茎基部を切り分ける方法

Ephedra sinica: 2株 (C株, D株)。2株ともに、金沢大学医薬保健学域薬学類・創薬科学類附属薬用植物園内の株から採取した種子



写真1 根茎を引いて増殖した株

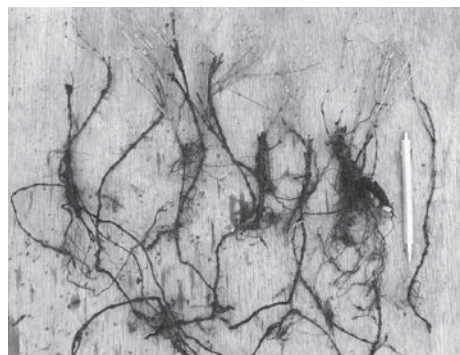


写真2: 根茎を引いて増殖した株を切り分けた状態 (一部分)。

を播種（2004年春）して得られた実生苗を育てた4年生株で、基部は木質化し、径約8mmで、地下に引く根茎は認められなかった。

2008年3月22日に、実験材料を鉢から取り出し、水中でよく土を落とし、鋭利なナイフで、それぞれの子株に適度な根が残るように、C株は4分割（縦割：写真3）、D株は3分割し、ワグネルポット（1/5000a）に市販栽培用土（プランターの土：秋本天産物）を用いて定植し、日当りの良い屋外に保管した。なお、3月は中国において麻黄の植え替えに適した時期とされている。

活着の評価を2008年9月25日に行なった結果、C株は4苗のうち2株（C-2, 4）が生存し、他の2株（C-1, 3）が枯れた。D株は、全3株が生存していた。



写真3：2縦割した状態。さらに2縦割して4株とした。

2. 木質茎の挿し木による繁殖

1) 実験材料

E. sinica の園内継続栽培株。

2) 挿し穂の調製方法

調製条件：木質茎は数カ所の節から多数の草質茎が出た状態で、挿し穂は各節のすぐ上で切断して得た。次いで、木質茎基部の切り口を水平切り（軸に対して垂直）と返し切り（水平切りした部分の約半分に更に斜めに切り込み）の2群に分け、それぞれの群を発根剤（ルートン：石原産業株式会社）塗布と塗布無しの、合計4群に分け、各群5株を準備した（表1）。草質茎は全て残した。

3) 植え付けおよび管理方法

用土として鹿沼土を用い、硬質ポリポット（直径9cm）に2～3cmの深さに挿した。

培養環境条件：人工気象器（日本医化器械製作所：LPH-200RDSMP）。温度25℃、湿度70%、光照射：15時間（25,000～30,000ルクス）

4) 実験期間

2006年11月28日、29日に挿し木し、2007年9月26日（10ヶ月後）に評価した。

5) 評価方法

生存しているものは土壌表面からの地上部の長さ、茎の数、根の長さを測定し、根の量は目視的に観察した。枯死したものについては、切り口のカルス形成の有無、根があれば長さを測定し、根の量を目視的に観察した。

結果（表1、写真4）

返し切りした条件1、2では、発根剤の有無にかかわらず、10検体すべてが枯死したが、発根剤を塗布した群はカルスの形成並びに根の伸長がよかった。水平切りの条件3、4については、条件3（発根剤無し）で5検体中3検体が活着し、条件4（発根剤有り）で5検体中2検体が活着し、発根率や活着率については発根剤の顕著な効果は認められなかった。

表1 挿し木条件と結果

条件・ 資料番号	生 存 ※				枯 死		
	地上部長 (cm)	茎数 (本)	根長 (cm)	根の量	カルス形成	根長 (cm) ※※	根の量
条件1-1	—	—	—	—	無し	—	—
2	—	—	—	—	無し	—	—
3	—	—	—	—	有り	0	—
4	—	—	—	—	有り	8	少
5	—	—	—	—	有り	5	少
条件2-1	—	—	—	—	無し	—	—
2	—	—	—	—	有り	0	—
3	—	—	—	—	有り	3	少
4	—	—	—	—	有り	10	多
5	—	—	—	—	有り	13	多
条件3-1	—	—	—	—	無し	—	—
2	—	—	—	—	有り	3	少
3	7.0	1	9	少	—	—	—
4	6.5	1	16	中	—	—	—
5	13.0, 7.0	2	15	多	—	—	—
条件4-1	—	—	—	—	無し	—	—
2	—	—	—	—	有り	0	—
3	—	—	—	—	有り	0.8	少
4	8.5, 5.5	2	9	多	—	—	—
5	15.7	1	21	多	—	—	—

条件1：返し切り，発根剤（ルートン）塗布なし

条件2：返し切り，発根剤（ルートン）塗布あり

条件3：水平切り，発根剤（ルートン）塗布なし

条件4：水平切り，発根剤（ルートン）塗布あり

※：—は枯死したことを意味する。

※※：0 (cm) はカルスの形成が認められたが，根が伸張しなかったものを示す。

結論および考察

1. *Ephedra sinica* 栽培株の株分け実験において，地下に根茎を引いて繁殖した株では作製した全ての子苗が活着し，好成績であった。一方，根茎を引かない株の木質化した根元の株分けによる繁殖に関しては，2株から得られた7つの小苗のうち5苗（71.4%）について活着させることができた。結果としては十分な成績であるが，発芽後4年以上経過した *E. sinica* でも茎はあまり太くならないため，個体数を多く得る事が出来ないこと，播種してから親株として株分けに供することができるまでに時間がかかりすぎることで，得られる小苗が少ない

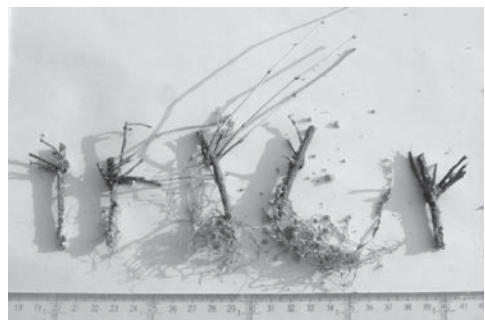


写真4：挿し木後10ヶ月後の状態（条件2）
（左から，条件2-2，2-3，2-4，2-5，2-1。
草質茎の多くはすでに枯死脱落している）

ので失敗した場合のリスクが高すぎることなどの短所がある。なお，*E. sinica* は日局収載の他の2種 (*E. intermedia*, *E. equisetina*)

に比して根茎を引いて増殖する性質が強いので、本研究の結果からは、十分生長して根茎を引いた株を親株として株分けするのが適していると判断される。一方、同じ *E. sinica* でも株によって根茎を延ばす性質が強いものと弱いものがある可能性があり、今後の検討課題である。なお、Ep-13については、株分け時期は3月中旬～4月中旬頃と10月上旬から11月中旬頃が適期であると紹介されているが、本研究では少なくとも6月中旬までは可能であることが明らかになった。ただし、株分け後の年内の生長を考慮すると、新芽が動き出す前が適切であると判断される。

2. *E. sinica* の木質茎の挿し木による繁殖実験に関しては、水平切り苗、返し切り苗ともに約半数が発根したが、活着率は水平切り苗では50%、返し切り苗では0%であった。活着率から判断すると水平切りが適しているが、返し切り苗でも発根後早期に植え替えるなど適切な管理により活着する可能性がある。また、すべての条件(苗)において、カルス形成が認められたが、その後枯死したものが多く、その原因に不適切な灌水(給水不足)が考えられ、適切な灌水量についても検討する余地がある。また、発根剤の塗布に関しては、発根促進効果は認められなかったが、発根後の根の生長に関しては有効であると判断された。以上、日局収載種の *E. sinica* において挿し穂の基部を水平切りし人工気象器内で管理することにより、藤田らが *E. altissima* で報告した活着率をやや上回る成績が得られた。なお、ここにはデータを示さなかったが、予備的実験として蒸散を押さえるために草質茎を半分以下に切り詰めた株ではすべて枯死したことから、挿し穂には十分な草質茎を残

す必要がある。

3. *Ephedra* 属植物は灌木であるが、*E. sinica* については、冬に氷点下をかなり下回る自生地では地上部が根頭部を残して全て枯れるので、挿し穂として利用できるような木質茎が得られない。一方、比較的暖かい地域ではわずかに地上茎が残り、次年度以降に木質化する。金沢では冬期にかなりの積雪があり、その下では *E. sinica* の地上部の大半は枯死せず、一部が木質化する。今回の研究で利用した木質茎はそうしたものである。なお、いずれにせよ大量の木質茎を得ることはできないので、活着率が悪いが多量に得られる草質茎の挿し木を検討する必要がある、次報で述べる。

文献

- 1) 第2報：大富規弘，野村行宏，井出達也，大野剛史，毛利千香，御影雅幸．マオウ属植物の栽培研究(第2報)，海水がシナマオウの生長およびアルカロイド含量に及ぼす影響．薬用植物研究，35(1)，1-8(2013)
- 2) 藤田早苗之助，栗原孝吾，衛生試験所報告，85，112-114(1967)
- 3) 第十六改正日本薬局方，厚生労働省，2012，p.1589.
- 4) 薬用植物栽培・品質評価指針作成検討委員会編，『薬用植物 栽培と品質評価』Part9，薬事日報社，東京，2000，pp.67-78.
- 5) 御影雅幸，北岡文美代，松本昌士，安藤広和，佐々木陽平，杉村康司，飯田修．旧国立衛生試験所が導入し保存してきたマオウ属植物Ep-13に関する新知見．薬用植物研究，投稿中.

●野村 行宏 (のむら・ゆきひろ) ●

神奈川県出身

1990年 帝京大学薬学部卒業

2012年 金沢大学大学院医薬保健学総合研究科
(博士後期課程) 社会人学生

●佐々木 陽平 (ささき・ようへい) ●

長野県出身

1997年 金沢大学薬学部卒業

2003年 富山医科薬科大学大学院薬学研究科修了
博士 (薬学)

●三宅 克典 (みやけ・かつのり) ●

岡山県出身

2005年 富山医科薬科大学薬学部卒業

2010年 富山大学医学薬学教育部修了
博士 (薬学)

●御影 雅幸 (みかげ・まさゆき) ●

大阪府出身

1973年 近畿大学薬学部卒業

1975年 富山大学大学院薬学研究科修了

1984年 薬学博士

薬用植物トリカブトの育種と栽培の研究

- 11 主要品種，系統及び自然交雑あるいは人工交雑種子から養成した系統のアコニチン系アルカロイド及び総アルカロイド含有量間の相関関係

Breeding and Cultivation Studies for Medicinal Plant Torikabuto (Aconite)

- 11 Correlation between aconitine alkaloid and total alkaloid contents of varieties and natural crossing or artificial crossing materials

川口 數美・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

2013年7月1日受付

要 旨

成分含有量の増減の方向が栽培場所あるいは栽培年次などによって異なるとすれば，育成された品種の特性を維持することは困難であるので，導入品種系統あるいは交雑系統などを用いて，成分間の相関関係を調べ，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，栽培場所，栽培年次あるいは栽培期間を通じて，導入品種系統及び育成系統では成分含有量は一方が増加するとき，他方が有意に減少するということはなく，両者の増減は関係がないか，両者とも増加するか減少する関係であることが確認された。また，自然交雑及び人工交雑の分離個体間の成分含有量相関は同一成分間で，正相関及び負相関の組合せが認められた。

人工交雑した35組合せの成分型の遺伝様式¹⁾あるいは成分含有量及び相対成分比率型の分離状況²⁾などについて報告してきたが，その中で，超越分離個体が認められたことから，さらに高成分含有量の系統の育成が可能であろうと推量した。しかし，このことについて成分間に負の相関が存在すれば，両成分含有

量をもつことは困難であるので6成分間どのような相関関係があるかを検討した。また，育成される品種の総アルカロイド，アコニチン系アルカロイド4種類の含有量及び4種類の合計の総量の増減の方向が栽培場所や栽培年次によって異なるものと異なるものがあるとするれば，後者を選抜しなければな

らない。

それらのことを解明するため、まず、既存2品種、育成1品種及び有望な1系統を用いて6種類の成分含有量の増減の方向は栽培場所あるいは年次によって異なるかから検討を始めた。品種系統別に個体を対にした同一年次内の成分含有量間相関（以下、成分間相関）、すなわち、栽培場所あるいは年次によって、成分含有量の増減の方向が異なるかを（試験1）、つぎに、異なる成分型の品種及び系統を用いて、系統別に年次を対にした成分間相関、すなわち、年次によって増減の方向が異なるかについて（試験2）、また、年次を対にした同一成分の品種系統間相関、すなわち、遺伝的に異なる品種では年次によって増減の方向が異なるかどうかについて（試験3）、さらに、自然交雑（試験4）及び人工交雑（試験5）種子から分離してきた個体の成分型別の成分間相関、すなわち、組み合わせによって分離してくる個体の成分間の増減の方向が異なるかについて検討した。

また、先に報告³⁾した成分特性の年次内変化について7成分間相関、すなわち、生育時期によって成分含有量の増減の方向が異なるかを検討した（試験6）。

本論文はそれら品種、系統及び組合せ別の成分含有量の成分間の相関関係について報告するものである。

なお、これらの材料の養成については、すでに報告したものもあるが、主要なことについては記述する。

材料及び方法

供試系統の養成地など、つぎの項目については試験1から試験6まで同じである。

1) 供試系統の栽培地

北海道虻田郡豊浦町の農場（火山灰土）で

養成した。

2) 栽培条件及び成分分析法

畦幅72cm、株間20cmで元肥として堆肥及び化成肥料を9月上旬に施肥してから定植し、追肥として窒素及びリン酸を5月上旬に施肥した。栽培条件及び成分分析法は岡田・川口と同じである⁴⁾。

3) 分析項目

分析項目は総アルカロイド（TA）及び4種類のアコニチン系アルカロイド、すなわち、mesaconitine(M)、hypaconitine(H)、aconitine(A)及びjesaconitine(J)について分析し、4種類のアコニチン系アルカロイドの合計を総量（SA）とした。

つぎに、供試材料あるいは試験年次など、各試験で異なるものは以下の通りである。

試験1 品種及び系統別の同一年次内の成分間相関関係

- 1) 供試材料：表1に示す3品種1系統である。品種はサンワおくかぶと1号（以下、サンワ1号）、当社保存のハナトリカブト晩生（以下、ハナ晩生(当)）、(独)医薬基盤研薬用植物資源研究センター保存のハナトリカブト晩生（以下、ハナ晩生(筑)）の3品種及び系統は佐渡原産の系統1714である。
- 2) 試験年次及び栽植個体数：1995年産～1997年産の3ヵ年にわたって試験した。各品種系統（以下、品系）とも初年目は40個体、2年目及び3年目は60個体を養成した。
- 3) 分析材料採取法：1個体から最大子根を採取した。

試験2 年次を対にした品種系統別の成分間相関関係

- 1) 供試材料：表2-1～表2-4に示す成分Ⅳ型12品系、Ⅲj型14品系、Ⅲh型7品系及び

II AJ型 3 品系の計36品系を供試した。表中のハナ早生はハナトリカブト早生、ヤマトリはヤマトリカブトの略称である。

- 2) 試験年次：表 2-1～表 2-4 に示されるように最少 7 年から最多 15 年（1991 年～2008 年間の当該年数）である。
- 3) 栽植個体数及び分析材料採取法：1 品系当り栽植個体数は 1 個体から 5 個体で、分析材料として 1 個体から最大子根を採取し、複数の採取子根は混合して分析した。

試験 3 年次を対にした同一成分の品種系統間相関関係

- 1) 供試材料：つぎの10品系を供試した。

品種番号	品種名	型	品種番号	品種名	型	品種番号	品種名	型
1	サンワ1号	IV	5	ハナ晩生 (当)	IIIj	8	0853	IIIj
2	ハナ早生	IV	6	ハナ晩生 (筑)	IIIj	9	1714	IIIj
3	0248	IV	7	ヤマトリ	IIIj	10	0656	IIIh
4	0582	IV	注：型は成分型					

なお、表中の型は成分型でローマ数字はアコニチン系アルカロイド4種類の成分数を、すなわちIV型はM, H, A及びJのすべてを含有し、つぎのアルファベットの小文字は含有しないことを表し、IIIj型はM, H及びAを含有しJを含有してないことを表している。

- 2) 試験年次：表 3 に示されるように最少 7 年から最多 15 年（1991 年～2008 年間の当該年数）である。
- 3) 栽植個体数及び分析材料採取法：試験 2 と同様である。

試験 4 自然交雑採種親別の成分間相関関係

- 1) 供試材料：表 4 に示す先に報告⁵⁾した17自然交雑で分離個体数が 7 個体以上について検討した。
- 2) 試験年数：1 ケ年の成績である。
- 3) 分析材料採取法：1 個体から最大子根を

採取した。

試験 5 人工交雑組合せ別の成分間相関関係

- 1) 供試材料：表5シリーズに示す先に報告²⁾した35組合せのうち、分離成分型が 0 型と I 型を除いた24の組合せで、分離個体数が 9 個体以上を検討した。
- 2) 試験年数：1 ケ年の成績である。
- 3) 分析材料採取法：1 個体から最大子根を採取した。

試験 6 生育時期別の成分間相関関係

- 1) 供試材料：サンワ 1 号
- 2) 試験年数：表 6 シリーズに示す先に報告した³⁾ 2 ケ年(1997及び1998年産)である。
- 3) 分析材料採取法及び分析値：植付け期から翌々年の春まで12及び15回にわたり、各時期24株から最大子根を採取した。分析は株別に行い、分析値は24株の平均である。

結果及び考察

試験 1 及び試験 2 は同一遺伝子型の品系が栽培年次内及び栽培年次間で 7 つの成分間でどのような関係にあるかを検討したものである。言い換えれば、栽培場所あるいは年次によって成分間で増減の方向は同じであるか、その逆に増減の方向は異なるかを検討したものである。

試験 3 は同一成分の増減の方向が品系によって同じか、あるいは異なるかをみたものである。

試験 4 及び試験 5 は分離してきた異なる遺伝子型の系統では 7 つの成分間にどのような相関関係があるかを検討したものである。言い換えれば、分離してきた個体間の成分含有量の増減の方向が組合せによって同一方向であるか、また、異なるかをみたものである。

試験6は生育時期によって、成分間相関が異なるかを検討したものである。

各試験の結果は次の通りである。

試験1 品種及び系統別の同一年次内成分間相関関係

同一年次内の成分間相関について4品系をこみにしてみると、表1にみられるように4品系に共通なTA-SA, M-A, M-H及びH-A間については、M-A間は4品系とも3ヵ年すべて0.1%水準で有意な正の相関が認められ、また、TA-SA間は4品系すべてがM-A間のようにすべての年次で有意な相関ではないが、3ヶ年中、サンワ1号及びハナ晩生(筑)では1ヶ年、ハナ晩生(当)では2ヶ年あるいは系統1714では3ヶ年に1%以下の有意な正の相関関係が認められる。

これらに対してHと他の2成分のそれぞれとの関係は4品系の3ヵ年の12の関係のうち半分以下の間で1%以下の正の相関が認められるにすぎない。とくに、1714のM-H間及びハナ晩生(当と筑)のH-A間では3ヶ年とも有意な相関は認められない。

IV型のサンワ1号のA-J, M-J及びH-Jはそれぞれの順で3, 2及び1ヶ年に0.1%以下の有意な正の相関が認められる。

このように4品系間には多少の差異がある

ように見受けられるが、いずれにしても、4品系の7成分間相関は有意な正の相関か、相関なしかで、有意な負の相関は認められない。

すなわち、年次あるいは養成場所が異なっても、4品系では7成分含有量の増減方向は逆方向のものはないとみてよからう。

なお、表1の1995年の40個体、1996年及び1997年の60個体に達していない個体数は当該年度に生育不良あるいは枯死したためである。

試験2 年次を対にした品種系統別の成分間相関関係

試験1では同一遺伝子型品系の個体の同一年次内の成分間相関を検討したが、ここでは同一遺伝子型品系の年次を対にした7つの成分間の関係を成分別別に検討した。

1) IV型の成分間相関

表2-1にIV型の7成分間の相関関係を示した。表にみられるように、TA-SA間では1品系で、M-A間では12品系のうち10品系で、また、A-J間あるいはM-J間ではそれぞれ8品系あるいは7品系で1%水準以下の有意な正の相関が認められた。

これに対してHと他の3成分間の関係はA-J間あるいはM-J間の関係よりやや薄い関係のように見受けられる。0441及び0468を除いた10品系ではHと関わる成分間に有意な相関

表1 品種・系統別の年次内成分間相関係数

品種名	試験年次	個体数	成分間相関関係						
			TA-SA	M-A	A-J	M-J	M-H	H-A	H-J
サンワ1号	95	40	0.29	<i>0.93</i>	<i>0.62</i>	<i>0.62</i>	-0.05	0.10	-0.25
	96	57	0.33	<i>0.88</i>	<i>0.52</i>	0.29	<i>0.51</i>	<i>0.77</i>	<i>0.51</i>
	97	46	<i>0.57</i>	<i>0.78</i>	<i>0.75</i>	<i>0.73</i>	0.41	<i>0.64</i>	0.36
ハナ晩生(当)	95	39	0.13	<i>0.91</i>			0.42	0.34	
	96	44	0.39	<i>0.82</i>			0.13	-0.04	
	97	48	<i>0.53</i>	<i>0.69</i>			0.24	0.35	
ハナ晩生(筑)	95	40	<i>0.51</i>	<i>0.66</i>			0.38	0.26	
	96	58	0.27	<i>0.81</i>			0.34	0.13	
	97	59	0.23	<i>0.73</i>			<i>0.56</i>	0.33	
1714	95	40	<i>0.86</i>	<i>0.67</i>			-0.05	0.35	
	96	53	<i>0.49</i>	<i>0.82</i>			0.02	0.22	
	97	59	<i>0.60</i>	<i>0.88</i>			0.17	0.34	

注：太数字は1%、斜太数字は0.1%水準で有意

表2-1 IV型の年次対の成分間相関係数

品種番号	品種名系統名	調査年数	成分含有量の相関関係						
			TA-SA	M-A	A-J	M-J	M-H	H-A	H-J
1	0441	8	0.15	<i>0.95</i>	0.91	<i>0.94</i>	0.87	<i>0.94</i>	0.84
2	0468	8	0.17	<i>0.95</i>	0.85	0.71	<i>0.93</i>	<i>0.96</i>	0.74
3	0735	7	0.88	<i>0.99</i>	0.94	0.93	0.08	0.21	0.13
4	0248	11・13	0.70	<i>0.91</i>	<i>0.91</i>	<i>0.82</i>	0.10	0.28	0.27
5	0582	11・14	0.35	<i>0.80</i>	0.76	0.71	0.12	0.51	0.28
6	0473	8	0.04	0.92	<i>0.97</i>	<i>0.94</i>	0.49	0.75	0.65
7	サンワ1号	13・15	0.23	<i>0.94</i>	<i>0.77</i>	<i>0.83</i>	0.08	0.25	0.17
8	ハナ早生	12・14	0.12	<i>0.86</i>	0.74	0.70	0.25	0.49	0.62
9	0438	8	0.15	0.92	0.80	0.66	0.70	0.64	0.38
10	0008	8	0.36	0.91	-0.06	0.00	0.75	0.80	-0.02
11	0125	8	0.71	0.74	0.42	0.56	0.48	0.13	0.58
12	0198	7	0.22	0.80	0.65	0.47	-0.20	-0.01	0.25

注：調査年数欄の13・15などは前者の数字はTA-SAの年数、後者はM-H、

M-Aなどその他の年数、太数字は1%、斜太数字は0.1%水準で有意

関係は認められない。

品系別ではTA-SAを除く、6つの成分間すべてに1%水準以下の有意な相関が認められている0441、同様な水準で4成分間に認められる0468、3成分間の0735、0248、0582、0473、サンワ1号及びハナ早生、1成分間の0438及び0008、すべてで認められない0125及び0198などが認められる。

このように、品系間で差があるように見受けられるが、有意な負の相関は認められないので、試験1と同様に年次が異なっても、成分の増減の方向はこれら12品系では逆方向ではないとみてよかろう。

なお、試験1と共通なサンワ1号の有意性であるが試験1の3ヶ年のいずれかの結果と同じである。

2) IIIj型の成分間相関

つぎに、表2-2に示されるIIIj型であるがTA-SA間の関係はかなり薄い関係で有意なものとは認められない。IIIj型でもM-A間の関係が最も深く、14品系中11品系で1%水準以下の有意な正の相関が認められる。Hと他の2成分との関係はIV型の場合と同様に薄いようで、M-H間及びH-A間でともに3品系で1%水準以下の有意な正の相関が認められるにすぎない。

表2-2 IIIj型の年次対の成分間相関係数

品種番号	品種名 系統名	調査 年数	成分含有量の相関関係			
			TA-SA	M-A	M-H	H-A
13	ヤマトリ	9・11	0.75	<i>0.89</i>	0.76	0.79
14	ハナ晩生(筑)	10・12	0.42	<i>0.84</i>	0.74	0.70
15	0028	7	0.10	<i>0.98</i>	0.91	0.91
16	ハナ晩生(当)	11・13	-0.06	0.72	0.37	<i>0.84</i>
17	0786	8	0.17	0.85	0.59	0.81
18	0777	8	0.29	<i>0.95</i>	-0.49	-0.53
19	1714	13・15	0.25	0.69	-0.12	-0.28
20	0785	8	0.40	<i>0.93</i>	0.67	0.62
21	0066	7	0.86	0.97	0.56	0.60
22	0772	8	0.33	<i>0.99</i>	0.31	0.32
23	0787	8	0.46	0.90	0.25	0.20
24	0065	7	-0.19	0.81	0.16	0.29
25	0026	7	0.07	0.73	0.61	0.49
26	0781	8	0.05	0.48	0.12	0.39

注：調査年数欄の13・15などは前者の数字はTA-SAの年数、後者はM-H、M-Aなどの年数、太数字は1%、斜太数字は0.1%水準で有意

そのなかで、ヤマトリあるいは0028のようにM、H及びAの3成分間に、また、ハナ晩生(筑)及びハナ晩生(当)のように2成分間に、さらに、0786、0777、1714、0785、0066、0772及び0787はM-A間の1成分間だけに有意な正の相関が認められる。これに対して品種番号24、25及び26の0065、0026及び0781はいずれの成分間でも有意な相関関係は認められない。

試験1と共通のハナ晩生(筑)、ハナ晩生(当)及び1714のM-A間では同様に有意な正の相関が認められたが、M-H間及びH-A間では両試験で一致したものの、あるいは一致しないものが認められるが、有意な負の相関関係は試験2でも認められない。

3) IIIh型の成分間相関

つぎに、表2-3に示されるIIIh型であるが、この型でもTA-SA間では有意な相関は認められず、M-A間及びA-J間が7品系中3品系で、M-J間では1品系に有意な正の相関が認められる。個別の品系では0734がM、A及びJの3成分間に、0742がM-A間及びA-J間の2成分間に、0668がM-A間に、0670がA-J間の1成分間に1%水準以下の有意な正の相関が認められ、すべての成分間に有意な負の相関関係は認められない。

表2-3 IIIh型の年次対の成分間相関係数

品種番号	品種名 系統名	調査 年数	成分含有量の相関関係			
			TA-SA	M-A	M-H	H-A
27	0734	7	-0.21	0.88	0.90	<i>0.96</i>
28	0742	7	-0.01	<i>0.96</i>	0.88	0.86
29	0668	7	0.22	<i>0.93</i>	0.65	0.69
30	0670	7	0.86	0.69	0.91	0.71
31	0671	7	0.16	0.79	0.71	0.70
32	0265	7	-0.04	0.86	0.70	0.62
33	0719	7	-0.49	0.53	0.27	0.47

注：前表と同じ

4) II AJ型の成分間相関

表2-4に示されるTA-SA間では有意な相関は認められないが、II AJ型はA-J間に1%水準

表2-4 II AJ型の年次対の成分間相関係数

品種番号	品種名 系統名	調査 年数	成分の相関関係	
			TA-SA	A-J
34	0135	7	0.17	0.88
35	0163	7	0.65	0.85
36	0672	7	0.57	0.90

注：前表と同じ

の有意な正の相関が2品系に認められ、負の相関は認められない。

以上、M及びAを含有するIV型、IIIh型及びIIIj型ではMとAの増減方向が3成分型とも有意な正の相関がもっとも多く、また、Hを含有す

表3 年次を対にした同一成分の品種系統間の相関係数

品種・系統名間		両親の 成分型	年次 標本数	6成分の相関係数						
				TA	SA	M	H	A	J	
サンワ1号	ハナ早生	IV IV	12・14	0.62	0.60	0.61	0.32	0.38	0.60	
サンワ1号	0248	IV IV	10・13	0.71	0.86	0.80	0.73	0.69	0.92	
サンワ1号	0582	IV IV	11・14	0.50	0.64	0.76	0.75	0.55	0.66	
ハナ早生	0248	IV IV	8・11	0.71	0.78	0.81	0.02	0.74	0.67	
ハナ早生	0582	IV IV	10・13	0.59	0.63	0.70	0.25	0.63	0.39	
	0582	IV IV	9・12	0.79	0.85	0.83	0.91	0.81	0.76	
サンワ1号	ハナ晩生(当)	IV IIIj	11・13	0.78	0.69	0.60	0.45	0.49		
サンワ1号	ハナ晩生(筑)	IV IIIj	10・12	0.82	0.62	0.38	0.71	0.31		
サンワ1号	ヤマトリ	IV IIIj	9・11	0.80	0.71	0.78	0.24	0.39		
サンワ1号	0853	IV IIIj	12・15	0.67	0.68	0.57	0.27	0.55		
サンワ1号	1714	IV IIIj	12・14	0.78	0.76	0.60	0.43	0.66		
ハナ早生	ハナ晩生(当)	IV IIIj	10・12	0.92	0.76	0.80	0.54	0.68		
ハナ早生	ハナ晩生(筑)	IV IIIj	9・11	0.87	0.84	0.81	0.73	0.73		
ハナ早生	ヤマトリ	IV IIIj	9・11	0.89	0.77	0.67	0.71	0.68		
ハナ早生	0853	IV IIIj	11・13	0.51	0.64	0.64	0.07	0.72		
ハナ早生	1714	IV IIIj	12・14	0.30	0.87	0.80	0.11	0.61		
	0248	ハナ晩生(当)	IV IIIj	8・11	0.65	0.78	0.77	0.66	0.69	
	0248	ハナ晩生(筑)	IV IIIj	8・10	0.82	0.74	0.60	0.70	0.69	
	0248	ヤマトリ	IV IIIj	7・9	0.70	0.73	0.72	-0.06	0.65	
	0248	0853	IV IIIj	10・13	0.58	0.66	0.51	-0.01	0.61	
	0248	1714	IV IIIj	10・13	0.22	0.73	0.62	0.16	0.37	
	0582	ハナ晩生(当)	IV IIIj	9・11	0.45	0.77	0.54	0.68	0.56	
	0582	ハナ晩生(筑)	IV IIIj	9・11	0.60	0.66	0.40	0.66	0.45	
	0582	ヤマトリ	IV IIIj	8・10	0.44	0.42	0.68	0.46	0.38	
	0582	0853	IV IIIj	11・13	0.31	0.60	0.46	-0.12	0.40	
	0582	1714	IV IIIj	11・14	0.17	0.56	0.46	0.06	0.15	
ハナ晩生(当)	ハナ晩生(筑)	IIIj IIIj	10・12	0.92	0.92	0.75	0.89	0.86		
ハナ晩生(当)	ヤマトリ	IIIj IIIj	9・11	0.85	0.41	0.20	0.62	0.36		
ハナ晩生(当)	0853	IIIj IIIj	10・12	0.51	0.71	0.60	0.18	0.77		
ハナ晩生(当)	1714	IIIj IIIj	11・12	0.67	0.79	0.68	0.01	0.61		
ハナ晩生(筑)	ヤマトリ	IIIj IIIj	9・11	0.83	0.66	0.43	0.60	0.61		
ハナ晩生(筑)	0853	IIIj IIIj	10・12	0.60	0.67	0.70	0.19	0.62		
ハナ晩生(筑)	1714	IIIj IIIj	10・12	0.66	0.88	0.85	0.30	0.80		
ヤマトリ	0853	IIIj IIIj	9・11	0.68	0.66	0.30	-0.05	0.64		
ヤマトリ	1714	IIIj IIIj	9・11	0.57	0.71	0.46	-0.26	0.67		
	0853	1714	IIIj IIIj	12・15	0.43	0.76	0.85	0.65	0.66	
サンワ1号	0656	IV IIIh	12・15	0.73	0.37	0.43		0.08	0.48	
ハナ早生	0656	IV IIIh	11・14	0.91	0.65	0.26		0.43	0.56	
	0248	0656	IV IIIh	10・13	0.77	0.57	0.32		0.47	0.61
	0582	0656	IV IIIh	11・13	0.64	0.53	0.36		0.21	0.58
ハナ晩生(当)	0656	IIIj IIIh	10・13	0.80	0.43	-0.02		0.13		
ハナ晩生(筑)	0656	IIIj IIIh	10・12	0.77	0.37	-0.21		0.34		
ヤマトリ	0656	IIIj IIIh	9・11	0.86	0.74	0.72		0.80		
	0853	0656	IIIj IIIh	12・14	0.58	0.48	-0.18		0.39	
	1714	0656	IIIj IIIh	12・15	0.34	0.55	-0.08		0.29	
品系間数計(A)				45	45	45	36	45	10	
有意な品系間数(B)				16	19	13	6	10	2	
同上比率(B/A) %				36	42	29	17	22	20	

注：斜太数字は0.1%、太数字は1%水準で有意差あり、年次標本数欄の左列の数字はTAの標本数、右列はそれ以外の標本数、ハナ晩生(当)は当社保存、ハナ晩生(筑)は医薬基盤保存

るIV型及びIIIj型ではHと他の成分との関係はM-A間の関係より薄いようでIV型及びIIIj型の2成分型とも同じ傾向であることが確認された。

また、IIAJ型では一方の成分が増減するとき、他方の成分は逆の方向に増減するのではないかと考えていたが、2成分とも増減の方向は同じであることも確認された。

いずれにしても36品系で7成分間に有意な負の相関は認められないので、7成分間の増減方向は試験1と同様に年によって逆方向のものはないと推察する。

試験3 年次を対にした同一成分の品種系統間の相関関係

表3に同一成分の10品系間の相関関係を示した。表にみられるように6成分の品系間相関に有意な負の相関関係は認められない。TA, SA, M及びAでは品系間数は各45, Hの

それは36, Jでは10で、そのうち有意な正相関が認められた数はTA, SA, M及びAの順で16, 19, 13, 10, Hで6, Jでは2品系間に認められている。それらの比率は先の順に36, 42, 29, 22, 17及び20%である。

異なる品系間の同一成分の相関関係が有意であることは正相関であれば、この両品系は年次による成分含有量の増減方向が一致していることになる。

負であれば品系によって増減の方向が異なることで、すなわち、ある年次において一方の品系は増加するが、他方の品系で減少するということになる。

負の相関が認められなかったことは、これら10品系の年次における増減の方向は逆のものはないということになる。

アコニチン系アルカロイドの4成分別にみるとHがもっとも低く、ついでJ及びAでMが

表4 自然交雑個体の成分間相関係数

品種番号	採種親品系名	成分型	個体数	成分間相関						
				TA-SA	M-A	A-J	M-J	M-H	H-A	H-J
14	サンワ1号	IV	102	—	<i>0.76</i>	<i>0.42</i>	<i>0.36</i>	0.17	0.17	0.19
2	エゾトリ	IV	28	-0.10	<i>0.82</i>	<i>0.68</i>	0.43	0.00	-0.19	-0.34
1	オクトリ	IV	82	0.27	<i>0.46</i>	0.26	-0.03	<i>0.45</i>	-0.26	-0.33
9	ハナ晩生(当)	IV	*123	0.13	<i>0.46</i>	0.11	0.08	-0.11	-0.41	-0.20
15	0582	IV	22	—	<i>0.69</i>	0.29	0.28	-0.09	-0.12	-0.01
16	伊達2号	IV	13	0.38	<i>0.86</i>	-0.13	-0.11	0.17	0.06	-0.12
6	1714	IV	31	—	<i>0.84</i>	-0.28	-0.35	0.17	0.04	-0.37
5	0987	IV	25	—	<i>0.75</i>	-0.24	-0.27	0.26	0.25	-0.07
13	0656	IV	36	—	<i>0.64</i>	0.06	-0.11	0.46	0.23	-0.26
4	0021	IV	11	0.73	0.30	-0.14	-0.79	0.00	0.34	0.14
10	ハナトリ伊達	IV	18	0.70	0.29	0.30	0.58	0.10	-0.49	-0.18
8	ハナトリ米沢	IV	15	0.45	0.14	0.16	-0.32	-0.09	-0.46	-0.43
17	ハナ早生	IV	12	0.50	0.61	0.49	0.14	0.18	-0.34	-0.46
12	伊達3号	IV	13	0.65	0.56	0.35	0.39	-0.04	-0.39	-0.23
7	0853	IV	36	—	0.12	-0.01	-0.31	0.05	0.14	0.23
2	エゾトリ	IIIh	12	-0.86	<i>0.83</i>	0.55	0.26	—	—	—
1	オクトリ	IIIh	24	0.10	<i>0.72</i>	-0.39	-0.51	—	—	—
7	0853	IIIh	11	—	0.44	-0.39	-0.76	—	—	—
13	伊達3号	IIIh	11	—	0.38	0.63	0.28	—	—	—
6	1714	IIIh	23	—	0.02	0.05	0.07	—	—	—
3	外国種	IIIj	9	0.03	-0.83	—	—	0.18	-0.61	—
6	1714	IIIj	16	—	<i>0.64</i>	—	—	0.00	-0.04	—
5	0987	IIIj	13	—	<i>0.80</i>	—	—	-0.52	-0.44	—
11	沼田在来	IIIj	13	0.68	0.66	—	—	-0.09	0.21	—
3	外国種	II MA	17	-0.41	-0.10	—	—	—	—	—
6	1714	II MH	7	—	—	—	—	0.12	—	—
3	外国種	I A	60	-0.05	—	—	—	—	—	—

注：斜太数字は0.1%水準で、太字は1%水準で有意差あり、個体数欄の*は当該品系のTA-SA以外は123個体、TA-SAは46個体、ハナ晩生(当)は当社保存

表5-1 IV型の各組合せの成分間相関係数

組合番号	品種名		成分型		分離 個体数	成分含有量の相関関係						
						TA-SA	M-A	A-J	M-J	M-H	H-A	H-J
1	サンワ	サンワ	IV	IV	58	-	0.83	0.29	0.18	-0.04	0.00	0.14
2	サンワ	オンタケ02	IV	IV	22	-	0.80	-0.24	-0.53	0.15	0.32	-0.17
9	サンワ	0066	IV	IIIj	29	-	0.90	0.51	0.09	0.66	0.78	-0.05
4	サンワ	1300	IV	IIIj	67	0.38	0.83	0.27	0.02	0.28	0.35	-0.01
7	サンワ	ハナ晩	IV	IIIj	13	0.63	0.72	0.17	-0.17	-0.27	-0.70	-0.19
5	サンワ	1714	IV	IIIj	22	0.06	0.73	-0.21	-0.30	0.16	0.50	0.33
12	サンワ	1520	IV	0	49	-	0.73	0.10	0.34	0.66	0.73	0.10
15	サンワ	1519	IV	0	83	0.52	0.92	0.15	0.10	0.57	0.56	0.19
10	サンワ	0659-02	IV	0	90	-	0.22	0.37	0.08	0.44	0.07	0.00
14	サンワ	1529	IV	0	25	-0.07	0.65	0.18	0.07	0.60	0.20	0.20
20	0735	0734	IV	IIIh	23	0.48	0.82	-0.07	-0.15	0.15	-0.12	-0.26
18	0734	0681	IIIh	0	14	0.30	0.51	0.36	0.02	0.48	0.42	-0.14
22	1498	厚別02	IIIj	IIAJ	10	-	-0.56	-0.54	0.72	0.87	-0.34	0.76
23	1498	厚別05	IIIj	IJ	26	-	0.06	0.77	-0.19	0.01	0.64	0.49
32	0040	1503	II MA	0	40	0.29	0.85	0.35	0.26	0.58	0.29	0.16

注：サンワはサンワ1号，太数字は1%有意，斜太数字は0.1%有意，細数字は有意でない
TA-SA欄の-はTAを測定せず

表5-2 IIIh型の各組合せの成分間相関係数

組合番号	品種名		成分型		分離 個体数	成分含有量の相関関係			
						TA-SA	M-A	A-J	M-J
5	サンワ	1714	IV	IIIj	10	0.33	0.69	-0.25	-0.48
12	サンワ	1520	IV	0	11	-	0.88	0.64	0.40
15	サンワ	1519	IV	0	16	0.53	0.91	0.32	0.53
16	サンワ	0681	IV	0	30	0.34	0.80	0.40	0.27
17	0198	0681	IV	0	25	0.43	0.52	0.16	0.02
20	0735	0734	IV	IIIh	31	0.23	0.76	-0.07	-0.31
29	1643	網走11	IIIh	0	34	-0.17	0.20	0.03	0.15
18	0734	0681	IIIh	0	14	0.43	-0.23	0.34	-0.27
26	納豆や	1527	IIIh	0	40	0.10	0.67	0.11	0.06
22	1498	厚別02	IIIj	IIAJ	18	-	-0.23	-0.24	0.30

注：サンワはサンワ1号，太数字は1%有意，斜太数字は0.1%有意，細数字は有意でない，TA-SA欄の-はTAを測定せず

表5-3 IIIj型・II MH型・II AJ型の各組合せの成分間相関係数

分離 成分型	組合 番号	品種名		成分型		分離 個体数	成分含有量の相関関係				
							TA-SA	M-A	A-J	M-H	H-A
IIIj	27	オンタケ01	タカナ雜	IV	IIIj	10	0.25	0.03	-	0.01	0.61
	25	納豆や	1944	IIIh	0	33	0.31	0.18	-	0.35	0.40
	6	1714	1714	IIIj	IIIj	17	0.82	0.93	-	0.54	0.51
	8	1714	ハナ晩	IIIj	IIIj	12	0.14	0.69	-	0.33	0.56
28	0065	0065	IIIj	IIIj	9	0.11	0.64	-	0.47	0.53	
II MH	25	納豆や	1944	IIIh	0	13	0.32	-	-	0.07	-
II AJ	17	0198	0681	IV	0	26	0.67	-	0.06	-	-

注：太数字は1%有意，斜太数字は0.1%有意，細数字は有意でない，-は該当の関係はない

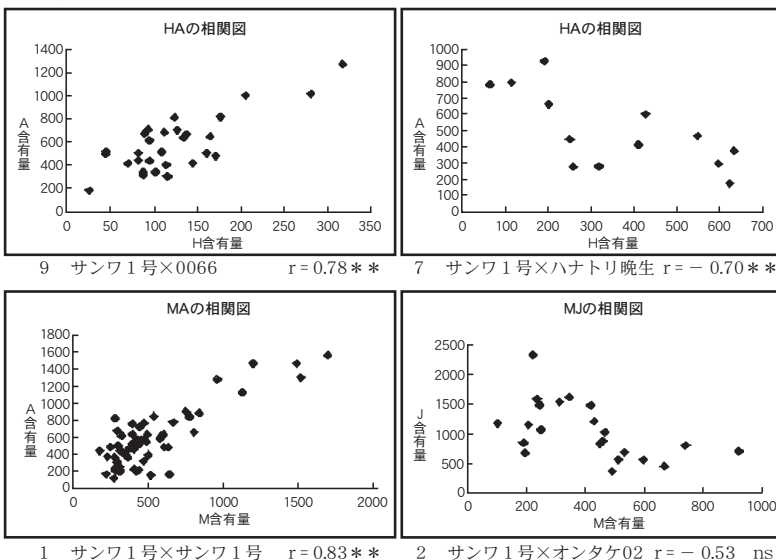


図1 IV型の正相関及び負相関
 r =相関係数**は0.1%有意，
nsはなし

両者よりやや高い関係で、Hが低かったことが先の試験1あるいは試験2においてHと他の3成分との関係が他の成分間の関係より低かったことに関係しているのではないかと考えられる。

試験4 自然交雑採種親別の成分間相関関係

表4に自然交雑組合せ別の7つの成分間相関関係を示した。表にみられるように、いずれかの採種親で7つの成分間に1%以下の水準で有意な相関が認められる。

すなわち、TA-SA間では正負の有意な相関が1採種親ずつ、M-A間では正のそれが13採種親、負が1採種親、A-J間では正のみの2採種親、M-J間では正が1採種親、負が2採種親、M-H間では正のみの1採種親、H-A間及びH-J間ではともに負のみのそれがそれぞれ1採種親ずつ認められる。

このように、試験1から試験3までにはみられなかった有意な負の相関関係が認められるが、7つの成分間では試験1～試験3と同様に自然交雑の分離個体でもM-A間で有意な相関関係がもっとも多く認められる。

試験5 人工交雑組合せ別成分間相関関係

1) IV型の成分間相関

表5-1にみられるようにIV型の成分間、すなわち、TA-SA、M-A、A-J、M-J、M-H、H-A及びH-J間で、15組合せのうち組合せ番号18を除いた14組合せでは、いずれかの成分間で1%以下の有意水準の相関関係が認められる。

すなわち、TA-SAの8組合せのうち有意な正の相関が2組合せ、その他の成分間では15組合せのうち有意な正の相関がM-A間では11組合せ、A-J間では3組合せ、M-H間では7組合せ、H-A間では有意な正が5組合せ、有意

な負が1組合せに認められるが、M-J及びH-J間には正負とも有意な関係は認められない。

なお、図1にIV型の代表的な正相関及び負相関関係図を示した。

図の上段の左図は組合せ番号9のサンワ1号×0066のH-A間の正相関及び右図は組合せ番号7のサンワ1号×ハナ晩生(当)のH-A間の負相関、下段の左図は組合せ番号1のサンワ1号×サンワ1号のM-A間の正相関及び右図は組合せ番号2のサンワ1号×オンタケ02のM-J間の1%水準では有意差なしの相関図である。

2) IIIh型の成分間相関

つぎに、IIIh型の成分間、すなわち、TA-SA、M-A、M-J及びA-J間の相関であるが、表5-2にみられるように、10組合せのうち、M-A間だけに1%水準以下の有意な正の相関が6組合せに認められる。

3) IIIj・II MH・II AJ型の成分間相関

ついで、IIIj型、II MH型及びII AJ型の相関関係は表5-3に示される通りである。

IIIj型の成分間、すなわち、TA-SA、M-A、M-H及びH-A間の相関であるが、表にみられるように、5組合せのうち、1組合せだけがTA-SA間及びM-A間に0.1%水準の有意な正の相関関係が認められる。

II成分型であるが、表5-3の左下に記されているII MH型及びII AJ型のM-H間及びA-J間ともに相関は認められないが、TA-SA間に正の相関がII AJ型で認められる。

試験6 生育時期別の成分間相関関係

2カ年間の各時期の成分間の関係は表6-1及び表6-2に示される通りである。

岡田・川口³⁾で報告したように、6成分の含有量は2カ年とも日時の経過とともに、ウズ(母根)では減少し、ブシ(子根)では増

表6-1 生育時期別の成分間相関係数 (1997年産)

類別	採取順 年月日	定植	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	11回目	12回目
	96/9	97/5/12	6/6	6/28	7/14	7/30	8/14	9/6	9/24	10/13	11/16	98/5/7	
ウズ	TA-SA	0.31	0.47	0.42	0.35	-0.07	0.46	0.17	0.72	0.89	0.88	0.54	-
	M-A	0.87	0.73	0.87	0.69	0.89	0.66	0.89	0.86	0.90	0.88	0.95	-
	A-J	0.14	0.32	0.28	0.13	0.72	0.31	0.59	0.15	0.70	0.64	0.78	-
	M-J	-0.05	-0.08	0.15	-0.22	0.69	-0.09	0.31	-0.13	0.64	0.47	0.78	-
	M-H	0.35	0.32	0.40	0.31	0.91	0.53	0.69	0.28	0.29	0.36	0.77	-
	H-A	0.62	0.28	0.28	0.09	0.68	0.88	0.89	0.27	0.37	0.69	0.68	-
ブシ	H-J	0.26	-0.18	-0.06	-0.15	0.66	0.33	0.60	-0.11	0.00	0.49	0.47	-
	TA-SA		-	0.41	0.20	0.75	0.05	0.80	0.47	0.50	0.09	0.60	0.59
	M-A		-	0.88	0.85	0.91	0.75	0.85	0.89	0.81	0.70	0.94	0.90
	A-J		-	0.25	0.12	0.69	0.13	0.70	0.37	-0.06	-0.23	0.25	0.36
	M-J		-	0.33	-0.05	0.62	0.02	0.36	0.14	0.04	-0.34	0.23	0.34
	M-H		-	0.36	0.35	0.08	-0.16	0.56	0.46	0.56	0.22	0.50	0.51
シ	H-A		-	0.60	0.30	0.23	-0.05	0.62	0.67	0.82	0.67	0.51	0.50
	H-J		-	-0.09	-0.07	0.15	-0.34	0.35	0.48	-0.12	0.08	0.03	0.45

注：太数字は1%有意，斜太数字は0.1%有意，-はウズでは腐食，ブシでは発生せず

加している。

両表にみられるように、いずれの時期の成分間の関係は正相関あるいは相関なしで、負の相関関係はウズ及びブシともに認められない。

つぎに、年産別及び成分間別にみみると、TA-SA間は両年のウズでは1/3程度の時期に1%以下の水準で有意な正相関が認められるが、ブシでは1997年産（前年）はウズと同様であるが、1998年産（後年）は有意な関係は認められない。

ついで、M-A間の関係はウズ及びブシともにすべての時期で前年産では0.1%以下の水準で、後年産では1%以下の水準で有意な正の相関関係が認められる。

またA-J間及びM-J間の関係は前年産ではウズ及びブシともに有意な正の相関あるいは有意差なしの関係であるが、後年産ではウズは前年産と同様に正相関と有意差なしの関係であるが、ブシではA-J間及びM-J間ともに、すべての時期で1%以下の水準で正の相関関係が認められる。

つぎに、Hと他の3成分との関係であるが、H-A間で1%水準以下の有意な正相関が両年のウズ及びブシともに多く、ついでM-H間でH-J

間がもっとも少ない関係である。

成分特性の年次内変化では日時の経過とともにウズでは成分含有量が減少しブシでは増加するが、このような逆の関係であっても各成分の増減の方向は同じで、とくにM-A間ではすべての時期で有意な正の相関関係がみられることから、M生産とAの生産は深い関係にあるように見受けられる。ついでA-J間及びM-J間に両年及びウズ・ブシ合わせて半数以上の時期で有意な正相関がみられることから、M及びAはJ生産ともかなり深い関係にあるものと推察する。

なお、前年産に比べて後年産の方がブシの重量の増加程度がいずれの時期でも勝っている³⁾ことと、TA-SA間を除きすべての時期で他の6成分間ではM-A間で両年とも同じであるほかは5成分間では後年産の方が有意な相関関係が多く認められることから、順調な生育をする場合、4成分の生産はほぼ同時進行的に生産されるが、順調でない年には4成分の生産が多少ずれるようなことが起こり、成分間の相関が有意でないことになるのではないかなどと考えている。

以上のような関係であったが、医学や歯学の専門誌では相関係数が0.4~0.7は「かなり

表6-2 生育時期別の成分間相関係数 (1998年産)

類別	採取順 年月日	定植	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	11回目	12回目	13回目	14回目	15回目
	97/9	98/5/7	5/15	6/1	6/14	6/29	7/15	8/1	8/15	9/1	9/15	10/14	11/14	99/4/18	5/10	
ウ	TA-SA	-0.16	0.59	0.54	0.40	0.18	0.22	0.10	0.15	0.22	0.32	0.28	<i>0.91</i>	<i>0.84</i>	-	-
	M-A	<i>0.70</i>	<i>0.87</i>	<i>0.81</i>	<i>0.85</i>	<i>0.82</i>	<i>0.89</i>	<i>0.93</i>	<i>0.87</i>	<i>0.84</i>	<i>0.85</i>	<i>0.75</i>	<i>0.81</i>	<i>0.96</i>	-	-
	A-J	<i>0.72</i>	0.33	0.59	0.41	<i>0.67</i>	<i>0.72</i>	0.36	<i>0.69</i>	<i>0.58</i>	<i>0.74</i>	0.47	<i>0.82</i>	<i>0.80</i>	-	-
ズ	M-J	0.49	0.31	0.23	0.23	0.56	0.59	0.34	0.51	0.62	0.53	0.53	<i>0.80</i>	<i>0.84</i>	-	-
	M-H	0.49	0.02	0.03	0.02	-0.36	-0.01	0.27	0.11	0.29	0.16	0.27	0.35	0.28	-	-
	H-A	<i>0.90</i>	0.27	0.27	0.34	-0.01	0.09	0.37	0.34	0.48	0.47	0.62	<i>0.77</i>	0.38	-	-
	H-J	<i>0.63</i>	-0.24	-0.05	-0.24	-0.30	-0.10	0.25	0.05	0.08	0.38	0.20	0.44	0.06	-	-
ブ	TA-SA	-	-	-	0.39	0.19	-0.04	0.43	0.11	-0.16	0.09	0.13	-0.12	0.39	0.21	0.05
	M-A	-	-	-	0.54	<i>0.87</i>	<i>0.60</i>	<i>0.91</i>	<i>0.79</i>	<i>0.71</i>	<i>0.66</i>	<i>0.90</i>	<i>0.82</i>	<i>0.83</i>	<i>0.86</i>	<i>0.82</i>
	A-J	-	-	-	0.52	<i>0.74</i>	<i>0.82</i>	<i>0.80</i>	<i>0.77</i>	<i>0.73</i>	0.57	<i>0.82</i>	<i>0.75</i>	<i>0.82</i>	<i>0.81</i>	<i>0.66</i>
シ	M-J	-	-	-	0.55	<i>0.80</i>	<i>0.69</i>	<i>0.77</i>	<i>0.67</i>	<i>0.81</i>	<i>0.73</i>	<i>0.83</i>	<i>0.93</i>	<i>0.88</i>	<i>0.91</i>	<i>0.79</i>
	M-H	-	-	-	0.40	<i>0.62</i>	0.21	<i>0.67</i>	0.46	0.39	0.50	0.52	0.32	<i>0.65</i>	0.26	<i>0.57</i>
	H-A	-	-	-	0.44	<i>0.84</i>	<i>0.82</i>	<i>0.85</i>	<i>0.74</i>	<i>0.84</i>	<i>0.93</i>	<i>0.77</i>	<i>0.73</i>	<i>0.88</i>	0.39	<i>0.74</i>
	H-J	-	-	-	0.10	0.50	<i>0.54</i>	<i>0.68</i>	0.35	0.44	0.48	0.57	0.28	<i>0.68</i>	0.13	0.43

注：太数字は1%有意，斜太数字は0.1%有意，-はウズでは腐食，ブシでは発生せず

相関がある」，0.7~1.0は「強い相関がある」と表現⁶⁾されるということから，そのようなことを考慮して考察してきた．さらに，成分間の相関を一層厳しくするために，本論文では相関関係の有意水準を一般に用いられている5%有意水準でなく1%以下とした．

先に述べたようにTA，SA及び4種類のアコニチン系アルカロイド，計6成分の含有量の増減の方向が栽培場所あるいは栽培年次によって異なるとすれば，育成された品種の特性を維持することは困難であるので，導入品系あるいは交雑系統などを用いて，試験1から試験6を行い，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，既存品系では6成分の含有量の増減の方向は負の関係にあるものは認められなかった．言い換えれば，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とはなく，両者の増減は関係がないか，両者とも増加するか減少する関係であることが確認された（試験1及び試験2）．その関係は日時の経過とともに含有量が減少する場合も増加する場合も同様な関係であることが確かめられた（試験6）．

また，遺伝子型が異なる品系の成分含有量

の増減の方向が年次によって異なるかについては6成分とも増減の方向は同じか，関係がないとの結果で，一方の品種が増加するとき他方の品種が減少するという関係は認められなかった（試験3）．

すなわち，導入育種あるいは交雑育種で，単一年次の繰り返しの選抜で育成される品種の特性は栽培場所あるいは栽培年次が異なっても維持されることになる．

つぎに，自然交雑及び人工交雑でアコニチン系アルカロイドの高成分品種を育成するのに4種類の成分が，一方の成分が増加すると他の成分が減少するというようなことがあれば4成分すべてを高めることは困難であるので，4種類の成分の増減の方向が異なるかを検討した（試験4及び試験5）．その結果，増減の方向が同じ組合せ，逆の組合せあるいは関係ない組合せなど，すなわち成分間相関が有意な正の相関，負の相関あるいは相関が有意でない組合せなどが認められた．

このことから，高成分含有量の育成は可能であると判断される．すなわち，2成分間が正の相関関係にある組合せの個体を選抜すればよいことになる．

また，このような正負あるいは関係ない相

関が認められたことは、育種を行う場合、2成分間に正の相関あるいは負の相関だけであるより、このような正逆反対の関係があれば育種は容易であろうと考えられる。例えば、正の相関だけであれば一方の成分を高めることによって他方も高まってしまうので、一方を高め他方を低めることは困難である。このような3通りの関係が存在することは、成分型及び相対成分比率型で分類した86の系統⁷⁾を育成する上では望ましいことになる。

なお、本論文の主旨とは関係ないが、以上のような成分間の相関関係の深淺、とくに、試験1～試験6まででM-A間の関係がもっとも深い関係にあるように見受けられるのは、著者らには何を意味するかは判らないが、アコニチン系アルカロイドの合成経路と関係しているようなことはないだろうかと考えている。また、TA-SA間に有意な関係がみられたのは20% (26/132)程度で、これはSA以外のアルカロイド含有量に品種間差が存在するためではないかと推察している。

謝辞

材料収集及び特性調査などは岡田浩明博士をはじめ、当研究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, 35(1), 11-23(2013)
- 2) 川口數美, 石崎昌洋, 薬用植物研究, 35(1), 24-39(2013)
- 3) 岡田浩明, 川口數美, 生薬学雑誌, 59(1), 36-41(2005)
- 4) 岡田浩明, 川口數美, 生薬学雑誌, 58(2), 49-54(2004)
- 5) 川口數美, 石崎昌洋, 薬用植物研究, 34(2),

19-31(2012)

- 6) 石村貞夫, 統計解析のはなし, 東京図書, 東京, 1-340(1991)
- 7) 川口數美, 石崎昌洋, 薬用植物研究, 33(2), 14-20(2011)

●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 農林省ピ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

生薬の調製中における希エタノールエキス及び糖含量の増加 3

Increase of Dilute Ethanol-soluble Extract and Sugar Contents during Preparation Process (Part 3)

姉 帯 正 樹

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

Hokkaido Institute of Public Health

Kita-19, Nishi-12, Kita-ku, Sapporo 060-0819 Japan

2013年9月5日受付

低温処理による糖含量の増加

植物組織中の糖含量は低温環境下で増加することが知られており、冬の寒さを利用して甘さや栄養価を高めた寒締めホウレンソウ、コマツナ、越冬キャベツ、ニンジンなどが店頭に並んでいる。¹⁾ 薬用植物ではオタネニンジン（ウコギ科）の生根を $2 \pm 1^\circ\text{C}$ の低温で保存することにより、ショ糖含量の増加が観察されている。²⁾ これは「生物が低温ストレスに対抗して、タンパク質や多糖類を低分子化して細胞液中の溶質の分子数を増やし、細胞液の浸透圧を高めて氷結点を下げ、凍結死を防ごうとする生体防御反応の現れ」と考えられている。³⁾

筆者は本シリーズの1及び2において、薬用部位から生薬を調製する際、乾燥中にショ糖が経時的に増加し、それに伴って希エタノールエキス含量も増加することを主として紹介してきた。^{4,5)} 平成13年（2001）の初冬、その関連実験でヨロイグサ *Angelica dahurica*（セリ科）の生根を 2.5°C の低温で15日間保存したところ、ショ糖及び希エタノールエキス含量が大きく増加することを観察した。⁶⁾ そこで翌年秋、ハマボウフウ *Glehnia littoralis*（セ

リ科）の生根を 2.5°C の低温で保存して両含量の経時変化を追ったところ、ショ糖が経時的に増加し、それに伴って希エタノールエキス含量も増加することが明らかになった。⁷⁾

このようなことから、ホッカイトウキ *Angelica acutiloba* var. *sugiyamae*（セリ科）、シャクヤク *Paeonia lactiflora*（ボタン科）、キバナオウギ *Astragalus membranaceus*（マメ科）及びモッコウ *Saussurea lappa*（キク科）についても低温処理による成分含量の変動について検討を加えた。^{8,9)} 今回は本シリーズの最終回として、上記6種及びミシマサイコ *Bupleurum falcatum*（セリ科）生根の低温処理の結果を纏めて紹介する。⁶⁻¹¹⁾

ホッカイトウキ

1. 春 掘

越冬した生根（写真1）は耐凍性を高めるためと発芽に備えて糖化が進んでいると考えられ、収穫直後に温風乾燥しても高い希エタノールエキス含量を示すことが期待された。

そこで、既に新芽が出始めていた株を4月中旬から5月上旬にかけて収穫して直ちに 50°C で温風乾燥したところ、各々の希エタ

ノールエキス含量は局方値35.0%を上回った。主根の方が側根より高い値を示し、4月19日収穫の主根は41.9%を示した。主根、側根共に収穫時期が遅くなるに従い低下し、5月10日収穫の側根は36.9%であった。⁹⁾

ただ、春先は畑がぬかるんで機械を使った掘取り作業がしづらい。このことから、ホッカイトウキの場合、新芽が出始める頃の春先に掘上げことは実用性に乏しいと現場では言われている。

2. 秋掘株の低温処理

秋掘の場合、生根を直ちに50℃の温風乾燥に供すると、希エタノールエキス含量は局方値を下回る。しかし、9～11月各々の上旬に収穫した生根を約4℃の冷蔵庫で10～40日間保存したところ、10及び11月掘のショ糖及び希エタノールエキス含量は時間の経過と共に増加し、35%前後の値となった。9月掘は増加と減少を繰り返しながら増加し、40%となった。

これらの結果から、低温ストレスのみでもショ糖が経時的に増加しそれに伴って希エタノールエキス含量も増加することが明らかになった。しかし、その値は50%前後の値を示すはさ掛け品には及ばなかった。⁹⁾

3. はさ掛けの意義

上記の結果から、秋から冬にかけて伝統的に行われてきたはさ掛け(写真3)は、屋外自然乾燥及び夜間と冬期間の気温低下というストレスを同時に課してショ糖を効果的に増加させ、ひいては希エタノールエキス含量をも増加させるという方法であることが裏付けられた。これは寒冷地の気候に即した極めて理に適った乾燥法であり、生産コスト面からも極めて現実的な方法であった。

ヨロイグサ

ヨロイグサ(写真4)の根においても生あ



写真1 萌芽期のホッカイトウキ (2007年4月20日)



写真2 ホッカイトウキ花 (1984年6月28日)



写真3 ホッカイトウキのはさ掛け (南面)

るいは生に近い状態で低温環境下に置かれた場合、ショ糖が増加し、その増加量がそのまま希エタノールエキス含量の増加量となることが明らかになった。一方、果糖及びブドウ糖含量はほとんど変化しなかった。⁶⁾

9月、10月、11月の各上旬に収穫した根を

4℃で40日間保存後に50℃の温風で乾燥した場合、各々の希エタノールエキス含量は57.8, 62.1, 66.8%と収穫時期が遅くなるに従いより高い値を示した。デンプン含量は収穫月によってその増減傾向が異なり、ショ糖増加の原因はデンプンの糖化のみに由来するものではないことが示唆された。¹¹⁾

ハマボウフウ

ハマボウフウ(写真5)の生根を低温保存(2.5℃, 3~33日間)するとショ糖及び希エタノールエキス含量は一旦減少し、その後に増加したが、その増加量はヨロイグサよりは小さかった。両含量の一時的な減少は生根の呼吸に起因すると考えられた。⁷⁾

鳥取県では水洗したハマボウフウ生根にカビが生えるのを防ぐため10℃の予冷庫で保存し、ある程度量が貯まってから温風乾燥しているという。同県産浜防風5試料のショ糖及び希エタノールエキス含量各々の値は7.1~21.4及び23.8~37.5%と大きな含量差が認められたが、本実験を行った平成8年(1996)当時、予想外の結果に困惑して明快な説明ができないでいた。¹²⁾今改めて見直してみると、低温保存期間の長短によって各個体の増加量に差が生じ、その結果として大きなバラツキが生じたと解釈できる。

ミシマサイコ

本種の場合、生根の低温処理(2.5±1.5℃, 7~28日間)によるショ糖及び希エタノールエキス含量のはっきりとした増加傾向は認められなかった。¹⁰⁾

このように、同じセリ科の植物であっても、低温処理に対する成分の変動は種により大きく異なることが明らかになった。



写真4 ヨロイグサ花(2003年7月31日)



写真5 ハマボウフウ花(1998年6月26日)



写真6 ミシマサイコ花(1993年9月14日)

シャクヤク

紅花一重咲系統（写真7）の生根を9、10及び11月に掘上げ、約4℃で10～40日間保存し、その期間中の糖及び希エタノールエキス含量の経時変化を調べた。その結果、果糖、ブドウ糖及びシヨ糖含量は収穫時期の違いにかかわらず時間の経過と共に増加し、それに伴って希エタノールエキス含量も増加した。しかし、その増加幅は自然乾燥品には及ばなかった。シヨ糖及び希エタノールエキス含量の初期値は収穫時期が遅くなるに従い増加し、低温処理40日後の両含量は10月掘が最高値を示した。

別に重弁白花青茎品種（写真8及び9）の生根を10月に掘上げ、約4℃で10～40日間保存し、その期間中の糖及び希エタノールエキス含量の経時変化を調べた。その結果、果糖、ブドウ糖及びシヨ糖含量は時間の経過と共に増加し、それに伴って希エタノールエキス含量も増加した。希エタノールエキス含量の増加幅は30日後までは自然乾燥品の方が低温処理品を上回ったが、40日後には逆転した。

なお、各試料についてペオニフロリン、アルピフロリン及びタンニン含量の増減をも検討したが、両系統とも判然としなかった。⁸⁾

キバナオウギ

生根を9、10及び11月に掘上げ、約2.5℃で10～40日間保存し、その期間中の果糖、シヨ糖及び希エタノールエキス含量の経時変化を調べた。その結果、果糖含量はほとんど変化が認められなかったが、シヨ糖及び希エタノールエキス含量は時間の経過と共に増加した。これらの値は収穫時期が遅くなるに従い増加し、40日後の希エタノールエキス含量は9月掘で22.8%、10月掘で28.0%、11月掘で33.6%であった。



写真7 シャクヤク紅花（2005年6月20日）



写真8 シャクヤク白花（2004年6月18日）



写真9 掘上げたシャクヤク白花地下部

ショ糖含量 (x) 及び希エタノールエキス含量 (y) 間の回帰方程式と相関係数は、9月掘で $y=1.27x+8.7$ ($r=0.983$), 10月掘で $y=1.07x+12.2$ ($r=0.999$), 11月掘で $y=1.13x+15.6$ ($r=0.997$) であった。⁸⁾

モッコウ

イヌリンを含有する木香の糖の主成分は果糖であり、他に少量のブドウ糖が含まれる。生根を9、10及び11月に掘上げ、約2.5℃で10～40日間保存し、その期間中の果糖、ブドウ糖及び希エタノールエキス含量の経時変化を調べた。

その結果、低温処理による各成分含量の経時変化は収穫月により大きく異なっていた。すなわち、9月掘では30日後まで果糖、ブドウ糖及び希エタノールエキス含量は経時的に増加したが、40日後では若干減少した。10月掘では20日後まで各含量は経時的に増加したが、その後は漸減した。11月掘では希エタノールエキス含量が10日後に最高値を示し、糖含量の変化は少なかった。

モッコウ生根においては、乾燥ストレスにより果糖とブドウ糖、低温ストレスにより両糖以外の物質が主として増加し、それぞれ異なる成分によって浸透圧が調整されていると推察された。⁸⁾

おわりに

農業分野では植物が低温や乾燥に遭うと糖濃度が上昇し、栄養価が高まることは古くから知られ、顕著に増加するショ糖は浸透圧調整物質とされていた。農業試験場関係者がハウスと北国の冬の寒さを利用して甘い野菜作りの技術を生み出したのは平成に改元されて間もなくの頃とのことで、ちょうど筆者らが糖の分析を始めた時期と一致する。しかし、そ



写真10 キバナオウギ花 (1991年10月9日)



写真11 モッコウ花 (1994年6月28日)

れら一連の論文が公表されたのは10年以上が経過した平成17年(2005)¹⁾であり、筆者がこれらのことを知ったのは平成19年になってからのことであった。もし糖の分析を始めた頃に公表されていれば、より速やかに生薬調製上の問題を解決できたであろう、と悔やまれる。

一方、幸運だったことは使用する抽出溶媒が水及び一級エタノールと極めて安価なものであったことと、糖分析用カラム Asahipak

NH2P-50 4E の寿命が極めて長く、劣化がなかったことであった。移動相に使用するアセトニトリルが一時期原料不足から品薄になったが、使用量はそれほど多くなかったので影響はなかった。乾燥機、分析機器やガラス器具、標準品も既存の古いもので十分であった。結果的に、研究費は極めて少額で済んだ。

それはともかく、これまで品種や収穫時期、栽培条件、調製地等に基づく不変の値と考えられてきた当帰等の希エタノールエキス含量は、その調製条件の違いによって大きく変動することを明らかにすることができた。このことは取りも直さず、希エタノールエキス含量はある程度人為的にコントロール可能な数値であることを意味している。過去に発表された論文の多くには乾燥条件が記載されていない（例えば文献13）が、今後はエキス量について議論する場合、その条件を詳しく記載する必要がある。

「生薬工学」という概念を提唱された畠山好雄氏は「調製の意義・調製中の物理的化学的变化・調製された生薬と薬理の関係など、調製に関わる科学的研究はほとんど行われておらず、未知の分野となっている」と平成12年（2000）に述べている。¹⁴⁾ この未知の分野に関わりを持ったことで、生薬の生産現場における疑問解明や調製法の改良、ひいては北海道産生薬の品質安定化と向上に少しは貢献でき、将来必須とされる機械乾燥化へ向けた基礎的データを提供できたと思われる。

稿を終えるに当たり、筆者をこの分野に導いたのは畠山好雄氏であったことを改めて記し、敬意を表する次第です。また、実験材料を提供して頂き、色々と議論しながら実験を共に推し進めた以下の方々には心より感謝いたします。

青柳光敏、佐藤正幸、林 隆章、南 収（以上、北海道立衛生研究所）、柴田敏郎、飯田 修、熊谷健夫、菱田敦之（以上、国立医薬品食品衛生研究所薬用植物栽培試験場、独立行政法人医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター）及び古木益夫（国産生薬株式会社）の各氏。

引用文献

- 1) 岡田益己, 井上めぐる, 濱寄孝弘, 青木和彦, 荒川市郎: 農業技術, 60(11), 507-511 (2005).
- 2) 金 順基, 檜山千都子, 山崎和男, 平岡りつ子, 田中 治, 金 濟勲, 金 一赫: 生薬, 33(4), 245-250 (1979).
- 3) 山根昭美: 農家が教える加工・保存・貯蔵の知恵, 農山漁村文化協会, 東京, 2009, pp.184-189.
- 4) 姉帯正樹: 薬用植物研究, 34(2), 40-45 (2012).
- 5) 姉帯正樹: 薬用植物研究, 35(1), 48-53 (2013).
- 6) 姉帯正樹, 熊谷健夫, 柴田敏郎: 道衛研所報, 52, 86-88 (2002).
- 7) 姉帯正樹, 佐藤正幸: 道衛研所報, 53, 79-81 (2003).
- 8) 姉帯正樹, 佐藤正幸, 柴田敏郎: 医薬品研究, 40(8), 497-504 (2009).
- 9) 姉帯正樹, 佐藤正幸, 柴田敏郎: 医薬品研究, 40(9), 575-580 (2009).
- 10) 青柳光敏, 飯田 修, 姉帯正樹: 道衛研所報, 51, 100-102 (2001).
- 11) 姉帯正樹, 佐藤正幸, 菱田敦之, 熊谷健夫, 柴田敏郎: 医薬品研究, 38(11), 557-562 (2007).
- 12) 姉帯正樹, 増田隆広, 高杉光雄: Nat. Med., 51(5), 442-446 (1997).

- 13) 頼 宏亮, 林 文音, 元田義春, 玉井富士雄,
田辺 猛: 生薬, 46(4), 321-327, 365-371
(1992).
- 14) 畠山好雄, 佐竹元吉: (財)日本薬剤師研修セ
ンター編: 漢方薬・生薬薬剤師講座テキスト
- 3, (財)日本薬剤師研修センター, 東京,
2000, pp.31-39.

●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)

薬学系大学附属薬用植物園 教育・研究紹介リレー XI

熊本大学薬学部附属薬用資源エコフロンティアセンター（薬用植物園）

Medicinal Plant Eco-Frontier Center (Medicinal Plant Garden),
School of Pharmacy, Kumamoto University

矢原 正 治

熊本大学薬学部

〒862-0973 熊本中央区大江本町5-1

Shoji Yahara

5-1 Oe-honmachi, Chuo-ku, Kumamoto 862-0973 Japan

2013年9月5日受付

熊本大学薬学部は今年で創立128年を迎えている。昭和2年に薬学部薬用植物園が設置され、構内の木々は80年前後の薬木が多い。薬用植物園の由来は細川藩の蕃滋園（薬園）に由来し、廃園の時、五高に150種の植物が移管され、その内薬用植物が当時の薬学専門学校に移された。その内草本は熊本大洪水の折、消滅したがモクゲンジ、テンダイウヤク、サンシュユ、サンザシ、ニンジンボク等の樹木は、代を重ねながら残っている。現在薬学部構内全体を薬草パークとしようという案が有り、今年中に構内を歩いて回る散歩コースを設置する予定である。構内に約7000㎡の薬用植物園（樹木園、栽培圃場も含む）がある。講義棟から100mも離れていないのだが、学生が余り散歩してくれないのは少し残念である。虫が嫌いなのだろうか？ 啓発が不足なのか？？ 標本植物は1000種を越えたのではと思っているが植物目録がきちんと無いのではっきりしない。1980年の目録には1800種が掲載され、場所を決めて植えられていたが、植物が適地を求めて発芽してくるので、ラベ

ルの場所を替えることにしている。そのため科、属で植えていないバラバラ部分も有る。また、ミシマサイコが酸性雨と石灰を入れていないので、弱ってきている。土壤改良をして植え替える必要を感じている。目標は、富山大学薬用植物園に負けない3000種を目指しているが、夏暑く、冬温室が省エネなので、寒冷地の植物、熱帯の植物に関しては導入を控えている。

職員は私の他に、技術職員2名（渡邊将人、後一名は来年4月から高卒が入る〔現在はパート職員〕）である。幸い2名の常勤が確保できているのは嬉しい限りである。

私が熊本大学薬学部（当初生薬学）にお世話になって30年になり、生薬学研究室→創薬基礎分子設計学研究室と変り、薬用植物園の教員になってから11年目になる。薬用植物学分野での学生の教育は、生薬学の一部（2年生後期の2回のみ）と漢方概論（4年生前期）、薬用植物学・生薬学・漢方に関する実習（3年生前期4日間）を担当している。生薬学は



第12回「薬用植物を知ろう in 熊本」観察会集合写真 (2013年)



第12回講演会〔草野氏〕(2013年)

天然薬物学分野と漢方薬学分野に分けられる。前者は天然有機化学を重視するが、後者は薬用植物や生薬に関する総合科学を重視している。後者は幅広い領域を短時間にまとめるのが難しく、学生泣かせである。医学部の漢方医学教育でも類似のことが起こっているように思うが、本学では学生のことを考えて、漢方概論と学生実習の時に、少しでも生薬を五感で感じてもらうよう心掛けている。昨年からは薬学概論Ⅱ(1年生)で、薬用植物学に関する2回の講義がはじまっており、時代の変化を感じながら、薬学入門として喜んで担当している。

一般への啓発活動は、1)今年で12回を迎える「薬用植物を知ろうin熊本」(年1回)、2)今年9月で110回になった「薬用植物園月例薬用植物観察会」、3)月例初級漢方と

ハーブ(100回余)、4)月例傷寒論をやさしく読む会(外部講師)、5)薬剤師の漢方勉強会(毎月1回)(補助のみ)、6)日本薬剤師研修センター依頼の薬用植物園研修会(年2回)、7)野外薬用植物観察会(熊本記念植物採集会と協賛)(年1回1)を春・秋交互に開催、8)中・高生への講義、その他見学申込のお年寄りなどがあるので、だいたい一週間に一度は啓発活動をしている。以上のイベントに参加して下さる方々の総数が1500名/年位と、まだまだ少ない。月例の観察会はNHKのラジオ・テレビのイベントコーナーで広報していただけるようになり、毎回30名前後の参加者でにぎわっている。また、漢方薬・生薬認定薬剤師のシールをシンポジウム野外観察会で年間9点配布しており、さらに薬剤師研修センター主催の薬用植物園研修会も2点×2回であるので、年間13点位(フィールドで10点)は認定薬剤師の方々にとって大きいとのこと、県外からの観察会参加者も多い。野外観察会で多いときは参加者の4割強が漢方薬・生薬認定薬剤師のことも有るのは嬉しい限りです。観察会・勉強会を継続していると、いろいろな方が助けてくれるので大変有難く思っています。他にNPOで、阿蘇の草原再生(阿蘇花野協会)、アーユルシード生活環境研

究所に参加している。さらに日本植物園協会の希少植物拠点園、植物園自然保護国際機構 (BGCI) に登録など、地道に行動をしている。

研究は、薬用植物学分野を担当させていただいている。研究室のメンバーは、外国人特別研究員1名(武田科学振興財団の助成, ポスドク, ネパール人), 研究生1名, 大学院博士課程2年1名(ネパール人, 国費留学), 修士課程1年1名(中国人), 10月から修士課程1年(ネパールから), 6年生2名, 4年生3名である。11月から3年生が1~2名が配属される予定である。大学院生は全て外国人であり, 大学間協定(MOU)を結んでいるネパールのポカラ大学からの留学生が多い。私が仲介して大学間・学部間で協定(MOU)を結んだのは, ポカラ大学の他, ラオス国立大学, ラオス保健科学大学, スーダン植物研究所である。現在HIGOプログラム (<http://higo-program.org/en/>) という外国人の大学院生向けの助成があり, 発展途上国からの大学院生を募集しており, それを利用し10月入学でネパールから一人大学院修士1年に入学する。

研究テーマは, 1) ネパールの薬用植物の機能性の解明, 2) 漢方薬の解明(成分から), 3) 民間薬の機能性の解明, 4) 伝統食材・伝統料理の調査などである。学生さんが毎日頑張ってくれ, 報告もそれなりに出ているので大変嬉しい。



南阿蘇での観察会

ホームページ, メールを用いた啓発も行っている。熊本大学薬学部のホームページ (<http://www.pharm.kumamoto-u.ac.jp/>) の右上の「今月の薬用植物」 (<http://www.-pharm.kumamoto-u.ac.jp/flower/index.html>) は, 平成8年2月から始め, 毎月更新しているが継続するのはなかなか大変な作業である。また, 不定期では有るが大学の教職員全員約2000名, 私にメールを下さる方々800名位に, 薬用植物園などで咲いている「花便り」を少しのコメントをつけて送っている。

昨今, このような地道なことをしていると, 研究, 啓発活動で助けてくれる方々が増えてきた。また, いろんなところでの講師の依頼も増えている。NGOロシナンテスの川原医師の言葉ですが「夢は大きく, 行動は一歩から」が良いのではと感じるこのごろである。

最後に薬学における薬用植物園, 及び臨床生薬学(漢方薬)のことを少し書かさせていただきます。

まず薬用植物園です。1) 薬用植物園の教職員が, 植物を採取 &/or 名前を同定などして, 別の研究者に渡し, その植物を用いて, 研究者が報告を出すときは, 絶対に連名で名前を入れるように契約する(謝辞では駄目)(これまで薬用植物園の教職員は, 生薬学研究室等の研究者に, 多くの植物を提供している。しかし連名にしてくれないため, 報告, 業績が



阿蘇の希少植物展示会



熊本県上天草高校での講義



薬用植物園での観察会

無いと言われ、薬用植物園の教職員の削減の原因、園の縮小の原因になっているため)。
2) 薬剤師研修センターなどの公的機関のホームページ等に園の名前が載るようなイベントを多く行う(売名行為と言われるかもしれないが、業績の時に大いに使える)。
3) 薬用植物園を用いたイベントを少しでも多く継続して行う。
4) 若手が本気で、薬用植物学等、薬用植物園で研究ができる体制を各大学で作る必要が有る。(今後、腰かけ、乳母捨て山のような人事は絶対にしないで欲しい)。
5) 薬学部における薬用植物園の存在価値は、園の教職員が、地道に構築して行くものだと考えている。そのためにはきちんとした教職員を配置していただくことを願っている。

講義に関して、6年制になり、西洋薬の考え方とは違う「漢方薬に関する教育」が求められている。その理由はさておき、1) 大学での講義で、漢方薬の講義の前に、薬用植物学、生薬学等の講義を、きちんとしていない大学が増えているように思える(特に国立大学)。
2) 生薬ソムリエ、漢方薬ソムリエという認定を作ろうという時代、学部の講義ではきちんとした、生薬学・漢方の基礎を講義していく必要が有ると思う(教員の専門は大学院で講義)。
3) 漢方薬の講義が出来る若手を早急に養成する必要があると感じている。

薬用植物・生薬・漢方などの研究は、まだまだ終わっていません。分からないことが多々あります。例えば漢方薬は何故今でも効く薬として残っているのか等、多いに研究して新しい科学的な事実を見つけて下さい。若い皆さん、よろしくお願いします。

●矢原 正治(やはら・しょうじ)●

1950年生まれ

九州大学薬学研究科卒業

現在 熊本大学薬学部

薬用資源エコフロンティアセンター
(薬用植物学分野)

ニュース

1. 第6回甘草に関するシンポジウムが、平成25年7月6日、7日に北海道医療大学当別キャンパスで開催され、200名を超える人達が参加し、盛大に行われました。カンゾウの国内栽培の可能性が見え始めた時期に、シンポジストとポスター発表者を公募して、開催されたこともあり、これまでの参加者とは明らかに違った人達も見られ、話題も進化していたように思われます。第6回シンポジウムを通して、カンゾウの国内栽培が新たな段階に入ったと実感しました。
2. 日本生薬学会 第60回年回が、平成25年9月7日・8日に北海道医療大学当別キャンパスで開催されました。特別講演、シンポジウム、一般講演、一般講演（ポスター）などが行われました。ウラルカンゾウの栽培、ダイオウの栽培、カラスビシャクの栽培、ナラタケとの共生による猪苓の栽培に関する研究など、生薬の国内生産に向けて、研究者の関心が高まっていると実感しました。
3. 農林水産省と厚生労働省は、平成24年11月21日、平成25年1月16日、同年3月28日に薬用植物に関する情報交換会を開催し、平成25年度には、産地化の支援と加工・流通の高度化の支援を行うことを決定しました。
4. 産地化に向けての支援では、8地域でブロック会議が開催されました。8月1日には北海道で、8月20日には関東で、8月26日には北陸で、9月4日には近畿で、9月5日には中国四国で、9月9日には九州・沖縄で、9月19日には東海で、9月27日には東北でおこなわれ、情報交換がなされた。はじめての試みであり、地方自治体や生産者団体と、農林水産省、厚生労働省、日本漢方製剤協会からの説明が必ずしも意気投合とはいかなかったようです。今後、実績を重ねて、薬用作物の生産が拡大し、加工・流通でも成功例が生まれることで、本物の情報交換会議に進化することを願います。
5. 第30回和漢医薬学会学術大会が、8月31日、9月1日の2日間、金沢市で開催されました。伝統医学の国際標準化をめぐるシンポジウムで、ISO/TC249の動向について、日本の対応が提示されるとともに、漢方医学の国際標準化については、中国や韓国のように画一化・統一化させることが困難であるとの認識が示されました。

6. 株式会社ジュリスト・キャタリストの主催で、「薬草産業の将来展望」というシンポジウムが開催され、農業関係者を中心に、約400名の参加があり、農業領域で薬用植物栽培に大きな関心が広がっていると感じました。
7. 全国甘草栽培協議会設立記念フォーラムが、平成25年9月29日に、エアポートホテル熊本で開催されました。基調講演は、九州沖縄農業研究センターの後藤一寿主任研究員の「薬用植物を活用した農業の六次産業化の課題と可能性」で、施策紹介は、農林水産省 生産局 農産部 地域作物課の白井正人地域対策官の「薬用作物に関する農林水産省の取り組み」と、経済産業省 地域経済産業グループ 地域経済産業政策課の山口剛統括地域活性化企画官の「農商工連携に係る経済産業省の施策について」でした。厚生労働省が中心になって、「薬用作物の振興」を議論していたときとは違って、熱いものを感じましたが、成果があがるかは、今後の努力次第であり、叡智を結集し、成功例が蓄積されることを祈りました。

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

———— 協賛寄付 ————

新日本製薬株式会社
 帝國製薬株式会社
 株式会社ノエビア
 丸善製薬株式会社
 株式会社ヤマダ薬研
 松浦薬業株式会社

———— 賛助会員 ————

株式会社ツムラ

———— 協賛広告 ————

株式会社ウチダ和漢薬
 三生医薬株式会社
 新日本製薬株式会社
 株式会社スピルリナ研究所
 太邦株式会社
 株式会社栃本天海堂

「薬用植物研究」では協賛・賛助会員を常時募集しています。

(アイウエオ順)

編集後記

「薬用植物研究」35巻2号をお届けします。例年12月下旬に発行していたものを、第1回「ムラサキに関するシンポジウム」の要旨集との同時発行のために、約2か月発行時期を早めました。掲載報告が減りましたが、薬用植物栽培の振興風は、勢いを増し、薬用植物栽培研究会としては、発足40周年の今年、悲願の振興風が、多くの人達を巻き込む形で、吹き荒れていることを喜びたいと思います。この機会に、薬用植物の国内振興を盛り上げるために、微力を注ごうではありませんか。

薬学関係者が中心であった「薬用植物栽培研究会」は、農林水産省関係者や経済産業省の関係者に、薬用植物の魅力を丁寧に紹介し、栽培者や加工・流通関係者達と力を合わせ、農商工の六次化事業が発展するよう、成功例などを紹介していきたいと考えています。

事務局からのお知らせ

URL <http://www.e-nae.com/> 会誌「薬用植物研究」(29巻1号～35巻2号)をホームページでご覧になれます。

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10万円以上)
入会・原稿の投稿・その他のお問合せは下記研究会宛

薬用植物研究 35巻2号(2013年2号) 2013年11月1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 〒740-0602 山口県岩国市本郷町本郷275 新日本製薬グループ 岩国本郷研究所内 薬用植物栽培研究会事務局 TEL 0827-78-0025 FAX 0827-78-0026 E-mail:yakusou@shinnihonseiyaku.co.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ようお願い致します。

表紙の写真

センキュウ (川芎)

Cnidium officinale Makino

(セリ科ハマゼリ属) 日本 (主に北海道, 岩手・富山他).
セリ科の多年草. 草丈30~60cm, 茎は直立, 茎中は中空.
全草に, セリ科特有の芳香をもち, 特に根茎に強い芳香がある.
8~9月花は咲かせるが, 結実せず, 株分けして増える.
花そのものも咲く株は少ない.
小葉は卵状皮針形, 深く裂け縁には細かい鋸葉.

生薬センキュウは, 根茎を通例, 湯通ししたものである. (本誌35巻1号裏表紙写真参照)
秋に茎葉が枯れ始めた頃掘り, 水洗い後, 陽乾燥. 密閉容器で保存.

主要成分 クニジリド, リグスチリド

主な薬効 補血, 強壯 水製エキス: 中枢抑制・鎮痛・抗血栓
クニジリド: 中枢性筋弛緩作用

漢方処方 補血, 強壯, 鎮痛, 鎮痛薬

ホッカイトウキ花



ホッカイトウキのはさ掛け



ヨロイグサ花



ハマボウフウ花



シャクヤク紅花



シャクヤク白花



モッコウ花



根茎を引いて増殖したシナマオウ株



シナマオウ木質茎の株分け



発根したシナマオウの木質茎(中央)



熊本大学薬学部 附属薬用資源エコフロンティアセンター

