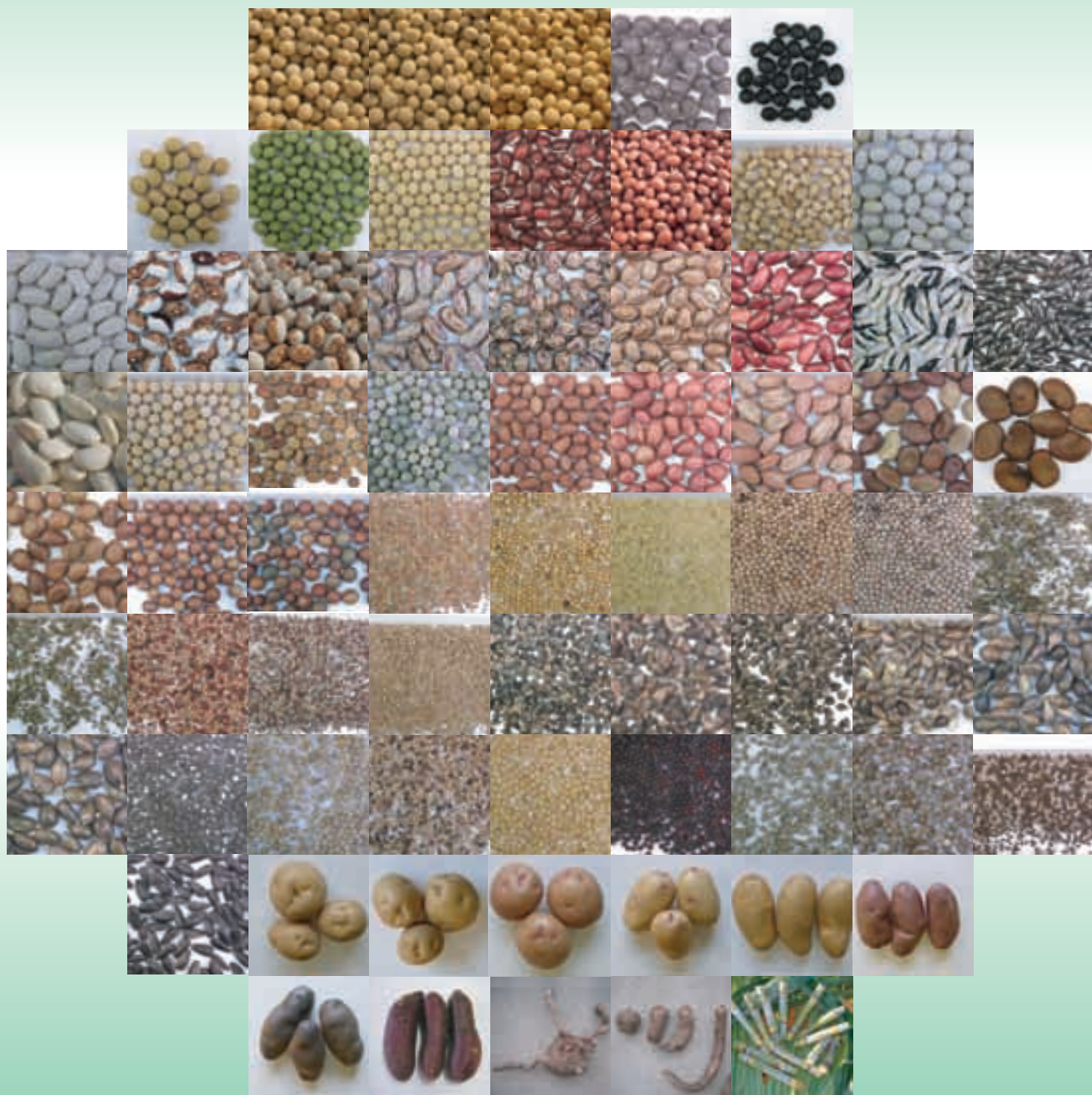


特産種苗

No. 16
2013. 9

【特集 薬用植物】



表紙の特産農作物名（品種名）

	大豆 (トヨホマレ)	大豆 (トヨコマチ)	大豆 (エキホマレ)	大豆 (新丹波黒)	大豆 (中生光黒)			
	大豆 (エンレイ)	大豆 (青端豆)	大豆 (納豆小粒)	あずき (アカネダイナゴ)	あずき (エリモショウズ)	あずき (ホッカイシロジョウズ)	いんげんまめ (白金時)	
いんげんまめ (つる有太福)	いんげんまめ (つる有太虎)	いんげんまめ (福虎豆)	いんげんまめ (長鶉)	いんげんまめ (大丸鶉)	いんげんまめ (つる有徳高)	いんげんまめ (大正金時)	いんげんまめ (つる無白黒)	いんげんまめ (つる有黒衣笠)
いんげんまめ (大白花)	えんどう (白エンドウ)	えんどう (豊寿大茨)	えんどう (東北1号)	落花生 (千葉小粒)	落花生 (金時)	落花生 (千葉半立ち)	そらまめ (早生蚕豆)	そらまめ (河内一寸)
そらまめ (天草小粒)	シカクマメ (ウリズン)	シカクマメ (石垣在来)	アワ (南小日紅穀)	アワ (栗信濃1号)	アワ (入間在来)	キビ (黍信濃1号)	キビ (河内系2号)	ヒエ (2B-03)
ヒエ (2E-03)	シコクビエ (白峰)	シコクビエ (秋山77-6)	シコクビエ (祖谷在来)	ソバ (鹿屋ソバ)	ソバ (階上早生)	ソバ (岩手本場)	ハトムギ (中里在来)	ハトムギ (黒石在来)
ハトムギ (岡山在来)	ゴマ (黒ごま)	ゴマ (白ごま)	ゴマ (金ごま)	ゴマ (茶ごま)	ナタネ (農林8号)	エゴマ (ジュウネ)	エゴマ (大野在来)	エゴマ (新郷在来)
	ヒマワリ (ノースクイン)	馬鈴しょ (男爵薯)	馬鈴しょ (キタアカリ)	馬鈴しょ (さやあかね)	馬鈴しょ (はるか)	馬鈴しょ (メークイン)	馬鈴しょ (ノーザンルビー)	
		馬鈴しょ (シャドークイン)	さつまいも (ベニアズマ)	こんにやく	こんにやく <生子(きこ)>	さとうきび		

(写真・資料提供)

(独)農業生物資源研究所・(独)種苗管理センター・群馬県農業技術センター



(独) 医薬基盤研究所薬用植物資源研究センターの組織
(6ページ参照)



薬用植物資源研究センターで編集した
「INDEX SEMINUM」の冊子
(15ページ参照)



種子島在来のモモ (上段左: 花、上段右: 果実、下段左: 果実、核、種子 (トウニン)、下段右: 果実断面)
(19ページ参照)



薬用植物資源保存棟種子貯蔵庫に保存された種子
(22ページ参照)



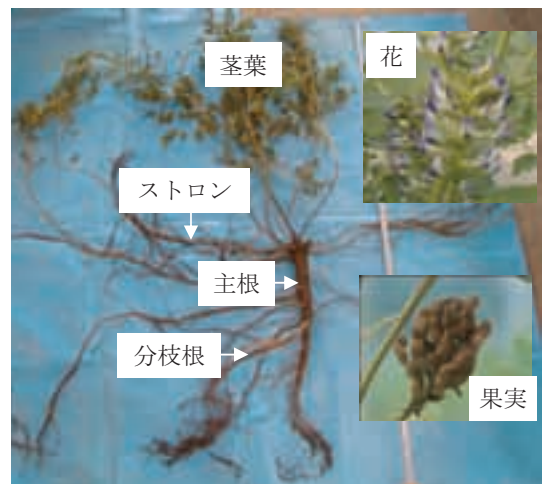
シャクヤク薬用品種「北宰相」
(25ページ参照)



インドジャボク (左: 花、中央: 実、右: 根)
(19ページ参照)



シャクヤクの選抜対象とした53系統の株分け4年目株
(26ページ参照)



ウラルカンゾウの形態について
(28ページ参照)



培養苗



閉鎖温室での水耕栽培



栽培400日間



栽培740日間

ウラルカンゾウ選抜サブクローン (Gu2-3-2) の水耕栽培
(39ページ参照)



水耕栽培セリバオウレン
(約1年間) (40ページ参照)



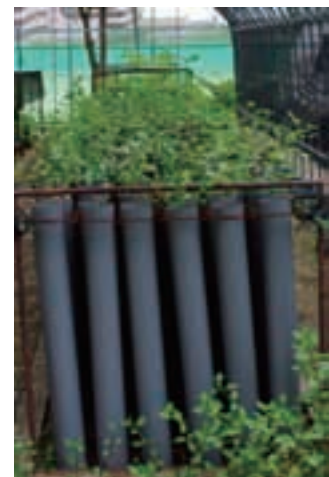
収穫したシコン (筒栽培1年栽培品)
(45ページ参照)



ムラサキの筒栽培 (44ページ参照)



ゴボウ収穫機によるオウギの収穫
(33ページ参照)



ウラルカンゾウの塩化ビニール製パイプによる筒栽培 (48ページ参照)



麻黄の栽培 (寧夏自治区) (53ページ参照)



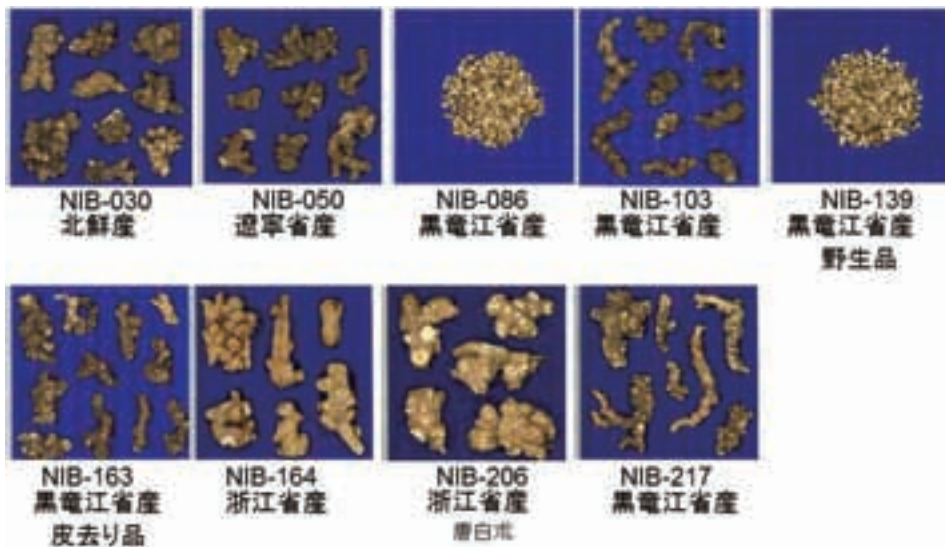
スペインカンゾウ栽培圃場の写真 (栽培2年目) (51ページ参照)



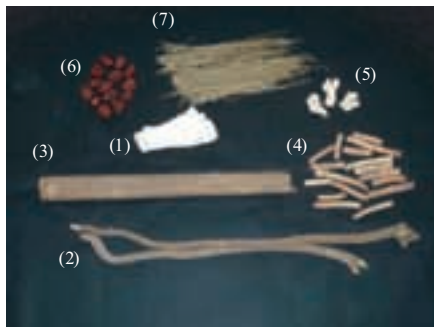
センキュウ収穫へのビートハーベスターの適用
(60ページ参照)



センキュウの生育盛期（8月～9月）(60ページ参照)



ビャクジュツの市場流通品（66ページ参照）



葛根湯構成生薬

カッコン(1)、カンゾウ(2)、ケイヒ(3)、シャクヤク(4)、シヨウキョウ(5)、タイソウ(6)、マオウ(7)。(五十音順) (80ページ参照)



薬用植物総合情報データベースホームページ（87ページ参照）



育苗中のトウキ苗（112ページ参照）



エゾウコギとシゴカ（柀内）(71ページ参照)



カンゾウの振動掘取り機での収穫の様子(収穫研修 合志市)
(120ページ参照)



薬用作物種苗増殖ほ場の様子 (123ページ参照)



トウキの栽培試験 (131ページ参照)



シャクヤクの掘り取り (131ページ参照)



トウキの畝中央の点滴灌水チューブ
(134ページ参照)



夏期乾燥時でも生育旺盛
(134ページ参照)



トウキの加温ハウスでの育苗 (139ページ参照)



トウキの明日香村でのベッド育苗 (139ページ参照)

目次

カラーグラビア

【巻頭言】

- ・今後の日本における薬用植物の国内栽培化に関する展望
 …………… (独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター 川原信夫 1

【特集】〈薬用植物〉

「薬用植物をめぐる動き」

- ・薬用作物を巡る最近の状況…………… 農林水産省生産局農産部地域作物課 長友秀昌 3
- ・(独) 医薬基盤研究所薬用植物資源研究センターの取り組み
 —薬用植物の国内栽培振興及び資源確保を目指して—
 …………… (独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター 川原信夫 6
- ・日本漢方生薬製剤協会の取り組み (農薬、重金属対応等)
 …………… 日本漢方生薬製剤協会生薬委員長 浅間宏志 11

「技術開発」

1 薬用植物資源の収集、保存、新品種育成

- ・薬用植物の種子交換と発芽試験
 …………… (独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター筑波研究部 熊谷健夫 15
- ・熱帯、亜熱帯性薬用・有用植物資源の収集、保存、育成
 …………… (独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター種子島研究部 杉村康司 18
- ・薬用植物の種子の保存と発芽
 …………… (独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター筑波研究部 飯田 修 22
- ・シャクヤクの薬用品種育成について
 …………… (独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター 柴田敏郎 24
- ・カンゾウの新品種育成について
 …………… (独) 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 林 茂樹 28

2 栽培技術

- ・北海道における農業機械化と薬用植物研究の歴史および機械化薬用植物栽培の展望
 …………… (独) 農研機構 北海道農業研究センター 村上則幸 31
- ・植物工場における薬用植物の栽培・生産
 …………… (独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター筑波研究部 吉松嘉代・乾 貴幸 35
- ・薬用植物の筒栽培とその応用
 …………… (株)新日本医薬 岩国本郷研究所 末岡昭宣・吉岡達文 42
- ・ウラルカンゾウ (*Glycyrrhiza uralensis* Fischer) の国内栽培を目指して
 …………… 大阪薬科大学 芝野真喜雄 47
- ・北海道におけるスペインカンゾウの栽培と選抜
 …………… (独) 農研機構 北海道農業研究センター 鈴木達郎・森下敏和・六笠裕治 50
- ・麻黄 (マオウ) の国内栽培を目指して
 …………… 金沢大学医薬保健研究域薬学系 御影雅幸 53
- ・一企業における薬用植物栽培の取り組みとその課題
 …………… 株式会社ツムラ 生薬本部生薬研究部 武田修己 58

3 品質評価及び利用技術

- ・LCMS を用いた生薬の評価について
 …………… (独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター筑波研究部 瀧野裕之 63
- ・遺伝子解析技術を用いた薬用植物基原種の鑑別
 …………… 国立医薬品食品衛生研究所生薬部 丸山卓郎
 (独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター筑波研究部 河野徳昭
 富山大学和漢医薬学総合研究所 小松かつ子 70

- ・味認識装置による漢方処方並びに生薬の品質評価
 …………… (独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター種子島研究部 安食菜穂子 77
- ・薬用植物の健康食品、化粧品等としての利用
 ……………丸善製薬株式会社 研究開発本部 田村幸吉 84

「情報発信及び国際化対応」

- ・薬用植物総合情報データベースの構築
 …………… (独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター筑波研究部 河野徳昭 87
- ・薬用植物栽培・品質評価指針の作成
 …………… (独) 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 菱田敦之 94
- ・ISO/TC249における生薬・薬用植物の国際標準化の現状
 ……………国立医薬品食品衛生研究所生薬部 袴塚高志 97
- ・FHHにおける東アジア地域の生薬・薬用植物の国際調和の現状
 …………… (独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター 川原信夫 103

「地域における特徴的な取り組み」

- ・北海道における薬用作物の生産振興について
 ……………北海道食の安全推進局食品政策課 中島和彦 109
- ・トウキ原種苗の安定生産に向けた取り組み
 …………… (公財) 日本特産農作物種苗協会 網走特産種苗センター 鈴木清史 112
- ・地方自治体と連携した甘草栽培プロジェクト
 ……………株式会社新日本医薬 岩国本郷研究所 吉岡達文
 新日本製薬株式会社 開発事業室 長根寿陽 117
- ・長野県における薬用作物の生産体制整備について
 ……………長野県農政部園芸畜産課 堀 澄人 122
- ・里地・里山の有用植物に対する地域住民の関心度の改善と保全活用に資する地域での取り組み
 ……………信州大学農学部森林科学科 上原三知 125
- ・富山県の薬用植物栽培に関する取り組み
 ……………富山県薬事研究所付設薬用植物指導センター 大江 勇 129
- ・兵庫県における薬草栽培の歴史と技術指導
 ……………兵庫県立農林水産技術総合センター 福嶋 昭 133
- ・奈良県における「漢方のメッカ推進プロジェクト」の取組について
 ……………奈良県農林部農業水産振興課 136

巻頭言

今後の日本における薬用植物の
国内栽培化に関する展望

(独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター 川原 信夫

2010年10月、生物多様性条約第10回締約国会議（COP10）が名古屋で開催され、生物資源を巡る利益配分に関する議論が大きな話題を呼び、さらには生薬が第二のレアアースとなる可能性も示唆され、国内栽培化の推進並びに生薬の安定供給の重要性が再認識されている。また、生薬は天然物であり、栽培環境や調製法の違いにより、有効成分含有量等、品質が左右される。従って、高品質生薬の安定供給には栽培、修治、調製等の各分野で、生薬及びその基原植物の基礎データに基づいた品質管理が求められる。

さらに一昨年（2011年）の東日本大震災における深刻な放射能汚染問題では、漢方生薬製剤業界への影響として、日本漢方生薬製剤協会（以下、日漢協）の調査により、一部の生薬において放射性セシウム等が検出された旨、報告がなされている。これを受け、平成23年10月14日付けで厚生労働省医薬食品局監視指導・麻薬対策課長より「放射性物質に係わる漢方処方製剤の取扱について」が通知された。本通知では、医薬品の品質及び安全性を確保する観点から、東日本地域1都16県において東日本大震災以降に産出された生薬が出荷されてい

ないことの確認及び万一出荷された場合には自主的な回収を行う等が記載された内容となっている。さらに平成23年12月13日付けで同省同課長より「漢方生薬製剤原料生薬の放射性物質の検査に係る適切な方法について」が通知されるとともに、生薬等の放射性物質測定ガイドラインが策定され、現在も本ガイドラインに基づき生薬の放射性物質がモニターされている。

一方、日漢協では、平成20年度における医薬品原料として使用された原料生薬の使用量調査を行い、その調査結果より我が国の生薬自給率は約12%であることを明らかにしている。しかし、一昨年の震災以降、放射性物質の問題から東日本地域を中心に生薬の国内生産量が減少していることが推察され、生薬自給率はさらに低下しているものと考えられる。

また最近、我が国の原料生薬の最大供給国である中国では、国内における中医薬使用量の増加、栽培従事者の減少等から原料生薬の高騰がすさまじい勢いで進行しており、その価格が数年前の数倍以上になっている生薬も少なくない。

このような現状から、今後の日本における原料生薬の安定的確保のためには、薬用植物の国内栽培化の推進が必須である。具体的な対応策として以下の方法が考えられる。すなわち1) 日本国内で栽培可能な優良種苗の選抜、保存並びに増殖法の検討、2) 優良新品種の育成、3) 大規模機械化栽培法等、新規生産栽培法の開発、4) 植物工場における養液栽培等、閉鎖系施設による新規栽培法の構築及び5) データベース化によるこれら情報の集積と発信並びに生産者への栽培技術指導等である。特に閉鎖系施設による養液栽培システムは、施設の建設及び維持管理等、栽培に関わるコスト高の問題並びに生産された生薬の市場品との比較検討の必要性等、解決すべき課題はあるものの、放射能汚染や重金属汚染の影響を受けず、また農薬も必要とせず、短期間で品質の安定した生薬生産が可能となる安心安全かつ効率的な新しい栽培法として大きな期待が寄せられている。

また、これらの対応策を速やかにかつ効率的に遂行していくためには産官学の協力体制の構築が重要である。特に行政側では、休耕地の有効活用、生産者への栽培技術指導並びに農業機器その他必要資材の支援、農薬使用基準の改定、薬価の改定等、省庁、都道府県、市町村の枠に囚われない横断的政策の策定が望まれる。また漢方生薬製剤関連業界では、大学や各種研究機関と技術的な分野において密接な連携を保ちながら国内生産拡大の担い手として、積極的に薬用植物の栽培委託を働

きかけるとともに、収穫物の選別、調製施設の設置及びその運営を通じて栽培地域の雇用拡大に努めることを願ってやまない。

現在、上記対応策の一環として、厚生労働省医政局経済課、農林水産省生産局農産部地域作物課及び日漢協が中心となり、日本各地における生産者への説明会である「薬用作物ブロック会議」が企画された。本会議は、行政側と業界側が協力体制を構築し、国内における薬用植物栽培振興への具体的な出口を示す初めての取り組みであり、近日中に各地域において順次開催される運びであり、今後の展開が期待される。

このように国内における薬用植物栽培が再び注目を集めつつある現在、「特産種苗」の特集号として薬用植物が取り上げられたことは、まさに時機を得た企画であり、薬用植物に携わる研究者の一人として感謝申し上げる次第である。

本特集号では薬用植物に関して、1) 薬用植物をめぐる動き、2) 技術開発、3) 情報発信及び国際化対応、4) 地域における特徴的な取り組みの各観点からそれぞれの分野で活躍されている専門家の方々に最先端の研究、事業内容について寄稿していただいた。この場をお借りして深く御礼申し上げるとともに、今回の特集号から得られる情報が今後の国内における薬用植物栽培振興に少しでも役立つことができれば、本特集の编者として最大の喜びである。

薬用作物を巡る最近の状況

農林水産省生産局農産部地域作物課 課長補佐（地域作物第3班担当） 長友 秀昌

1 はじめに

近年、我が国の伝統医療である漢方薬を含む漢方製剤（※1）は、健康に対する意識の高まりを背景に国民の関心が高まっており、また、漢方治療の科学的根拠（エビデンス）の解明を背景として、医療現場においてもそのニーズが高まってきている。

漢方製剤に必要な不可欠な生薬（※2）は、8割以上を中国からの輸入に依存しているが、中国国内での需要の拡大、乱獲により自生の薬用作物の減少、環境保全等を目的としたカンゾウ等の一部の薬用作物への採取規制や輸出規制などから、生薬の安定的な調達が難しい状況になりつつある。このため、漢方薬メーカーをはじめとする実需者からは、生薬の原料となる薬用作物の国内での安定的な確保を望む声が高まってきている。他方、後継者不足や耕作放棄地に悩む生産者サイドからは、新たな地域特産作物として一定のニーズが期待できる薬用作物への関心が高まってきているところである。

本稿では、ここ最近注目を浴びるようになった薬用作物の需要動向、生産状況、産地化に向けての支援策等を中心に説明させていただく。

※1：「漢方製剤」とは、漢方処方に基づき、生薬を切断・破碎し、抽出、個液分離、濃縮、乾燥等を行うことにより製造した漢方エキス剤（散、顆粒、錠剤）等

※2：「生薬」とは、動植物の部分・細胞内容物・分泌物・抽出物あるいは鉱物で、漢方製剤の原料とするあるいはそのまま治療に用いるもの。

2 需要の動向

漢方製剤の市場規模は、前述したような社会情勢を背景として増加傾向で推移しており、その生産金額は1,422億円（平成23年）と平成18年に比べ22%増加している。なお、生産数量は薬価（※3）が引き下げられていることなどを考慮すると金額ベース以上に増加しているものと考えられる（表1）。

次に、その原料となる生薬の需要量は、日本漢方生薬製剤協会が会員企業74社を対象に行った調査によると、当該年度における年間使用量は約20,000トンで、このうち、中国からの輸入が約16,800トン（83%）、国産は約2,500トン（12%）という結果となっている（図1）。

また、当該年度に使用実績のあった生薬の品目数は248品目で、その調達先別にみると、日本のみから調達しているものが22品目、日本と中国から調達しているものが43品目、日本と中国以外の国から調達しているものは5品目、日本、中国及び中国以外の国から調達しているものは19品目であり、日本から調達している品目数の合計は89品目となっている。

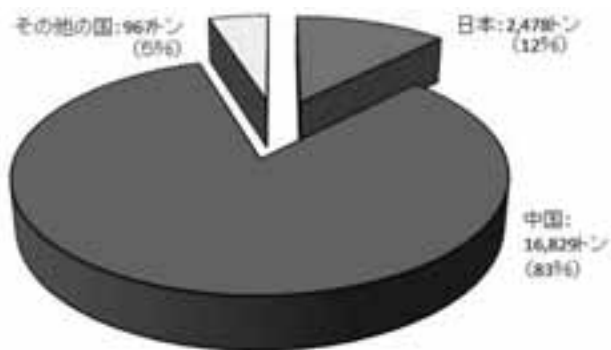
※3：薬価とは、医師が処方する薬の費用を計算する基準となる、国が決めた医薬品の公定価格のこと。原則として2年に一度改定される。漢方製剤の薬価は平成8年を100とすると、平成24年は64.3%と16年間で36%減少している。

表1 漢方製剤等の生産金額の推移

（単位：億円）

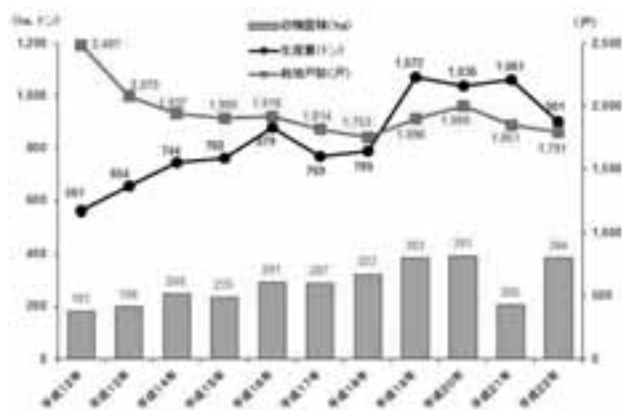
	平成18年	平成19年	平成20年	平成21年	平成22年	平成23年
生産金額	1,169	1,228	1,270	1,385	1,366	1,422

資料：厚生労働省「薬事工業生産動態統計調査」



資料: 日本漢方生薬製剤協会調べ

図1. 漢方製剤等の原料使用量と生産国 (平成20年度)



資料: (公財) 日本特産農産物協会調べ

図2. 薬用作物 (生薬) の国内生産状況

3 国内生産の状況

(公財) 日本特産農産物協会が取りまとめた「薬用作物 (生薬) に関する資料」によれば、専ら医薬品 (生薬) に用いられる27種類の薬用作物の生産量は、年次ごとの増減はあるものの増加傾向で推移している。他方、栽培農家戸数は、生産者の高齢化等もあり減少傾向で推移していたが、近年下げ止まりの傾向となっている (図2)。

4 産地化に向けて

(1) 国内産地の特徴

薬用作物については、他の農作物のように一般的な取引市場が存在せず、漢方薬メーカー等の実需者との契約栽培により生産されるという特徴がある。そのため、生産開始に当たっては、まず利用先である漢方薬メーカー等の実需者との契約栽培を行うことが必要である。しかしながら、生産者サイドでは、「薬用作物を栽培したくても誰が買ってくれるのか」、「どのぐらいの価格で売れるのか」などの不安な点があり、栽培着手に躊躇してしまう状況がある一方で、漢方薬メーカーサイドにおいても「誰が栽培してくれるのか」、「安定供給は可能なのか」などの不安を抱えている。このことが、我が国において薬用作物の生産が拡大しない要因の一つとなっている。また、実需者との取引に当たっては、生薬の規格を定めた「日本薬局方」(※4)に定められた品質規格をクリアすることが求められる。

この他、薬用作物はその種類が多岐にわたっており、収穫までに複数年を要する品目も多く、また、使用できる農薬の種類や専用の農業用機械も

少なく、栽培に当たっては多くの労働時間を要する作物といえる。

このように、薬用作物は、栽培技術が未確立であるとともに品質規格をクリアしないと購入されないなどの不確定要素があるとともに、農薬や収穫機などの専用機械が少なく生産コストや労働時間もかかるといった様々な課題がある。しかしながら、薬用作物は契約栽培により生産されることから、契約する品目によっては、契約先から種子・種苗の提供、栽培技術の支援を受けることが可能であるとともに、契約によって事前取引価格が決まることから「粗収益」が前もって計算できる作物でもある。

このため、新たに薬用作物の栽培に取り組まれる産地にあっては、生産コスト等を十分に分析された上で、自らの経営における位置付けを考える必要がある。

注4: 日本薬局方とは、市場に流通している医薬品のうち、すでに長い間使用され、汎用されている医薬品のうちから品目を選んで国がその品質規格を定めている「公定の規格書」である。

(2) 産地化への支援

ア 栽培契約締結の円滑化

農林水産省では、薬用作物のめぐる情勢・課題について漢方・生薬関係団体、生産者団体、主産県等が認識と共有できるよう、厚生労働省と連携し、「薬用作物に関する情報交換会」を開催 (計3回) するとともに、これを受けて、今後、両省の共催で全国各地で説明会を開催し、産地を志向する地域と実需者との情報の共有・交換を進めてい

るところである。

イ 産地化への支援策

薬用作物の産地化に向けては、地域の気象・土壌条件等に応じた栽培技術の確立、機械化の促進等を行い、栽培技術の安定を図ることが必要である。農林水産省では、生産上の課題を解決しつつ、産地を促進する観点から、①地域ごとの気象条件・土壌条件等に適した品種の選定や栽培マニュアルの作成、②安定した生産に資する栽培技術確立のための実証ほ場の設置、③低コスト生産体制の確立に向けた農業機械の改良、④耕作放棄地、不作付地を活用する場合の土づくり等の取組等を支援していくこととしている。特に、平成25年度予算においては薬用作物が抱える全国共通の課題解決に向けた農業用機械の改良等を支援しているところである。

薬用作物の産地化に積極的に取り組もうとする産地にあっては、このような支援策の活用を検討していただければ幸いである。

5 おわりに

薬用作物の生産、国内での産地化に当たっては、様々な課題があるが、薬用作物の需要の拡大が見込まれる中、近年、これまで我が国で生産のなかったカンゾウの産地化への取り組みが出てくるなど、漢方薬メーカー等と契約し、薬用作物への栽培に着手する産地も増えてきている。

薬用作物は品質や価格面の条件が合えば、中山間地域等において有望な作物であり、今後ともこのような取組が全国各地で誕生し、国内の産地が定着することを期待している。

(参考文献)

- 1) 農林水産省資料：「薬用作物（生薬）をめぐる事情」（平成25年5月）
- 2) 日本漢方生薬製剤協会資料：「原料生薬使用量等調査報告書〔平成20年度の使用量〕」
- 3) 公益財団法人日本特産農産物協会資料：「薬用作物（生薬）に関する資料」

薬用作物に活用できる支援制度 (25年度予算)

1 産地化への支援

- 薬用作物の栽培技術の実証、生産技術力の強化に必要な農業用機械リースに対する支援
 - ・産地活性化総合対策事業 23億円
 - うち 産地収益力向上支援事業
 - うち 地域特産作物需要拡大技術確立推進事業
 - うち 農畜産業機械等リース支援事業
- 水田における生産振興のための支援
 - ・水田活用の直接支払交付金のうち産地資金 539億円
 - (地域で支援作物・単価を設定)

2 加工及び流通の高度化

- 薬用作物の加工・乾燥調製等に必要な共同利用施設の整備等に対する支援
 - ・強い農業づくり交付金 244億円
 - ・農山漁村活性化プロジェクト支援交付金 62億円
- 薬用作物を活用した6次産業化・成長産業化の実現に対する支援
 - ・6次産業化支援対策 36億円
 - ・農林漁業成長産業化ファンドの本格始動 350億円(財投資金)

3 耕作放棄地対策

- 荒廃した耕作放棄地を再生利用するための雑草・雑木除去や土づくり等の取組への支援
 - ・耕作放棄地再生利用緊急対策交付金 45億円(所要額)

特集 薬用植物をめぐる動き

(独) 医薬基盤研究所薬用植物資源研究センターの取り組み —薬用植物の国内栽培振興及び資源確保を目指して—

(独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター 川原 信夫

1. はじめに

近年、世界的に漢方薬や生薬への関心が高まる中、生薬の安全性確保、有効利用に関して、生薬の正しい認識と理解の普及が課題となっている。また、生薬は天然物であり、栽培環境や調製法の違いにより、有効成分含有量等、品質が左右される。従って、高品質生薬の安定供給には栽培、修治、調製等の各分野で、生薬及びその基原植物の基礎データに基づいた品質管理が求められる。生薬類の品質、規格に関しては2011年に第16改正日本薬局方（以下、JP16）が施行され、生薬関連分野では11種の漢方処方エキスが新規収載される等、大きな改正が行われた。日本薬局方生薬等委員会では引き続き JP16第一追補（2012年10月施行）を通じて新規収載品目の選定、各種試験法の検討、規格値の設定等について検討を行い、2014年4月には JP16第二追補が施行される予定である。筆者が所属する（独）医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター（以下、センター）では現在、

薬用植物の国内栽培振興を目指し、厚生労働科学研究費の支援を基に薬用植物資源の新品種育成、系統選抜及び大規模機械化栽培による低コスト栽培法の開発並びに薬用植物総合情報データベースの構築を行っている。

本稿では、センターの薬用植物資源に関する近年の取り組み及び当センターが構築した薬用植物総合情報データベースについて紹介する。

2. (独) 医薬基盤研究所薬用植物資源研究センターにおける薬用植物資源への取り組みについて

センターは、2005年4月に国立医薬品食品衛生研究所薬用植物栽培試験場から組織変更され、（独）医薬基盤研究所の生物資源部門として新しいスタートを切った。センターは、日本で唯一の薬用植物等の総合研究センターであり、薬用植物リファレンスセンターとしての機能を果たすことを目的としている。以下に示す第1期中期目標

(2005年～2010年)に従い、薬用植物等に関する情報を整備するとともに、薬用植物資源提供体制整備の構築を行った。

第1期中期目標

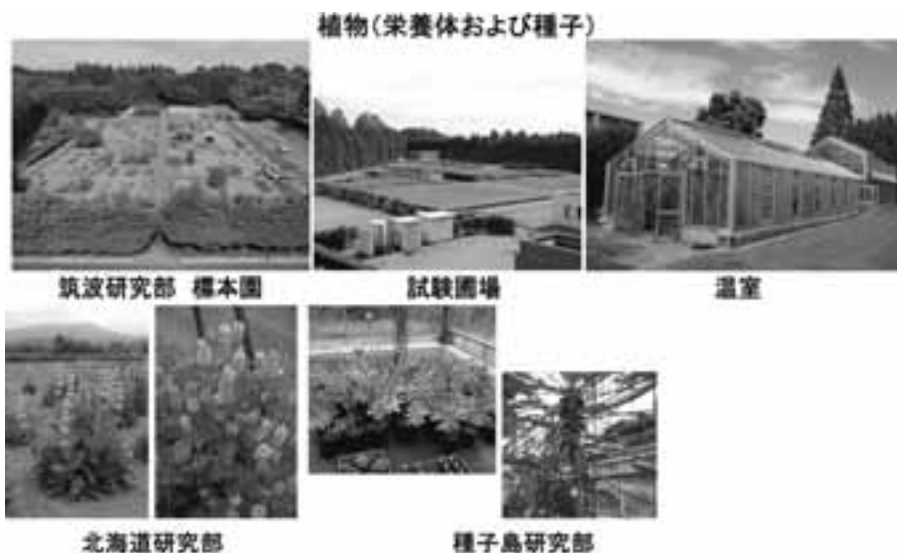
ア) 薬用植物等の積極的な収集、保存、確実な情報整備及び行政的要請への正確な対応を行う。

イ) 薬用植物等の保存、増殖、栽培、育種に必要な技術並びに化学的、生物学的評価に関する研究開発を行う。

また、有用性の高い新品種



(独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センターの組織



薬用植物資源研究センターの概観

の育成及び薬用植物栽培の低コスト化に関する研究、薬用植物等に含まれる生物活性物質の探索とその生合成に関与する遺伝子の解明を行った。以下にその成果を記載する。

1) 薬用植物等の収集、保存、情報整備及び行政的要請への対応に関する成果

(1) 薬用植物資源の収集・維持管理に関する業績
センターでは約4,000系統の植物を栽培・維持すると共に、種子交換、保存用種子の採取・収集を行い、5年間の総計は2,545点となった。

(2) ソロモン諸島有用植物調査の成果

平成20年度より高知県立牧野植物園が中心となって開始された文部科学研究事業「ソロモン諸島における有用植物、特に薬用植物の資源探査と天然物化学的研究」の分担研究機関として、ソロモン諸島の植物調査を行い、現在までにさく葉標本6,412点、化学分析用サンプル386点、生植物標本262点及び種子標本59点を収集し、維持・管理している。

(3) 薬用植物資源の提供及び行政支援対応に関する実績

種子交換目録 (Index Seminum 2005-2013) を年度毎に作成し、平成24年度は396機関 (62カ国) に送付した。同年度の種子交換目録に基づく種子の請求数に対し、1,587点 (100機関) の種子を送付した。また、種子交換以外での薬用植物資源提供実績としては、大学及び公的研究機関等に対し、平成24年度は、種子56点、植物体751点、生薬

1,072点、さく葉標本56点、分析用サンプル769点及び化合物4点を供給した。さらに「麻薬関連植物に関する講習会」を毎年開催し、平成24年度は、155名の参加者を受け入れている。

(4) 薬用植物栽培・品質評価指針の作成

イカリソウ、エンゴサク、カキドウシ、クソニンジン及びトウガンの5品目について、「薬用植物 栽培と品質評価」Part 12の原稿を作成

した。

(5) 薬用植物データベースの構築

薬用植物資源の高度利用化を目的として、センター保有の重要薬用植物等100種について、その特性、成分、生物活性等の情報をデータベース化し、平成22年3月末よりセンターHP上に公開した。

2) 薬用植物等の保存、増殖、栽培、育種に必要な技術並びに化学的、生物学的評価に関する研究開発の成果

(1) 薬用植物資源の新品種育成に関する研究



薬用植物資源研究センターの保有する薬用植物資源



薬用植物資源の保存

用性を検討した。また、植物組織培養物の超低温保存に関する研究では、継代維持中の薬用植物カルスを材料に組織・細胞の構造を氷の結晶で破壊すること無く、超低温下で保存する方法(ガラス化法)による保存条件を検討した。この結果、セリバオウレン形質転換カルス、セリバオウレン非形質転換カルス、オウレン属植物カルス、オニゲシカルス及びベケシーオニゲシ種間雑種植物カルスにおいて、高頻度の再生に成功した。

北海道研究部において育成されたハトムギ（生薬ヨクイニンの基原植物）新品種「北のはと」は平成19年3月に品種登録され、平成20年には商業生産が開始された。現在北海道において約18haの面積で生産栽培されている。また、筑波研究部で育成された温暖地向けハトムギ新品種の「はとろまん」は、平成25年3月に種苗登録された。さらに北海道研究部において育成されたシャクヤク新品種の「べにしずか」は、収量及び各種成分含量のバランスが良好で、根が白く開花率が極めて低い省力型のユニークな品種であり、現在品種登録出願中である。

(2) 薬用植物資源の系統選抜及び大規模機械化栽培による薬用植物の低コスト栽培法の確立に関する研究

薬用植物等の種々の増殖法に関する検討及び野生あるいは海外産薬用植物の国内栽培化を目的として、重要生薬カンゾウの高グリチルリチン酸含有系統の育成を行い、日本薬局方の規格値(2.5%)を超える高収量系統2種とWHOの規格値(4.0%)をも超える高グリチルリチン酸含量系統7種の選抜に成功した。本成果は現在、特許出願中である。

(3) 薬用植物資源の種子及び培養物等の長期保存条件の検討に関する研究

発芽抑制物質の影響で時間の経過とともに発芽率が低下するトウキ種子について、洗浄処理の有

(4) 薬用植物資源の養液栽培並びに遺伝子導入技術に関する研究

カンゾウの養液栽培において、約400日間の栽培期間で日本薬局方規定値を満たす系統の作出に成功した。また、シロイヌナズナ由来転写因子によるセリバオウレン及びペラドンナの形質改変を行い、単位容積あたりのアルカロイドの生産効率の向上に成功した。さらに、減圧・エレクトロポレーションを用いた遺伝子導入法により、世界に先駆けてハトムギへの遺伝子導入に成功した。

(5) 薬用植物資源の各種活性スクリーニングに関する研究

薬用植物エキスの熱帯感染症に対するスクリーニングを継続的に行い、5年間の総計は343種となった。スクリーニング対象薬用植物エキスは、主としてペルー、ミャンマー、ソロモン、UAEの薬用植物であり、特にペルー産薬用植物からは数種の新規化合物を含む種々の活性化化合物を単離、構造決定している。また、メタボリックシンドロームの予防・改善に関連した生物活性物質の探索も開始し、数種の活性化化合物を得ることに成功した。

3) 第2期中期目標及びその研究内容について

センターでは第2期中期目標を以下のように設定し、2010年4月から新たな5カ年計画による研究業務を開始した。

第2期中期目標

ア) 薬用植物等の重点的保存、資源化、戦略的確保及び情報集積、発信に関する基盤的研究を行う。

本研究では、国内外の薬用植物について、優良生薬の安定供給を図るため、栽培及び調製加工技術の研究、開発並びに薬用植物栽培指針を作成する。また、新たな創薬シーズとして、国内外の薬用植物資源及び未利用植物資源を積極的に導入、育成保存し、新規用途の開発を行うと同時に薬用植物資源の遺伝的多様性維持及び重要系統の優先的保存並びに供給体制の整備を行なうとともに、それらの情報を集積、発信する。さらに新しい薬用植物品種を育成し、国内普及を図るとともに、新規品種識別法及び品質評価法に関する研究、開発を行っている。

イ) 薬用植物資源のより高度な活用にあ資するため、薬用植物ファクトリー及び薬用植物 EST ライブラリーに関する応用研究を行う。

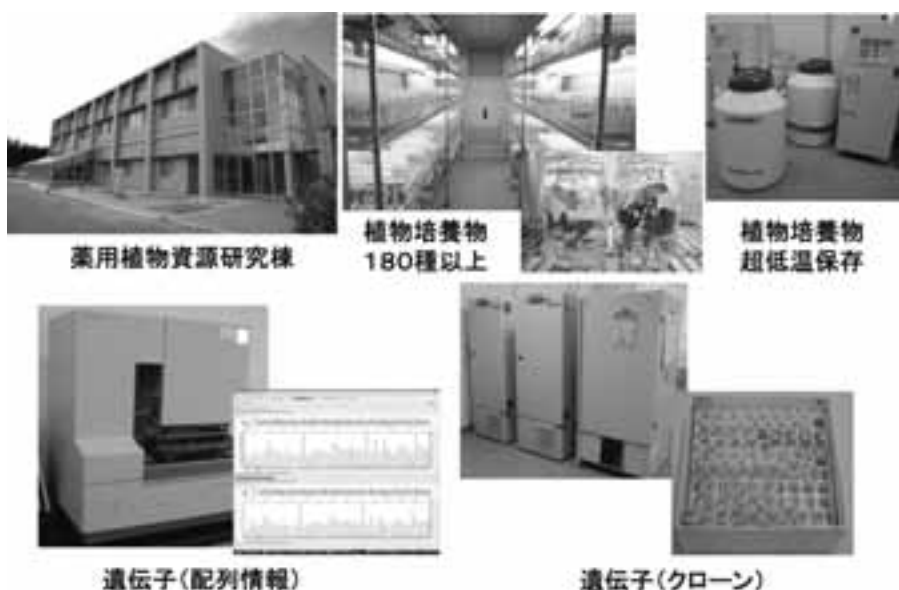
本研究では植物組織培養技術を駆使し、人工環境制御下（薬用植物ファクトリー）での生産に適した高品質・高生産性の薬用植物品種の育成を行うとともに、得られた苗を用い、それぞれの薬用植物品種に適した閉鎖系植物生産システムの構築を目指す。さらに重要度の高い薬用植物の EST (Expressed Sequence Tag) ライブラリー構築及び EST 情報の活用に関する研究を行うと同時に発現遺伝子群の情報を基盤とした生薬・薬用植物の品質管理に利用可能な分子マーカーの開発等の

発展的研究を行っている。

3. 薬用植物総合情報データベースの構築

平成22年度から厚生労働科学研究事業「漢方薬に使用される薬用植物の総合情報データベース構築のための基盤整備に関する研究」が開始された。本研究事業では、1) 行政支援の観点から漢方薬の品質、有効性及び安全性確保と局方収載生薬の有効活用、効率的増殖法の確立による薬用植物国内栽培振興への貢献、2) 生物資源研究支援の観点から漢方製剤原料となる貴重な遺伝資源の確保、維持及び生物資源を基盤とする研究活動、産業振興への寄与を二大到達目標として、センターにおける第1期中期計画の成果として公開されている薬用植物データベース (<http://www.wts9.nibio.go.jp/mpdb.html>) を基盤として、1) 成分分析データ情報 (TLC 写真、HPLC チャート及び主要成分 NMR データ等)、2) 官能データ情報 (味、色)、3) 内部形態及びさく葉標本情報、4) 資源管理情報、5) 遺伝子の鑑別部位及び基原鑑別に関する情報、6) 植物組織培養物及び効率的増殖法に関する情報、7) 植物体栽培及び植物の効率的生産法に関する情報、8) 生物活性及び副作用情報、9) 漢方処方関連情報等、生データを含む各種情報を集積した日本で初めての薬用植物に関する総合情報データベースの構築を進めている。

現在までの研究において、現行のデータベース収載情報の総合情報データベースへの移行が完了するとともに、成分分析データ情報及び日本薬局方情報について重点的にデータベース構築、データ登録を行い、総合情報データベースの骨格構築が完了した。また、優先収載候補生薬20品目（オウゴン、カンゾウ、ショウキョウ、ソウジュツ、ニンジン、オウレン、ケイヒ、ゴシツ、サイコ、サンシシ、ジオウ、シャクヤク、シャゼ



薬用植物資源の研究

ンシ、センキュウ、ソヨウ、ダイオウ、トウキ、ビャクジュツ、ブクリョウ、マオウ) について LC-MS 情報、TLC 写真、官能データ情報、内部及び外部形態情報、資源管理情報、遺伝子鑑別情報、植物組織培養物情報、植物体栽培情報、生物活性及び副作用情報並びに漢方処方関連情報等の集積を行い、総合データベースパイロット版の運用並びに評価を開始した。これら情報は英語による閲覧・検索にも対応している。さらに種子交換用情報管理システム、モデル試料管理システムの構築も完了し、内部情報管理の運用を開始した。現在、収集を完了した次候補生薬25種(ボタンピ、トウニン、オウギ、サイシン、ハンゲ、タクシャ、バクモンドウ、チョウトウコウ、ゴシュユ、キョウニン、カクコン、チンピ、モクツウ、キキョウ、ボウフウ、サンシュユ、オンジ、チモ、タイソウ、ゴミシ、サンヤク、ボウイ、サンショウ、オウバク、コウボク) の各種試験用エキスを作成するとともに、各種データ情報の収集を行っている。

一方、国内生薬関連団体のご協力により収集された国内市場流通生薬である「モデル試料」は、平成24年3月末現在、45品目751種類の生薬が収集されている。本研究では、各種「モデル試料」について同一条件で熱水抽出エキスを作成し、LC/MS データの多変量解析による産地・加工調製法・基原のバラエティ比較を行い、品質評価の指標成分となるマーカー化合物の探索を行った。この結果、オウゴン及びサンシシ等においてマーカー化合物の存在を明らかにした。さらにショウキョウについては、NO 産生抑制活性データと LC/MS データをもとに多変量解析を行った結果、[6]-gingerol が NO 産生抑制活性化合物として見出された。以上のように本研究では、データベース構築と同時に研究面においても新たな知見が得られており、これらの成果についても順次データベース上で情報公開を行いたいと考えている。

本年4月にはデータベース研究班第2期目となる「薬用植物栽培並びに関連産業振興を指向した薬用植物総合情報データベースの拡充と情報整備に関する研究」が採択され、研究がスタートした。

本研究では、データ未収集の生薬について、データ収集及び入力を継続し、総合情報データベースとして情報量の充実を図ると共に、1) レッドデータブック薬用植物版の作成「絶滅危惧薬用植物情報」を構築、2) ポストゲノム、ポストモデル植物時代への対応－薬用植物の網羅的遺伝子情報解析基盤の整備－「トランスクリプトーム・ゲノミクス解析情報」の構築、3) ISO/TC249における生薬・薬用植物の国際標準化への対応「ISO/TC249国際標準化情報」の構築を行う。さらに遺伝子情報・成分情報・生物活性情報等のカテゴリ間のデータを横断的に解析可能なデータ解析・表示機能を追加し、この機能を使用した、カテゴリ横断的な相関解析研究を行う予定である。

なお、薬用植物総合情報データベースは本年4月より上記アドレスにて公開中であり、関係各位の積極的な活用を賜れば幸いである。また、本データベース構築並びに多変量解析による品質評価研究の詳細については当センター、河野主任研究員、渕野室長の稿を参照願いたい。

4. おわりに

センターでは、薬用植物の資源保護・系統保存、栽培・育種研究等、民間企業では実施できない研究事業を遂行している。特に、100%輸入に依存している薬用植物資源の国内栽培化及び栽培期間の短縮化に関する研究では、重要生薬カンゾウの国内栽培においてグリチルリチン酸含量が局方規格値を超える系統の作出に成功するとともに養液栽培でも高グリチルリチン酸含量系統の作出に成功している。これらの研究は、センター全体の研究アクティビティの中心をなす最重要課題であると同時に、漢方生薬関連業界のニーズにも合致しており、生薬関連業界団体からも大きな期待感をもって受け入れられている。また、現在までに日本に導入された生きた資源植物は、遺伝資源としていけば何物にも代えがたい宝であり、これら植物資源を大切に栽培、系統保存することは今後ますます重要な課題となると考えられる。

日本漢方生薬製剤協会の取り組み（農薬、重金属対応等）

日本漢方生薬製剤協会生薬委員長 浅間 宏志

はじめに

日本漢方生薬製剤協会（日漢協）は、日本製薬団体連合会傘下の団体として漢方製剤、生薬製剤及び生薬を扱うメーカー、卸などの71社（2013年7月時点）が集まる業界団体である。高品質な漢方製剤、生薬製剤及び生薬を安定供給し、その役割と機能を高め漢方製剤、生薬製剤及び生薬の普及、定着と発展を図り、医薬品業界の発展と国民の皆様の健康に貢献することを目的として多岐にわたり活動している。その一つとして、漢方製剤、生薬製剤及び生薬の原料として使用される原料生薬の品質確保が欠かせないものとなっており、日漢協の活動方針である2012（5ヶ年計画）において、「原料生薬の品質確保と安定確保」をテーマの第一項目に挙げ活動に取り組んでいるところである。

日本漢方生薬製剤協会
中長期事業計画2012（5ヶ年計画）

- 「漢方・生薬」新たな飛躍の時代を迎えて
- (1) 原料生薬の品質確保と安定確保の推進
 - (2) 一般用漢方製剤・生薬製剤の開発と育成活動の強化
 - (3) 漢方製剤・生薬製剤・生薬の安全性確保と適正使用推進
 - (4) 漢方製剤・生薬製剤・生薬に関するエビデンスデータの集積
 - (5) 漢方製剤・生薬製剤・生薬の国際調和と国際交流
 - (6) 医療関係者および患者・消費者などに対する啓発活動の強化
 - (7) 日漢協としての団体活動の強化

1. 生薬の特質

生薬とは動植物の部分・細胞内容物・分泌物・抽出物を乾燥したものあるいは鉱物で、そのまま薬品として用いあるいは製薬の原料とするものを指し、日漢協の平成20年（2008年）度調査においては漢方製剤、生薬製剤および生薬（以下、漢方生薬製剤等）に使用される原料生薬248品目に及んでいる。このうち221品目が植物由来であり（表1）、これらが植物の段階においては「薬用植物」または「薬草」という名称となり、栽培化などが行われているものについては「薬用作物」という表現が用いられている。植物あるいは作物から「生薬」となるには、薬用部位の乾燥が必要で、一部の品目にあっては蒸したり、または一定時間お湯に漬けたり（湯どおし）してから乾燥するなどの加工を伴っている。また薬用植物・薬用作物として採取・収穫できるまでには複数年を要する品目も多く、加工の必要性和併せて生薬を生産する上での大きな特徴として認識されている。

2. 残留農薬に関する取組み

(1) 自主基準の設定と調査報告

残留農薬については1996年ニンジン（オタネニンジンの根）、センナ（*Cassia angustifolia* Vahl 又は *Cassia acutifolia* Delile (*Leguminosae*)の小葉）

表1. 生薬の品目数と使用量（日漢協 H20調査より）
使用量単位 Kg

	品目数	漢方製剤等への使用量		
		日本産	中国産	その他
植物由来生薬	221	2,333,454	16,061,223	956,988
動物由来生薬	19	32,939	34,174	9,252
鉱物由来生薬	8	111,217	731,590	132

配合漢方生薬製剤の残留農薬に関する自主基準を実施していたが、2002年に中国産冷凍ほうれん草問題、続いて2003年の農民運動全国連合会による生薬中の残留農薬に関する報道などから、新たな自主基準設定への検討を開始した。先ず主な生薬について農薬調査を行ったところ、サンシュユ(サンシュユの偽果の果肉)、タイソウ(ナツメの果実)、チンピ(ウンシュウミカン又は *Citrus reticulata* Blanco (Rutaceae)の成熟した果皮)、ソヨウ(シソ又はチリメンジソの葉及び枝先)からパラチオンなどの6種の農薬が検出された。この結果に基づき、会員会社からこれらの4生薬を配合する製剤の提供を受け、日本食品分析センターに農薬分析を依頼し、葛根湯など漢方製剤17処方中、有機リン系(4種:パラチオン、パラチオンメチル、馬拉チオン、メチダチオン)、ピレスロイド系(2種:フェンバレレート、シベルメトリン)は検出されなかったことを確認し、更には生薬製剤13処方についても同様な結果を確認した。このような経緯を踏まえ、2005年に漢方製剤、2006年に生薬製剤を加えた有機塩素系、有機リン系及びピレスロイド系農薬に関する自主基準を設け(表2)、『医薬品研究』に「漢方製剤、生薬製剤及び生薬の残留農薬について(第1報)漢方製剤及び生薬製剤に関する日漢協自主基準並びに漢方製剤に関する実態調査」(39(2), 63~75(2008))及び「漢方製剤、生薬製剤及び生薬の残留農薬について(第2報)生薬製剤に関する実態調査」(39(2), 76~82(2008))の2報にわたり論文報告した。更には

2008年~2009年の間の残留農薬自主基準に関する調査を実施し、『生薬学雑誌』に「漢方製剤、生薬製剤及び生薬の残留農薬について(第3報)日漢協の残留農薬自主基準に関する実態調査」(66(2), 81~90(2012))として論文報告した。

(2) 残留農薬に関する訪中

残留農薬自主基準設定に伴い、日本が使用する約8割を供給する中国の国家食品薬品监督管理局、国家中医薬管理局、国家発展和改革委員会などの関係部局等を訪問し、趣旨を説明し理解と協力を得るため、2005年に風間八左衛門会長(当時)を団長として訪中団を結成し、訪中を行った。各当局等は日漢協自主基準並びに今後の方向性について理解を示し、またディスカッションの中で農薬チェックだけでは根本的解決には至らないことが挙げられ、栽培地での技術指導や農薬指導、GAP確立などが重要であり、それらが根本的解決に繋がることの重要性が共有認識された。

(3) 使用農薬調査

残留農薬に関する安全性担保のためには、入口である原料生薬段階と出口である製剤段階での残留農薬管理が必要であるとの考え方で対応を進め、2005年の残留農薬自主基準の設定に伴う訪中を踏まえ、根本的解決に向けて使用される農薬についての調査とコントロールの必要性についての議論に至った。結果、パイロット調査として個別の生薬毎に使用農薬の調査を行うこととなった。その後、具体的な調査内容を検討し、以下の内容を2008年8月には中国医薬保健品股份有限公司に

表2. 漢方製剤及び生薬製剤の残留農薬に関する日漢協自主基準

農薬種	農薬名	残留基準 ppm	対象製剤
有機塩素系	総BHC	0.2	オウギ、オンジ、カンゾウ、ケイヒ、サイシン、サンシュユ、センナ、ソヨウ、タイソウ、チンピ、ニンジン、ビワヨウ、ボタンビを配合する漢方生薬製剤
	総DDT	0.2	
有機リン系	パラチオン	0.5	オンジ、ソヨウ、タイソウ、チンピ、ビワヨウを配合する漢方生薬製剤
	パラチオンメチル	0.2	
	メチダチオン	0.2	
	馬拉チオン	1.0	
ピレスロイド系	フェンバレレート	1.5	
	シベルメトリン	1.0	

表3. 中国でみかん栽培に使用される農薬の調

栽培地	適用病害虫名	農薬名(英名)	農薬名(中国名) ^{a)}	希釈倍数	使用時期	使用回数	
広東省	佛山市 江門市	ハダニ	spirodiclofen	螺蟻酯	1000 倍	9~10月	1~2
		カイガラムシ	methidathion	殺撲磷	1000 倍	5~9月	2~3
		アブラムシ	imidacloprid	吡虫啉	2500 倍	4~5月	2~3
		たんそ病・ そうか病・ かいよう病・ すす病など	mancozeb	代森錳鋅	800~1000 倍	3月末~5月, 6~7月, 9月	3~4
			thiram	福美双	500 倍	7~8月	3~4
広西壮族自治区	桂林市 柳州市	ハダニ	propargite	克蟎特	2000~3000 倍	4~5月, 10~11月	2
		サビダニ	combination of dicofol and carbosulfan	鱒潜淨	1500~2000 倍	5~7月	1~2
		カイガラムシ	methidathion	殺撲磷	1000 倍	5~9月	2~3
		アブラムシ	acetamiprid	啞虫脛	3000 倍	4~5月	2~3
		すす病など	carbendazim	多菌靈	500~1000 倍	7~8月	1~2
		たんそ病	thiophanate-methyl	甲基托布津, 甲基硫菌靈	800~1000 倍	7~8月	1~2
		かいよう病	mancozeb	代森錳鋅	800~1000 倍	3月末~5月, 6~7月, 9月	1~2
		そうか病	thiram	炭疽福美	500 倍	7~8月	1~2
浙江省	衢州 景波市		pyridaben	噻蟎靈	2000 倍	5~6月	3~4
		ハダニ	propargite	克蟎特	1500 倍	5~6月	1
			abamectin	阿維菌素	4000~6000 倍	5~6月	1
			spirodiclofen	螺蟻酯	1000 倍	5~6月	1
			methidathion	殺撲磷	1000 倍	5~9月	2~3
		カイガラムシ	dope	機械油	800 倍	4~5月	1
			petroleum oil	鉱物油	300 倍	4~8月	3~4
			petroleum emulsion	石油乳劑	250 倍	3~8月	2~3
		ハダニ・ カイガラムシ	microemulsion of petroleum and additives	安納AO-318	800 倍	3~9月	1~2
		たんそ病・ そうか病・ かいよう病・ すす病など	mancozeb	代森錳鋅	800~1000 倍	3~8月	3~4
	Bordeaux mixture ^{b)}	波爾多液	200 倍	3~8月	1~2		
	carbendazim	多菌靈	500 倍	3~7月	1~2		
	thiophanate-methyl	甲基托布津, 甲基硫菌靈	800~1000 倍	3~4月	1~2		
四川省	徳陽市	ハダニ・ コナダニ・ アブラムシ	chlorpyrifos	毒死蜱	1000 倍	3~10月	3~4
		カイガラムシ	methidathion	40%殺撲磷乳油	1500~2000 倍	4~6月	3~4
			omethoate	氧樂果	2000~3000 倍	4~6月	3~4
	広元市	ハダニ・ コナダニ	combination of abamectin and propargite	快除蟎	2000~3000 倍	3~5月	3~4
		カイガラムシ	methidathion	40%殺撲磷乳油	800~1000 倍	5月20日頃	1
		アブラムシ	pirimicarb	抗蚜威	1000~2000 倍	4~5月	2~3
		ミバエ	trichlorphon	敵百虫	500~800 倍	5月	2
	土壤消毒	lime	石灰		1月	約50 kg/亩 ^{c)}	
湖南省	張家界市	サビダニ・ ハダニ	carbosulfan	丁硫克百威	1500~2000 倍	7~9月	1~2
		カイガラムシ	methidathion	殺撲磷	1000 倍	5月, 7月, 9月	2~3
		アブラムシ	acetamiprid	啞虫脛	2500~3000 倍	4~5月	2~3
		たんそ病・ そうか病・ かいよう病・ すす病など	combination of famoxadone and mancozeb	杜邦基保	1000~1500 倍	3~4月, 7~8月	2~3
			mancozeb	代森錳鋅	800~1000 倍	4月初旬~ 10月初旬	2~3

正式に調査依頼した。

- ① 中国産チンピの栽培時に発生する病害虫と使用する農薬の種類ならびにその使用方法（散布方法、量、濃度、時期、回数）。
- ② 中国産チンピの加工又は保管時に使用する薬剤の種類ならびにその使用方法（散布方法、量、濃度、時期、回数）。
- ③ 中国産チンピの栽培および加工に係る作業手順や記録の有無及び内容

2009年3月には本調査結果が「中国産チンピの使用農薬調査報告」として日漢協に報告され（表3）、これに伴い対象農薬等の追加試験を（財）日本食品分析センターに依頼した結果、残留している農薬がいくつか確認されるものの食品衛生法のポジティブリスト（その他スパイス）からみて安全と言ってよいと思われることが判明した。これらの結果をとりまとめ、『生薬学雑誌』に「薬用植物栽培における使用農薬の実態調査(第1報)中国産チンピの使用農薬」として論文投稿を行い『生薬学雑誌』65巻(1)(2011年2月発刊)に掲載され2012年日本生薬学会論文賞を受けた。2011年には2品目として中国産タイソウに関する調査を中国医薬保健品股份有限公司に依頼し、2012年3月には調査結果の報告があり、チンピと同様に、現在、改めて論文投稿の準備を進めているところである。

(4) 日本における薬用作物への取組みについて

現在、国内で農薬の適用作物登録への追加申請をするためには、農薬取締法に基づき、農薬の当該作物等への薬効、薬害及び作物残留性に関する試験成績を記載した書類を提出して行うこととされており、国内での作物栽培においては本登録に基づいて農薬使用が行われている。『厚生労働省局長通知「医薬品の範囲に関する基準」による「専ら医薬品として使用される成分本質（原材料）」に分類される薬用作物』（以下、「専ら医薬品たる作



写真1. 第1回薬用植物残留農薬検討会の模様
(平成25年8月5日開催)

物」と略す。)については、作物残留試験の目安となる農薬残留基準が食品衛生法により定められているが、医薬品は食品衛生法の適用外であり、専ら医薬品たる作物についてはその目安となる農薬残留基準がないことから、農薬取締法の見直しが見直されている。薬用作物栽培で使用される農薬に対する薬用作物の安全性担保を目指し、作物残留試験の方法、残留農薬の目安となる基準の設定及びそれらの確認方法等を検討するため、学术界、産業界の有識者並びに学識経験者等による検討を、厚生労働科学研究費補助金(課題番号：H24-創薬一般-003)による研究として進めている(写真1)。

最後に

生薬を含む漢方製剤等の品質確保の一環として不純物に対しては、残留農薬に加え重金属についても試験法の検討及び実態調査に取り組んでおり、日本薬局方の改正への協力を含め品質確保に取り組んでいる。更には微生物、アフラトキシンの検討に及んでおり、日漢協として今後も更なる品質確保に取り組んで活動を継続してゆくところである。

薬用植物の種子交換と発芽試験

(独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター筑波研究部

主任研究員 熊谷 健夫

1. 植物の種子交換

植物の種子交換は世界各国の植物園・大学・研究所との間で、分譲できる種子交換目録 (Index Seminum) を送付しあい、希望する種子をお互いに交換する国際学術協力です。種子交換に対する薬用植物資源研究センターの取り組みは古く、センターの前身である東京衛生試験所春日部薬用植物栽培試験場 (1922年開設) では種子交換により多数の植物を導入しました。1950年頃からは自ら種子交換目録を編集して海外の研究機関と種子交換を行っており、現在は薬用植物資源研究センターの北海道、筑波、種子島の各研究部で採取した植物の種子に基づき、種子交換目録 (Index Seminum) を編集して、外国の研究機関と種子交換を行っています (図1)。

薬用植物資源研究センターで作成した INDEX SEMINUM 2008から INDEX SEMINUM 2013までの掲載点数を表1に示しました。野生植物は各研究部で採取できる地域の野生植物から採種した植物、栽培植物は圃場や標本園などで採種した植物、温室植物は温室で採種した植物です。栽培および温室植物は薬用植物資源研究センターの3研究部で約4000系統の植物を保存しており、これらの植物から毎年採種した植物種子を種子交換に用いています。INDEX SEMINUM 2008から INDEX SEMINUM 2013の掲載合計点数は2008で864点、2009で895点、2010で973点、2011で869点、2012で866点、2013で929点でした (表1)。

薬用植物資源研究センターにおける2008~2012年の種子交換の実績を表2に示しました。種子送付総数数は1147~1799、請求のあった機関数は81~102でした。送付の希望種子の多かった種子と送付点数は2012年ではオオウバユリ (*Cardiocrinum*

cordatum (Thunb.) Makino var. *glehnii* (Fr. Schm.) Hara) 14点、ステビア (*Stevia rebaudiana* Hemsl.) 12点、キタコブシ (*Magnolia praecocissima* Koidz. var. *borealis* (Sargent) Koidz.) 11点、ハイイヌツゲ (*Ilex crenata* Thunb. var. *radicans* (Nakai) Murai) 10点、ホオノキ (*Magnolia obovata* Thunb.) 10点、ウリカエデ (*Acer crataegifolium* Siebold et Zucc.) 9点、2011年ではハイマツ (*Pinus pumila* (Pall.) Regel) 14点、ホオノキ13点、マタタビ (*Actinidia polygama* (Siebold et Zucc.) Planch. ex Maxim.) 12点、ツバメオモト (*Clintonia udensis* Trautv. et C. A. Mey.) 11点、ステビア11点、ウメ (*Prunus mume* Siebold et Zucc.) 11点、2010年はシマサルナシ (*Actinidia rufa* (Siebold et Zucc.) Planch. ex Miq.) 14点、



図1 薬用植物資源研究センターで編集した「INDEX SEMINUM」の冊子

表1 INDEX SEMINUM 2008~2013の掲載点数

INDEX SEMINUM	野生植物	栽培植物	温室植物	計
2008	322	521	21	864
2009	290	587	18	895
2010	441	510	22	973
2011	327	517	25	869
2012	338	516	12	866
2013	529	371	29	929

表2 薬用植物資源研究センターの種子交換の実績

年	種子請求 総数	種子送付 総数	種子請求 機関数	種子リスト 交換国数	種子リスト 交換機関数	種子導入数*
2008	1837	1799	93	61	395	175
2009	1616	1455	102	62	395	696
2010	1184	1147	81	62	397	1573
2011	1430	1351	90	62	397	217
2012	1804	1587	100	62	396	712

* 外国研究機関との種子交換による導入数

ミツバアケビ (*Akebia trifoliata* (Thunb.) Koidz.) 10点、クロマツ (*Pinus thunbergii* Parl.) 10点、ヤブニッケイ (*Cinnamomum japonicum* Siebold ex Nakai) 9点、ムサシアブミ (*Arisaema ringens* (Thunb.) Schott) 9点、オオモミジ (*Acer amoenum* Carrière var. *amoenum*) 8点、2009年はカタクリ (*Erythronium japonicum* Decne.) 16点、コウライテンナンショウ (*Arisaema peninsulae* Nakai) 14点、レイヨウボタン (*Caulophyllum robustum* Maxim.) 14点、ホオノキ14点、ハイマツ13点、ツバメオモト11点、2008年はオタネニンジン (*Panax ginseng* C. A. Mey.) 28点、ミネカエデ (*Acer tschonoskii* Maxim.) 21点、アオモジ (*Lindera citriodora* (Siebold et Zucc.) Hemsl.) 20点、カタクリ18点、シマサルナシ17点、オオカメノキ (*Viburnum*

furcatum Blume ex Maxim.) 17点でした。送付点数の多かった国は2012年ではポーランド、ドイツ、ロシア、ベルギー、フランスでした。

また、当センターでは重点希望種子を決め、毎年外国研究機関から種子を導入しています。2008年から

2012年では175~1573点の種子を外国研究機関との種子交換により導入しました。過去5年ではサジオモダカ、ダイオウ、コガネバナ、ジュズダマ、オトギリソウ属、ゲンゲ属、ミシマサイコ属、ケシ属などを重点的に収集しました。

2. 薬用植物の発芽試験

国内で栽培可能な薬用植物でかつ需要が高い薬用植物を中心に、種子の発芽条件や休眠性等の情報整備を行うために、薬用植物資源研究センターで採取した来歴や生産年度が明らかな種子を材料にして、薬用植物種子の発芽試験の標準化に向けた試験を行っています。現在までメハジキ、アマ、アイ、ジギタリス、カワラケツメイ、ケイガイ、トロロアオイ、コガネバナ、コエンドロ、キササゲ、ゴマ、ミシマサイ

イコ、カワラヨモギなど約30種の薬用植物の発芽に及ぼす最適温度条件の検討を行いました(図2)。現在まで試験を行った主な植物の発芽に及ぼす温度の影響を表3に示しました。

発芽適温はアイ、ジギタリス、コエンドロが15~20℃、コガネバナが15~25℃、アマ、ケイガイ、ミシマサイコ、カワラヨモギが20~25℃、メハジキ、カワラケツメイ、トロロアオイ、キササゲ、ゴマが25~30℃でした。発芽までの期間が短い植物はアマ、ゴマ、カワラヨモギで、アマは20~25℃で播種後5~6日、ゴマは25~30℃で播種後3~6日、カワラヨモギは

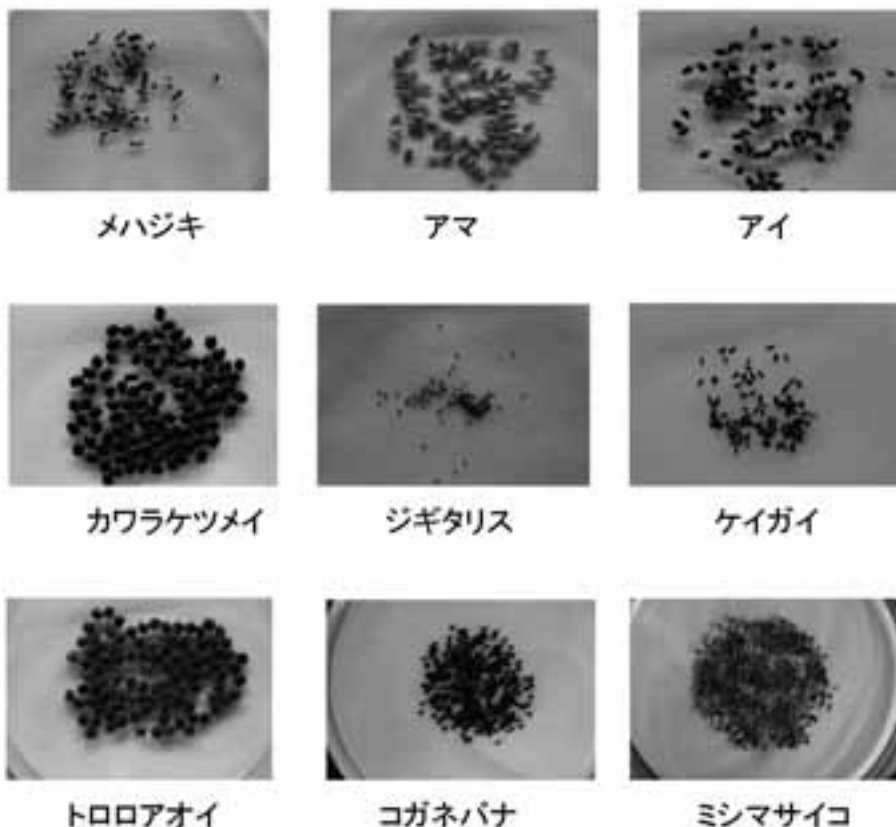


図2 発芽試験に供試した薬用植物種子

表3 発根率、出葉率、発根所要日数および出葉所要日数に及ぼす温度の影響

植物名	温度 (℃)	発根 開始日 (日目)	発根 終了日 (日目)	最終 発根率 (%)	平均 発根所 要日数	出葉 開始日 (日目)	出葉 終了日 (日目)	最終 出葉率 (%)	平均 出葉所 要日数
メハジキ <i>Leonurus japonicus</i> Houtt.	15	16.5	18.5	3.3	16.8	23.0	32.0	2.7	27.5
	20	4.0	4.7	48.0	4.0	7.7	14.0	48.0	9.3
	25	4.0	6.7	76.7	4.1	5.0	10.3	76.0	6.0
	30	4.0	5.7	89.3	4.0	4.0	11.7	87.3	5.4
アマ <i>Linum usitatissimum</i> L.	15	3.0	6.0	94.0	3.0	6.3	10.0	92.0	7.7
	20	3.0	4.0	94.7	3.0	4.0	6.0	93.3	4.7
	25	2.0	3.0	94.7	2.1	3.0	5.0	91.3	3.4
	30	2.0	3.3	89.3	2.1	3.0	6.3	88.0	3.1
アイ <i>Persicaria tinctoria</i> (Aiton) Spach.	15	4.0	22.3	55.3	7.9	15.0	34.7	51.3	16.2
	20	3.0	20.0	58.0	5.6	7.7	23.7	55.3	13.8
	25	2.0	8.7	46.7	3.5	7.0	24.3	43.3	10.2
	30	2.0	7.0	40.0	3.0	5.0	24.0	33.3	10.3
ジギタリス <i>Digitalis purpurea</i> L.	15	8.7	32.3	68.7	14.7	14.0	41.0	65.3	18.5
	20	7.7	15.3	58.7	10.2	8.7	18.7	56.0	11.9
	25	4.0	14.0	53.3	8.2	8.0	15.7	50.0	9.7
	30	3.0	15.3	60.0	8.1	8.0	17.7	57.3	9.7
カワラケツメイ <i>Chamaecrista nomame</i> (Siebold) H. Ohashi	15	20.0	126.3	20.7	86.6	43.7	130.3	19.3	98.1
	20	3.0	106.7	77.3	71.4	8.7	128.7	76.0	75.2
	25	5.7	41.0	86.0	20.0	8.3	48.0	85.3	23.5
	30	2.7	15.0	94.0	6.3	5.7	17.3	92.0	8.1
ケイガイ <i>Schizonepeta tenuifolia</i> Briq.	15	6.0	9.3	81.3	6.3	8.0	16.3	80.7	9.3
	20	3.0	8.0	70.0	4.3	6.0	12.3	69.3	6.4
	25	2.0	9.3	89.3	2.4	6.0	12.0	89.3	6.2
	30	2.0	5.7	75.3	2.1	3.0	10.3	72.0	6.0
トロロアオイ <i>Abelmoschus manihot</i> (L.) Medik.	15	3.0	9.3	66.0	6.1	14.0	24.0	44.0	16.1
	20	2.0	16.0	82.7	3.0	4.0	16.0	78.7	8.4
	25	1.0	10.7	86.0	2.3	4.0	15.7	82.7	5.8
	30	1.0	3.3	81.3	2.1	3.0	7.0	80.0	3.7
コガネバナ <i>Scutellaria baicalensis</i> Georgi	15	7	12.7	38.7	8.3	14	16.3	24.7	14.5
	20	2.7	10	46	5.2	8	14	40.7	9.6
	25	2	8	29.3	3.9	7	12.7	22.7	7.1
	30	2	9.7	36	4.6	6	12	32	7.3
コエンドロ <i>Coriandrum sativum</i> L.	15	7.7	18.3	42.7	9.9	15	23	39.3	20.2
	20	5	7.3	40.7	5.4	8	12.7	36.7	10.1
	25	5	8.7	30.7	5.5	8.7	13.3	15.3	10.9
	30	-	-	-	-	-	-	-	-
キササゲ <i>Catalpa ovata</i> G. Don	15	-	-	-	-	-	-	-	-
	20	7	9.3	13.3	7.8	9	12.7	11.3	11.6
	25	3.7	9.3	22.7	7.1	7.3	10.7	19.3	8.9
	30	2.7	6.3	25.3	3.5	6	9	20.7	7.3
ゴマ <i>Sesamum indicum</i> L.	15	14	17.7	34.7	15.7	-	-	-	-
	20	1	2.3	100	1.9	5	6	98.7	5.9
	25	1	1.1	100	1.1	3	6	97.3	4.4
	30	1	1	100	1	2	3	99.3	2.1
ミシマサイコ <i>Bupleurum falcatum</i> L.	15	27	36.3	20.7	30.1	45	53.7	12.7	49.2
	20	7	24.7	34.7	11.9	17.3	31.3	29.3	23.8
	25	5.3	25.3	23.3	9.3	11.7	33	20	18.9
	30	12	31.3	11.3	18.3	17.7	29.3	10	24
カワラヨモギ <i>Artemisia capillaris</i> Thunb.	15	3	3	70	3	8	12.7	70	8.4
	20	1	1	84.7	1	3	8	84.7	3.6
	25	1	1	84	1	2	4	84	2.6
	30	1	1	70	1	2	3.3	70	2.2

20～25℃で播種後4～8日が出葉（子葉展開）が終了します。発芽までの期間が長い植物はミシマサイコ、ジギタリスで、ミシマサイコは平均出葉日数は20～25℃で19～24日、ジギタリスの平均出

葉日数は15～20℃で12～19日でした。

今後、各種薬用植物種子の保存条件が発芽に及ぼす影響、種子発芽促進のための方法を詳しく検討する予定です。

熱帯、亜熱帯性薬用・有用植物資源の収集、保存、育成

(独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター種子島研究部
研究サプリーダー 杉村 康司

はじめに

我が国では少子高齢化が進んでおり、国民の健康志向が高まってきています。それに伴い生薬の国内需要は増加傾向にあります。しかし、生薬の原料となる薬用植物の国内自給率は極めて低く、そのほとんどを中国からの輸入に依存しています。また、中国では、物価上昇に伴う生薬価格の高騰や生薬需要の増加に伴う野生植物資源の枯渇などが懸念されています。このように、今後、中国からの生薬の輸入が制限される可能性がある中、国民へ生薬を安定的に供給するためには、品質、収量性、病害虫耐性などに優れた新品種を育成することが必要です。さらに、栽培地域の環境特性に対応した栽培技術を確立し、薬用植物栽培の国内振興を進めていく必要があります。新品種育成を可能にする育種素材を確保することに加えて、環境適応性に優れた品種・系統を見つけ出すためには、まず最初に、様々な可能性を持った未利用植物資源を収集し、育成保存することが重要と思われれます。近年、森林伐採や自然環境の変化などの影響を受けて、熱帯性、亜熱帯性の植物資源の減少が目立ってきています。減少が著しいこれらの地域における薬用・有用植物の遺伝資源の確保は、国を挙げて早急に取り組むべき重要な課題と思われれます。こうした状況の中、種子島研究部では、熱帯、亜熱帯性薬用・有用植物資源の収集、保存、育成および利用に関する栽培研究を行っています。本稿では、最初に、種子島研究部における植物資源に関する研究業務の概要について、次に、種子島在来のももを活用した生薬トウニンの生産を目指した栽培ならびに品質研究、最後に、種子島に自生する絶滅危惧種であるタカカムラサキの生育状況を把握するための調査研究ならび

に資源保存と有効活用を検討するための育成研究について紹介します。

1. 種子島研究部における植物資源の収集、保存、育成に関する研究業務の概要

種子島研究部で保存している植物数は、2,000系統を越えています。主な保有植物は、ショウガ科（ウコン属）、クスノキ科（クスノキ属）、フトモモ科（フトモモ属）、アカネ科（カギカズラ属）などです。熱帯、亜熱帯性植物は、我が国では温室内で栽培しても種子をあまりつけないため、多くの種を栄養体で保存しています。薬用植物として重要なシナニッケイ、チョウジ、カギカズラなどは、株分け、挿し木、取り木法などの効率的な増殖法を検討しています。

本研究部の圃場で露地栽培している代表的な熱帯性薬用植物には、インド～東南アジア原産のインドジャボク（図1）があります。本種の根には、血圧を低下させるレセルピンが含まれており、効率的な増殖法や根の調製法、生薬の品質に関する研究を進めています。また、本研究部で最も多くの系統を保存している植物は、ウコン属植物の約100系統で、これらの植物については草丈、葉と葉鞘の色、葉の毛の有無、花序の出方などの外部形態、主根と側根の根茎重量、増殖率、根茎のクルクミノイド含量などの特性を明らかにする調査を行い、データベース化を進めています。さらに、本研究部の植物資源の中で稀少性が高いものには、南太平洋のソロモン諸島から導入した植物があります（文部科学省科学研究費補助金基盤研究(A)海外学術研究・課題番号20256003「ソロモン諸島における有用植物、特に薬用植物資源の探索と天然物化学研究」、研究代表者：渡邊高志）。近



図1 インドジャボク (左:花、中央:実、右:根)

年、自国の植物資源を他国に流出させない動きが高まってきていることに加えて、生物多様性条約により、資源利用国に対して生物多様性の保全と構成種の持続的利用を求められているため、外国から新しい植物を導入することはとても困難になってきています。今後、本研究部では、これらの貴重な植物資源を十分に活用しながら研究を進めていきたいと考えています。

2. 種子島在来のモモを活用した栽培研究および国内栽培種における生薬トウニンの品質研究

生薬トウニンは、モモ *Prunus persica* Batch または *P. persica* Batsch var. *daurica* Maxim. を基原とする種子で、婦人薬、消炎排膿薬、瀉下薬等に、漢方処方としては桂枝茯苓丸、桃核承気湯、疎

経活血湯、大黃牡丹皮湯など14処方用いられている重要な生薬です。モモは、日本国内で生果用や加工用として広く栽培されているにもかかわらず、生薬として使用されているトウニンはそのほとんどが中国産です。我が国におけるトウニン資源を探索し、利活用に向けた栽培研究ならびに品質評価研究を行うこ

とは重要な意味を持つと考えられます。そこで、本稿では、種子島在来種のモモの栽培と生薬トウニンの生産ならびに国内栽培種における生薬トウニンの品質に関する研究成果の一部を紹介します。

1) 材料および方法

(1) 種子島在来種のモモの栽培と生薬トウニンの生産

材料として、モモ *Prunus persica* Batsch 種子島の在来種 (図2) を用いました。2006年12月に播種し、2008年2月に条間、株間ともに2 m 間隔で定植しました。生育調査は、3年生株2009年9月に、成熟果実の採取は、3年生株2008年7月、4年生株2010年7月に行いました。これらの試料をもとに種子 (トウニン) の乾燥減量に加えて、アミグダリン含量を高速液体クロマトグラフィーで測定しました。

(2) 国内栽培種における生薬トウニンの品質

材料として、国内で栽培されているモモ *Prunus persica* Batch 4品種 (白鳳、川中島白桃、あかつき、もちづき)、種子島在来種4系統および天津水蜜桃 (中国種) を用いました (図3)。各品種・系統から核を各10個、計30個を選定し、核と種子 (トウニン) の長さ、幅、厚さおよび乾燥減量を測定しました (図4)。さらに、薄層クロマトグラフィーによりトウニンのアミグダリンとスコボレチンの確認試験を行いました。加えて、トウニンのアミグダリン含量を高



図2 種子島在来のモモ (上段左:花、上段右:果実、下段左:果実、核、種子 (トウニン)、下段右:果実断面)

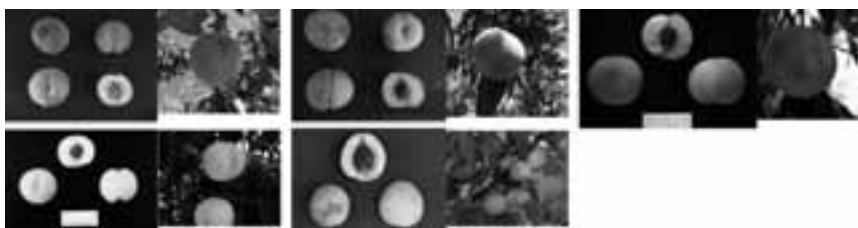


図3 供試したモモの主な品種・系統（上段左：白鳳、上段中央：川中島白桃、上段右：あかつき、下段左：もちづき、下段中央：種子島在来種）

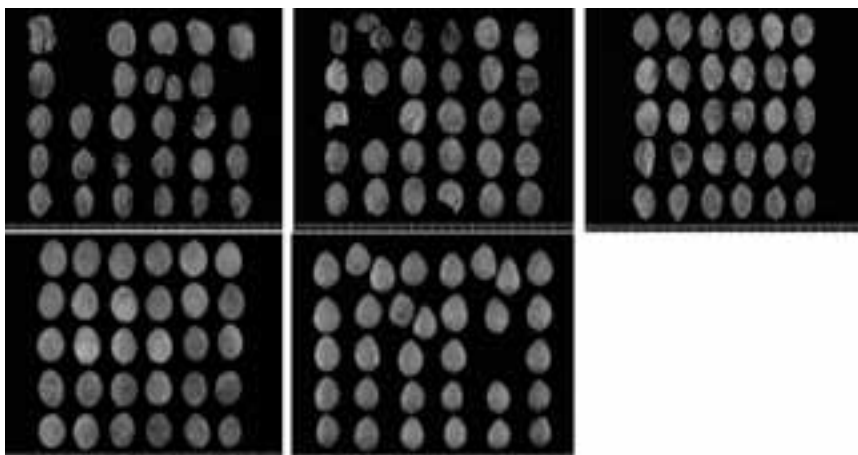


図4 供試したモモの種子（上段左：白鳳、上段中央：川中島白桃、上段右：あかつき、下段左：もちづき、下段中央：種子島在来種）

速液体クロマトグラフィーで測定しました。

2) 研究結果

(1) 種子島在来種のモモの栽培と生薬トウニンの生産

種子島在来種は果実が小粒で、離核の種類であることが明らかになりました。播種後3年目に樹高は約2.5m、枝張りは約4 mに達しました。1株当たりの果実数は3年生株で約150個、4年生株で約650個でした。種子1個当たり乾燥重量は平均で約0.3g、種子中のアミグダリン含量は、平均で約3.9%でした。

(2) 国内栽培種における生薬トウニンの品質

核と果肉の粘離は、種子島在来種のみが離核でした。全品種・系統における種子の長さは平均で約1.5cm、幅は平均で約1 cmと日局生薬の性状の範囲内になっていました。種子島在来種の種子の厚さは他の品種に比べて厚く、1果乾燥重量は他の品種に比べて重い傾向が見られました。種子の乾燥減量は、'白鳳'と中国種を除く他の品種・系統でJP16の規格内でした。アミグダリン含量は、'白鳳'、'川中島白桃'および中国種を除く他の品種・系統でJP16の規格に適合し、生薬として有用でした。

3) 考察

種子島在来種は、豊産性であること、種子の充実度が高いこと、果肉と核が離れやすく離核性に優れていることに加えて、トウニンの乾燥減量とアミグダリン含量が局方値に適合しており、生薬資源としての有用性が高いことが明らかになりました。しかし、核から種子を取り出す殻割作業は、核が硬いため多大な労力を必要とする大変な作業です。生薬トウニンの生産に当たっては、大量の種子を容易に取り出すことが可能な簡便な殻割方法を開発する必要があると思います。

3. 絶滅危惧種タカクマムラサキの資源保存と有効活用を検討するための育成研究

タカクマムラサキ (*Callicarpa longissima* (Hemsl.) Merr., クマツヅラ科) は中国南部と台湾に広く分布しています。中国名を尖尾風(せんびふう)といい、民間薬として新鮮な葉や根を煎じたものを祛風消腫(侵入した風を去り、腫れを消す)や止血などに利用されています。一方、我が国では、絶滅危惧IA類(環境省)、危惧IA(鹿児島県)に選定されている稀少植物です。このような絶滅危惧種の資源を保存し、具体的な活用法を検討するためには、最初に自生地の生育状況を確認し、生育環境の特性を明らかにする必要があります。さらに、本種の明確な特徴である植物体全体に見られる腺点や独特なおいについても明らかにしておくことが重要だと思われます。本稿では、種子島におけるタカクマムラサキの分布と生態、さらに香気成分の組成特性を明らかにした研究成果を紹介します。

1) 調査方法

(1) 種子島自生地の現地調査

タカクマムラサキの生育個体数、生育地の環境(地形、水分、土壌、日照など)を記録しました。

(2) 香気成分の組成分析

分析試料は、種子島産タカクマムラサキ4枝を

使用しました。実験方法は、葉と茎を液体窒素で凍結後、ブレンダーにて粉碎し、試料粉末にエーテル：ペンタン = 2:1 の混合溶液を加え攪拌、超音波振動器に1分間かけ、抽出後ろ過しました。さらに、ろ液を蒸溜装置にかけた後1 mLまで濃縮し、GC/MSによる分析を行いました。分析カラムの温度条件は、50℃-220℃、3℃/minです。

2) 研究結果

(1) 分布と生態

種子島南部の標高70~80mにおいて、樹高2~5 m、胸高直径5~15cmの低木12個体を沢沿いで確認しました。これらの生育環境は、空中湿度がやや高く、土壤は礫を含むがやや肥沃で保水・排水が良く、斜面の方位は南西で少し開けた明るい場所でした。生育が良好な場所では、湿った所に多く見られる草本やシダ植物が生育していました。しかし、いくつかの生育地では、周囲に生育する植物が繁茂してきており、日当たりが悪くなってきている所もありました。種子島での花期は7月~9月で紫色のとてもきれいな花を咲かせます(図5)。果期は9月~2月で、果実の色は白緑色から紫色、さらに成熟果は急速に肥大し白色に変化しました(図5)。

(2) 香気成分の組成

葉と茎ともに腺点(図5)が多数あり、葉裏面にある腺点は、1 mm²あたり211~239個でした。揮発成分の主成分は monoterpene 類と sesquiterpene 類でした。その他、華やかで清涼感のある香り成分(1,8-cineole, linalool, methyl salicylate)やフルーツ香成分(2-pentanone)などが含まれていました。葉と茎の香気を比較すると、茎

の方がほんのり漂う清涼な woody 香が強い傾向が見られました。このように、種子島産タカクマムラサキを特徴づける香り成分には、人間にとって良い香りと感じさせる清涼感がある香りとフルーツ香が含まれていました。

3) 考察

今後、タカクマムラサキという貴重な植物資源を十分に活用していくためには、種の保全や保存をはかるとともに、香り成分の活用にとどまらず、生薬原料としての活用も十分に検討していくことが重要であると思われます。さらに、タカクマムラサキの自生地を保全して資源を確保するためには、明るくかつ高温多湿な条件を満たした沢沿いの崩壊地などの特殊環境を残していくことが必要であると考えられます。

おわりに

熱帯、亜熱帯地域は、生育する植物の種数が多く種多様性が高いため、植物資源を確保する上で極めて重要な地域と思われます。これらの地域に生育する植物の中には、新規薬用素材として利用可能な潜在的な価値を持った未利用植物がまだまだ沢山あると考えられます。未利用植物資源の探索収集研究、種子と種苗の特性を明らかにし、生産性の向上を目指した栽培研究ならびに保存育成研究は、労力と時間がかかる地道な基盤的研究です。このような地味な研究は、遺伝子解析、成分分析、新薬開発などの最先端の研究に比べて脚光をあびることはほとんどありませんが、薬用植物研究の発展のために無くてはならない研究です。また、これらの研究は、短期的な利益や研究成果に直接的に結びつかないことが多いため、企業や大学で行うことは難しいと思われます。このような長期的な国民の健康維持と増進を見据えた研究は、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のような研究機関で取り組むべき重要な研究課題であると考えられます。種子島研究部では、植物資源の減少が著しい熱帯、亜熱帯地域に着目し、今後も薬用植物研究の土台を支えるために必要不可欠な植物資源の収集、保存、育成に関連する研究について積極的に取り組んでいきたいと考えています。



図5 タカクマムラサキ(左:花、右上:白く肥大した果実、右下:葉裏主脈上の腺点)

薬用植物の種子の保存と発芽

(独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター筑波研究部 飯田 修

1. はじめに

薬用植物は、近年まで自然の自生植物を採取して生薬として利用されてきた。しかしながら、開発等による自然環境の変化や乱獲による資源の減少さらには生薬の需要の増加により、薬用植物の栽培化が始まり、多量の種子や種苗が求められるようになった。植物資源の急激な枯渇化と需要の増加に対応すべく、薬用植物の野生種及び栽培種の貴重な資源の保存が急務となった。

薬用植物の本格的な種子の保存は、1987年に筑波研究部の前身である筑波薬用植物栽培試験試験場に種子貯蔵庫が完成されてから開始されたが、その歴史はまだ浅く、更なる資源の収集と保存に関する各種情報の集積が必要である。本稿では、筑波研究部の資源保存施設の概要と5年間保存した種子の発芽について紹介する。

2. 薬用植物の種子の保存

筑波研究部における資源保存棟は2003年に建設され、種子貯蔵庫は短期貯蔵室(10℃)、長期貯蔵室(-1℃)、極長期保存室(-20℃)、さらに発芽試験室(20~25℃、湿度30%以下)と栄養体貯

蔵室(0~10℃)の5室で構成された。短期貯蔵室は増殖栽培及び標本園、種子交換配布用で1~3年間保存する。長期貯蔵室は増殖用の種子で、5~10年間の保存用で5年ごとに発芽試験を行う。極長期貯蔵室は10年以上の保存を目標とした。圃場や標本園で採取された種子及び外部から導入された種子は、薬用植物パスポートデータに記載後、発芽試験を行って貯蔵庫に一部保存される。子葉展開率が30%以上ある種子を保存種子とする。保存種子はスチール缶に入れ、当初は真空状態で缶詰にして、各貯蔵室で保存を開始した。現在は栄養体貯蔵室は温度を5℃に設定し、種子を保存しており、また発芽試験は別棟にて発芽チャンバーを用いて行っている。保存容器はスチール缶の他、スチロール瓶を用い、現在はラミジップ袋を用いて、真空状態で保存している(図1)。

保存している種子は、当センターの各研究部の圃場や標本園で保存している栽培種や国内外の植物園や研究機関との種子交換業務を通じて収集した種子資源、さらには種子交換用に採取した国内の野生植物の種子等を保存している。現在までの貯蔵点数は、約13,000点に及ぶ。



図1 薬用植物資源保存棟種子貯蔵庫に保存された種子

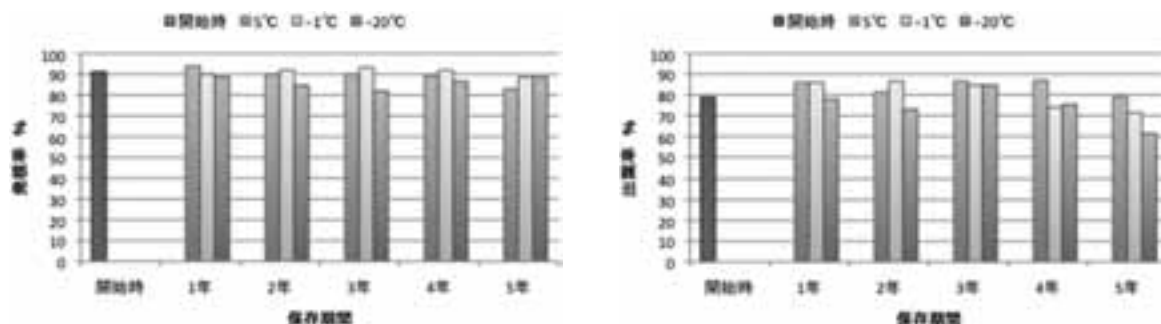


図2 異なる温度条件下で保存したトウキ種子の発根率（左：％）及び出葉率（右：％）

種子をはじめ収集した資源の入
 出庫管理をバーコードで行えるよ
 うなシステムを現在構築中であ
 り、システムの一部はすでに稼働
 中である。しかしながら、種子の
 出入の作業は、残念ながら未だ自
 動化されておらず、人が貯蔵室に
 入って行っている。

表1 5年間保存した種子の発芽率（％）

植物名	発芽温度 ℃	貯蔵開始時		5年後発芽率 ⅴ			
		発芽率 ⅴ		エージレス		エージレス+シリカゲル	
		発根率	出葉率	発根率	出葉率	発根率	出葉率
エビスグサ	30	100	100	98.7	86.7	92.7	90.7
コガネバナ	25	46.0	38.0	0	0	67.3	48.0
シソ	30	88.0	88.0	0	0	80.7	80.7
	25	92.0	92.0	0	0	88.7	87.3
	20	72.0	72.0	0	0	92.7	89.3
トウガラシ	15	70.0	70.0	0	0	94.0	94.0
ハトムギ	25	72.0	32.0	85.3	42.0	94.0	12.0
ペニバナ	25	92.0	92.0	88.3	68.3	86.7	85.0
ミシマサイコ	20	58.0	54.0	58.7	48.7	58.0	53.3
メハジキ	25	60.0	44.0	1.3	0	68.7	54.7
	25	50.0	44.0	28.7	18.7	55.3	49.3

3. 保存種子の発芽率

採取後の種子の生存期間は植物の種類ははじめ種子の状態（成熟度、水分含量等）、保存温度や方法等保存条件によって異なるが、薬用植物の種子についてはまだ情報量が少なく、今後のデータの蓄積が必要である。5年間保存した種子の発芽率の事例を紹介する。

(1) 保存温度

トウキ種子について、種子と脱酸素剤（エージレス）及び乾燥剤（シリカゲル）をラミジップアルミチャック袋に入れ、脱気後密封し、5℃、-1℃及び-20℃の低温下で5年間に渡り保存し、発芽率（発根率と出葉率）の推移を調べた。貯蔵開始時の種子の水分含量は6.6%であった。発根率は僅かに年次変動が見られたが、5年間の貯蔵では大きな変化はなく、最低82%以上の高い値を維持していた。出葉率は貯蔵4年目頃から低下し、低下の程度は低温ほど大きい傾向がみられたが、出葉率は最低61%以上の高い値を維持していた（図2）。

(2) 脱酸素剤と乾燥剤

a) 種子+脱酸素剤（エージレス）及びb) 種子+脱酸素剤+乾燥剤（シリカゲル）をラミジップアルミチャック袋に入れ、脱気後密封し、5℃で

5年間保存した種子の発芽率を表1に示した。b)の処理群の種子は、保存時とほぼ同程度かむしろ高い発芽率を示したが、a)のエージレス単独処理ではコガネバナ、シソ、ミシマサイコは全くあるいはほとんど発芽しなかった。メハジキの発芽率も低く、コガネバナ、シソと併せて、シソ科植物に共通する現象か不明であるが、エージレスの単独処理が発芽を著しく損なうことが分かり、その使用には留意する必要がある。

4. おわりに

種子の長期保存は基本的には、状態の良い種子を、良く乾燥させ、低温で保存することであるが、乾燥や低温での保存により発芽率が低下する種類がある。乾燥種子を保存する場合、通常種子を湿らせた砂で被い冷蔵庫で保存するが、多くは冷蔵庫内で発芽して、長期保存が困難である。

植物の種類により、種子の最適保存条件を見出し、保存した種子を定期的に発芽試験を行い発芽率を確認し、種子の寿命を把握することにより適切な時期に保存種子を更新する。これら一連の技術体系を確立し、植物遺伝子資源を長期に渡り保存していかなければならない。

シャクヤクの薬用品種育成について

(独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター 客員研究員 柴田 敏郎

I. シャクヤクの薬用としての利用と栽培¹⁾

生薬芍薬の基原植物としてボタン科の多年草シャクヤク *Paeonia lactiflora* Pallas が第十六改正日本薬局方 (JP16) に記載され、薬用部位として皮付きまたは皮去り後に乾燥した根が、品質としてペオニフロリン (Paf) を2.0% 以上含有することが規定されている²⁾。生薬芍薬は、婦人病薬、鎮痛・鎮けい薬、冷え症用薬とみなされる当帰芍薬散、四物湯、葛根湯等の漢方処方に高頻度で使用される他、配合剤としても使用され、その活性成分として、モノテルペン配糖体である Paf などとその関連化合物及びガロタンニン (Gal) や精油などが知られ、Paf には抗炎症、抗ストレス、抗潰瘍作用および鎮静作用が、Gal に血中尿素窒素減少作用が報告されている³⁾。

現在薬用目的での栽培は、株分け繁殖後3～5年目の秋に株を収穫し根を根茎からはずした後、土砂の洗浄および周皮を除去し (皮付きの場合もある)、すみやかに屋外にて風乾する方法で行われる⁴⁾。生薬としての品質は、内部が充実し緻密で粉性、やや柔軟性を帯び内部が微赤色～白色を

呈し、収れん性とやや苦味があり、特有のにおいが強いものが良品とされ⁵⁾、古くから奈良県大和地方で栽培・調製された生薬は大和芍薬として珍重されてきた。

II. シャクヤク及び *Paeonia* 属植物の分布

Paeonia 属植物は北半球に約30～35種が分布し⁶⁾、中国に11種⁷⁾、日本に2種⁸⁾が自生している。シャクヤクは中国の東北 (写真1)、河北、山西、内蒙古、甘粛南部、シベリア、沿海州、モンゴル、朝鮮半島に広く分布し、花色は乳白色～深紅色で子房は無毛である⁹⁾。日本には、ベニバナヤマシャクヤク *P. obovata* Maxim. (分布：中国、朝鮮半島、サハリン、南千島、北海道～九州) と日本固有種であるヤマシャクヤク *P. japonica* Miyabe et Takeda (分布：北海道～九州) の2種が自生しており⁸⁾、古くから生薬芍薬として野生株が利用されてきた結果、現在いずれも絶滅危惧種となっている¹⁰⁾。一方、ヨーロッパには、オランダシャクヤク *P. officinalis* L. とその亜種がヨーロッパ西南部に分布し、花色は紅赤色、子房は有



写真1 野生のシャクヤク *Paeonia lactiflora* Pallas の若い果実 (左) と地下部 (右)。8月上旬 (中国吉林省汪清県にて)

毛である⁶⁾。

III. シャクヤクの伝来と品種の育成

生薬の芍薬が日本にもたらされたのは奈良時代の遣隋使によるものと考えられているが¹¹⁾、シャクヤクの生きた植物の日本への伝来時期は定かではなく、園芸種としての伝来は平安時代とする説や1445年頃(室町時代)とする説があるが¹²⁾、薬用を目的に導入された時期は判然としていない。

日本で最初の農書である「農業全書」(1697年)巻之十「生類養法、薬種類」¹³⁾の中で薬用としての栽培法が記載されているが、ヤマシャクヤクとシャクヤクの違いを認識していたかは明らかでない。また、「広益国産考」(1844年)¹⁴⁾には「大和吉野郡宇多郡より作り出せり。随分作りて農家に利を得るもの也。」と、奈良県が生薬芍薬の産地としてすでに確立していたことがうかがえる。江戸時代には園芸品種が盛んに育成され、明治以降も、神奈川県農事試験場を中心に育種がすすみ、昭和初期には宮沢文吾により700品種が発表された(1932年)¹⁵⁾。

一方、ヨーロッパにおいては、17世紀までに、ヨーロッパ西南部に自生するオランダシャクヤクの八重品種が育成され花色も増えていった⁶⁾。1712年に中国のシャクヤク栽培品種がケンペルにより初めてヨーロッパに伝わり、1732年には野生種がヨーロッパに紹介された。日本との関係では、ツェンベリーの「FLORA JAPONIKA」(1784年)の中で日本のシャクヤクに *Paeonia officinalis* L. の学名と、Saku Laku の和名が与えられてヨーロッパに紹介されており¹⁶⁾、シャクヤクとオランダシャクヤクが混同されていたことがうかがえる。今日、江戸時代に日本で育成された一連のシャクヤク品種群を在来品種または和芍(ワシャク)、ヨーロッパに渡って育成された後、日本に輸入された品種群を洋芍(ヨウシャク)として区別しているが、洋芍にはオランダシャクヤクとの交配種も混じっていることが考えられ、薬用種として望ましいものではない。

IV. シャクヤクの薬用品種について

奈良県大和地方には「ボンテン」と呼ばれてい



写真2 奈良県大和地方に古くから伝わる「ボンテン」と呼ばれている重弁白花青茎品種
(薬用植物資源研究センター北海道研究部)

る重弁白花青茎品種(写真2)が古くから薬用品種として栽培され¹⁷⁾、今日まで伝承されている。また、多くの園芸品種が育成されている中、村上らは市販の切り花品種212品種を含む245品種について薬用としての適性を調査し、Paf含量には大きな変異があることを報告し、成分産生能は遺伝的要因も大きいことを明らかにしたが¹⁸⁾、薬用を目的とした品種育成は、畠山らが1993年に種苗法に基づく新品種登録出願するまでなされなかった。

畠山らは、収量性が良く活性成分であるPaf含量が安定して日本薬局方の規定を満たす品種を育成するため、1964年から全国各地で育成された在来品種郡(和芍)の実生苗や株、及び北海道薬用植物栽培試験場(現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)で育成した実生苗をあわせて約5,000株の集団を作り、1969年には形



写真3 シャクヤク薬用品種「北宰相」
(薬用植物資源研究センター北海道研究部)



写真4 選抜対象とした53系統の株分け4年目株（薬用植物資源研究センター北海道研究部）

質の異なる135株を選抜し、さらにその中から草型、開花期、茎色、花色、柱頭色、子房色、子房の毛の有無等の形質により114株を選抜した。その後、1個体1系統として栄養繁殖により増殖をはかり1977年に68系統を育成した。1977年から1993年まで特性調査、収量試験、成分検定試験を4回実施し、その過程で同一系統と思われる系統を淘汰するなど選抜をくり返し、最終的に53系統の中から、収量性が良く（10a 当たり生根重量、3年生：1,27t、5年生1,67～2,34t）、Paf 含量が比較的安定して日本薬局方の規定を満たす品種（3年生、3.90%；4年生、4.81%；5年生：4.47%）を選抜し、「北宰相」と命名して種苗法に基づく新品種として登録出願し、1996年に薬用品種として初めて登録された（登録 NO.5005、写真3）¹⁹⁾。

薬用目的のシャクヤクの栽培では利用部である根の肥大を促すために、着生したすべての蕾や花を切り落とす作業を毎年行う必要があるが、その作業には多大な労力を要するため、できるだけ着蕾率の低い品種が望ましい。また、「北宰相」は活性成分の一つであるアルビフロリン（Alb）含量が0.1%以下と極めて低いこと、調製した根の断面が赤味を帯びるため生薬として好まれない傾向

がある等々の欠点があった。そこで、林らは、畠山らが育成した上記53系統（写真4）から、収量性、根内部の色、Paf 含量、Alb 含量、着蕾率に着目して引き続き特性調査、収量試験、成分検定試験を継続した結果、収量性は「北宰相」よりやや劣るものの、Paf 含量は同等であり（系統 NO.518、

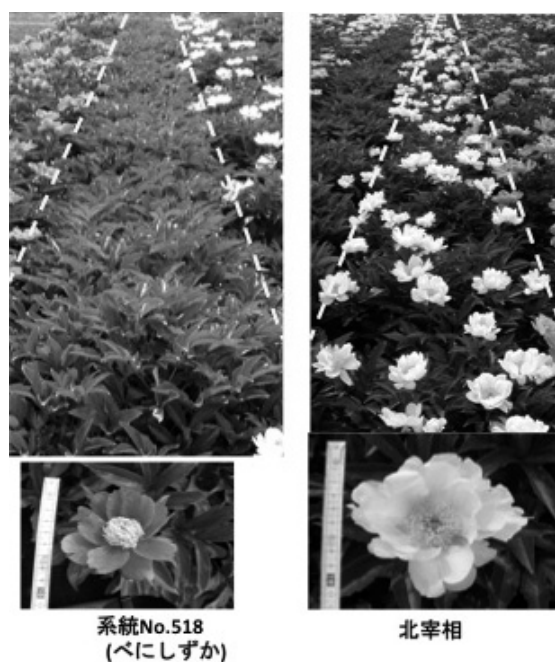


写真5 開花期における着蕾状況比較（薬用植物資源研究センター北海道研究部）

4.6%；北宰相，4.6%；53系統全体，3.8%）、Alb含量は「北宰相」を上回り(系統NO.518,0.28%；北宰相，0.04%；53系統全体，0.55%)、加えて、花芽の形成が著しく少なく（3年目着蕾率*，系統NO.518，5%；53系統全体，32~100%）摘花作業をほぼ省略できる品種（NO.518）を育成し²⁰⁾、「べにしずか」と命名して現在新品種登録出願中であり（2009年10月、登録出願番号：第24217号、写真5）、本品種が薬用品種としては第2号である。*全茎数に対する着蕾した茎の割合。

V. おわりに

現在日本では約250種類の生薬が主に利用されている。生薬芍薬は使用量からみるとカンゾウに次いで第2位と極めて多く、2008年度使用量は1,164トンでその内国内産は41トンと96%以上を中国の栽培品に依存している²¹⁾。これは中国産の価格が安いためであるが、中国経済の発展にともなう物価の高騰および農地や農業従事者人口の減少、国内使用量の増加にともなう海外向け生薬価格の高騰といった現象が近年見られている。このように、これまでのような安い価格での安定確保が難しい時代を迎えており、今後の安定確保に向けて安全性の高い国内栽培品の増産を求める声が高まってきている。

引用文献

- 1) 柴田敏郎(2010), 北海道の生薬, 芍薬の栽培と品質について, 道薬誌, 27(2), 15-19.
- 2) 厚生労働省(2011), "第十六改正日本薬局方", 日本薬局方電子版 (<http://jpdn.nihs.go.jp/jp16/>) p.1514.
- 3) 森田直賢ら(1991), 芍薬の化学的品質評価. 現代東洋医学, 12(4), 86-102.
- 4) 厚生省薬務局監修(1994), "薬用植物 栽培と品質評価 Part 3", pp.45-56, 薬事日報社, 東京.
- 5) 西本和光(1985), 芍薬の品質, 現代東洋医学, 6(1),

- 56-61.
- 6) 相賀徹夫編集(1989), "園芸植物大辞典4" pp.417-426, 小学館, 東京.
- 7) 中国科学院中国植物志編集委員会(1979), "中国植物志第27卷", pp.37-59, 科学技術出版社, 北京.
- 8) Kunio Iwatsuki, et al. (2006), "Flora of Japan, IIa", p.388, KODANSHA, Tokyo.
- 9) 朱有昌主編(1989), "東北薬用植物", pp388-391, 黒龍江科学技術出版社, ハルビン.
- 10) 矢原徹一監修(2003), "レッドデータプランツ" pp.331-333, 山と溪谷社, 東京.
- 11) 木島正夫(1978), 芍薬の基原について, 昭和53年度生薬の栽培と品質に関する研究会講演要旨集 pp.1-2,
- 12) 相賀徹夫編集(1989), "園芸植物大辞典2" pp.548-553, 小学館, 東京.
- 13) 宮崎安貞編録, 貝原樂軒刪補, 土屋喬雄校訂(1977), "農業全書", pp.337-338, 岩波書店, 東京.
- 14) 大蔵永常著, 土屋喬雄校訂(1977), "広益国産考", p.63, 岩波書店, 東京.
- 15) 宮沢文吾(1932), 芍薬の品種改良成績, 神奈川県農事試験場報告, 59, 36-38.
- 16) THUNBERG(1976), "FLORA JAPONIKA", ツェンペリー来日200年記念出版 復刻版, p.230, 井上書店, 東京,
- 17) 福田真三(1991), 芍薬の生産と資源. 現代東洋医学, 12(4), 77-85.
- 18) 村上守一ら(2009), シャクヤクの栽培研究(第11報) 切花用品種の品質について, 富山県農事研究所年報, 36, 54-58.
- 19) 畠山好雄ら(1998), シャクヤクの栽培・育種に関する研究(1) 薬用品種「北宰相」の特性について, Nat. Med., 52(2), 103-108; 畠山好雄ら(1998), シャクヤクの栽培・育種に関する研究(2) 生育および成分に関する系統の比較, Nat. Med., 52(2), 109-116.
- 20) 林茂樹ら(2011), 成分含量, 生薬の性状および農業形質からみた薬用シャクヤク品種の育成(第1報)-低開花率により摘花および摘蕾作業の省力が可能になる新品種について-, 生薬学雑誌, 65(2), 129-133.
- 21) 日本漢方生薬製剤協会生薬委員会(2011), "原料生薬使用量等調査報告書-平成20年度の使用量-", 日本漢方生薬製剤協会, pp.3-8.

カンゾウの新品種育成について

(独) 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 林 茂樹

1. はじめに

マメ科の多年草、カンゾウ属、ウラルカンゾウ (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch., 図1) およびスペインカンゾウ (*G. glabra* L.) の乾燥した根およびストロン (地下茎) は、生薬「甘草 (図2)」として第十六改正日本薬局方に収載され、漢方薬 (葛根湯、芍薬甘草湯、抑肝散等) の原料として用いられている。「甘草」はグリチルリチン酸 (トリテルペンサポニン) やリクイリチン (フラボノイド) 等の活性成分を含み、一般用漢方製剤において約70%に処方される最も汎用度が高い生薬である。また、上記2種および *G. inflata* Batal. の抽出物が医薬品、化粧品の原料として利用される他、グリチルリチン酸がショ糖の約200倍の甘さを持つことから、食品添加物として広く利用されている¹⁾。さらに、北アメリカやヨーロッパではお菓子として古くから親しまれている。

ウラルカンゾウは中国 (東北、華北、西北)、モンゴル、ロシア、中央アジア等に、スペインカンゾウはエジプト、スペイン、イタリア、トルコ、イラン、イラク、中央アジア、中国 (西北) 等に自生しており²⁾、紀元前1550年頃の古代エジプトの医学書「エーベルス・パピルス」や³⁾、中国最古の薬物書「神農本草経」にも記されている⁴⁾。日本では756年に光明皇太后により正倉院に献納されたのをはじめ、「薬種寄付状、1525年」には甲州で栽培されていたことが記述されている⁵⁾。

2. 資源の供給

現在、国内における商業生産は無く、海外からの輸入にすべて依存している⁶⁾。生薬として国内流通するのは、「東北甘草 (内蒙古自治区東部、東北地域産)、図2」や「西北甘草 (内蒙古自治区西部、西北地域産)」等の中国産が中心で、主に野生

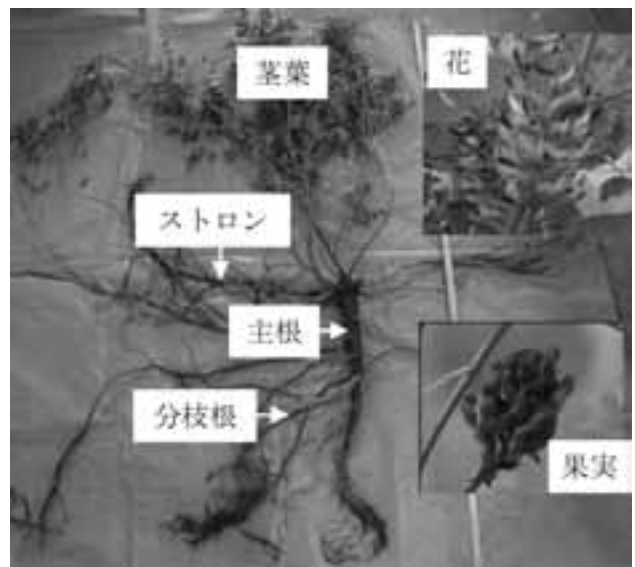


図1 ウラルカンゾウの形態について



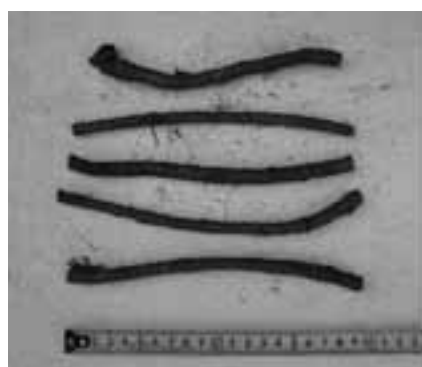
図2 生薬「甘草」

のウラルカンゾウの根に由来する⁷⁾。ただし、近年中国では、乱獲により急激に資源が減少し、環境破壊や砂漠化が助長されることから、2000年6月14日付の国務院通達「濫掘の禁止 (採集許可制度)」をはじめとして、野生資源の採取を厳しく制限し、栽培化を奨励している⁸⁾。しかし、中国の栽培品では日本薬局方の規格に適合するものが少なく、生薬としては日本国内でほとんど流通して

いない⁷⁾。また、1990年代から日本の製薬会社がグリチルリチン酸の抽出原料としてオーストラリアでスペインカンゾウの栽培を開始し、年間100~300tを生産していたが⁹⁾、干ばつが原因で現在は生産を中止している。このような背景から、カンゾウの持続的供給を目指した栽培体系の確立が強く望まれる。

3. 栽培および品質について

カンゾウは通常3年以上の栽培期間を要し、繁殖には種子もしくはストロンを用いる(図3)。種子繁殖は省力的であるが、遺伝的に固定された品種がない現状では変異が大きく、収量や品質が不安定である。一方、ストロン繁殖では、苗の作成や定植に労力を要するが、無性繁殖であることから収量や品質が比較的安定している。種子繁殖では株間10~20cm、畝幅60cmで10a当り400~500gを播種する。なお、種子は乾燥すると硬実性があるが、家庭用精米機等(胚芽米レベル)で硬実打破処理すると硫酸処理と同等の高い発芽率(80%以上)が簡易に得られる¹⁰⁾。ストロン繁殖では、2芽以上入るよう10~20cmに切断し、深さ5cm、株間20~50cm、畝幅60~80cmで定植する。播種および定植は5月上旬~中旬(北海道)に行う。基肥として10a当り堆肥500~1000kg、苦土石灰60~100kgを施用。2年目萌芽直後に10a当たり窒素6~8kg、リン酸5~7kg、加里8~12kg、苦土石灰60~100kg、3年目萌芽直後に10a当たり窒素10~15kg、リン酸12~18kg、加里15~20kg、苦土石灰100kgの追肥を行い中耕する²⁾。中耕・除草は適宜行なう。



ストロン苗



種子

図3 カンゾウの繁殖様式について

生態的特徴としては、半乾燥地、貧栄養、アルカリ土壌¹¹⁾および塩類集積土壌といった極めて過酷な環境下でも自生し、気温が約50℃の高温¹²⁾、土壌凍結の深さが80cm以上¹²⁾、土壌溶液の電気伝導度(EC)が25mS/cm以上の高塩濃度土壌¹³⁾でも生育が可能であることから、高いストレス耐性を持つ。過酷な環境下で自生するが、砂土や火山灰土壌でも良好な生育を示し、生育適応土壌の範囲は広い。主根が地中深く伸長するため、膨軟で通気性・排水性が良好な土壌に適する^{2,14)}。

播種またはストロン定植後3年目の落葉時(9月下旬~10月上旬)に地上部を刈り取る。根とストロンを収穫後、それらを切断・分離し、水洗後に天日乾燥する。ウラルカンゾウ実生3年生における10a当りの乾物収量はストロン300~500kg、根300~400kgである。

生薬としては、第16改正日本薬局方においてグリチルリチン酸2.5%以上、灰分7.0%以下、酸不溶性灰分2.0%以下、希エタノールエキス25%以上と規定される。図4に示すように栽培日数に伴ってグリチルリチン酸含量が直線的に増加するが、3年目以降では2%前後で頭打ちとなる¹⁵⁾。また、一次根よりも二次根¹⁶⁾、主根よりも分枝根¹⁷⁾、主根よりもストロンから発生した不定根¹⁸⁾、根またはストロンの基部よりも先端に近い部位^{19,20)}の含量がそれぞれ高くなる。

4. ウラルカンゾウの品種育成

ウラルカンゾウの栽培品は年数を経てもグリチルリチン酸含量が野生品よりも顕著に低く、日本薬局方の規定値2.5%を安定的に満たさないこと(図4)が栽培化を阻む大きな問題点となっている。このことから、国内における圃場栽培によってもグリチルリチン酸含量が規定値2.5%を安定的に満たすウラルカンゾウの品種の育成が急務である。当センターでは、北海道医療大学および株式会社栃本天海堂との共同研究で、グリチルリチン酸高含有系統の育成を試みている。2008年

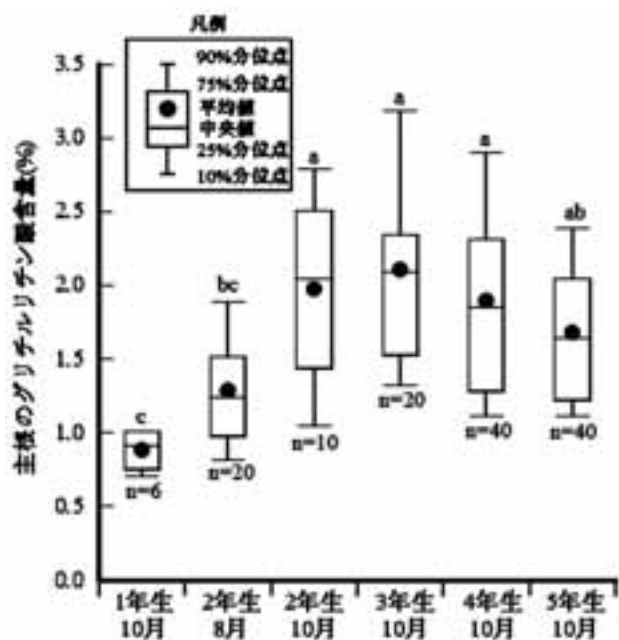


図4 生育期間と主根のグリチルリチン酸含量の関係。異なるアルファベット間に5%水準で有意差あり (Tukey-KramerのHSD検定)。ウラルカンゾウの実生繁殖株を調査対象とした。

に実生から圃場栽培した5年生株を約600個体収穫し、生育等を指標として100個体を選抜後、グリチルリチン酸含量を測定した。その結果、個体(以後、系統)間でグリチルリチン酸含量に大きな変異(0.46~4.67%、平均2.11%)が認められ²¹⁾、グリチルリチン酸含量が3.2~4.6%であった6系統を第1次選抜し、特許出願(特開2011-50273)を行った。次に、この6系統およびその他比較系統の栄養繁殖3年目株について、グリチルリチン酸含量の形質再現性を評価した結果、親株と栄養系との間に強い正の相関関係 ($r=0.903$, $p < 0.001$, $n=60$) が認められたことから、異なる条件下でも本形質の再現性が高いことが判明した²²⁾。また、栄養系の根重およびグリチルリチン酸含量が最も高かった系統No.10 ($3.42 \pm 0.27\%$, $n=6$)、親株および栄養系ともに根重およびグリチルリチン酸含量が安定的に高かった系統No.70 ($3.19 \pm 0.63\%$, $n=5$) を第2次選抜系統とした。この2系統については現在品種登録準備中である。また、尾崎らは筒栽培において、根重とグリチルリチン酸含量がともに高水準な系統を育成している¹⁸⁾。

5. おわりに

このように、栄養繁殖については国内での実生

産を可能とする品種の整備が進みつつある。収量および品質の安定性から、現状では栄養繁殖が現実的と思われる。しかし、従来のストロン繁殖のみでは増殖に多大な時間を要することから、種苗供給が生産規模拡大の律速となる。このことから、効率的な種苗増殖体系の確立に現在取り組んでいる。また、繁殖効率、栽培にかかる作業効率および植物体の環境適応性を考慮すると種子繁殖が望ましく、将来的にはそれを可能とする品種の育成が望まれる。

6. 引用文献

- Hayashi H., Sudo H. (2009) : *Plant Biotechnology*, 26, 101-104.
- 厚生省薬務局監修 (2002) : 薬用植物、栽培と品質評価 Part10, 51-62、薬事日報社。
- Shibata S. (2000) : *Yakugaku zasshi*, 120, 849-862.
- 内藤蕉園 (1969) : 詳解古方薬品考 (難波恒雄解説)、8-9、古方薬品考刊行会。
- 鳥越泰義 (2005) : 正倉院薬物の世界、230-237、平凡社。
- 日本漢方生薬製剤協会 (2011) : 原料生薬使用量等調査報告書-平成20年度の使用量-
- 山本豊 (2009) : *薬用植物研究*, 31, 78-80.
- 大西佳二 (2003) : 第2回甘草に関するシンポジウム講演要旨集、北社、5-7.
- 田村幸吉 (2004) : 薬用植物フォーラム2004講演要旨集、つくば、33-38.
- 柴田敏郎 (2005) : 第3回甘草に関するシンポジウム講演要旨集、名寄、3-7.
- Zhang J.T., et al. (2010) : *Journal of Medicinal Plants Research*, 4, 830-836.
- 林茂樹、柴田敏郎 (2009) : *薬用植物研究*, 31, 86-88.
- 林茂樹ほか (2012) : 日本生薬学会第59回年会講演要旨集、p.148、木更津。
- 上海科学技術出版社 (1985) : 中薬大辞典第一巻、371-378、小学館。
- 林茂樹、柴田敏郎 (2011) : 第5回甘草に関するシンポジウム講演要旨集、京都、6-13.
- 熊谷健夫ほか (1997) : *Natural Medicines*, 51, 403-407.
- Yamamoto Y. and Tani T. (2002) : *Journal of Traditional Medicines*, 19, 87-92.
- 尾崎和男ほか (2010) : *生薬学雑誌*, 64, 76-82.
- Yamamoto Y. and Tani T. (2001) : *Journal of Traditional Medicines*, 18, 197-202.
- 芝野真喜雄、尾崎和男 (2010) : *薬用植物研究*, 32, 3-8.
- Kojoma, M., Hayashi, S., et al. (2011) : *Chem. Pharm. Bull.*, 34, 1334-1337.
- 林茂樹ほか (2012) : 日本生薬学会北海道支部第36回例会講演要旨集、pp.62、札幌。

北海道における農業機械化と薬用植物研究の歴史および 機械化薬用植物栽培の展望

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター 村上 則幸

1. はじめに

北海道の農家戸数は昭和35年の23万4千戸から平成25年には4万2千戸まで減少している。この農家人口の減少に伴い、北海道の1戸あたりの平均耕地面積も昭和35年が3.5haであったのに対し、平成25年には25.8haに達しており、都府県の15.0倍となっている。機械化に代表される省力栽培技術が、労力不足を補い、規模拡大により農地を維持している。

しかし、今後は現行技術での農地の集積による規模拡大への対応にも限界が来ており、特に水田作地帯では今後の大幅な農業人口の減少により、一層規模拡大が進むことが予想される¹⁾。このような状況の下、既に機械化栽培体系の確立されている水稲や小麦等の主要作物においても、より省力的な作業技術栽培体系の構築が求められている。

その一方で、国際的な競争力の面で厳しい主要作物以外で収益性が高く、省力かつ大規模栽培可能な作物を求める動きもあり、薬用植物には、中国等での価格の高騰などの理由から国内生産の拡大が望まれており、特に北海道では将来の輪作体系において一翼を担える作物として期待されている。今後の生産拡大の一つのカギが栽培の省力化であり、主要作物と同様の機械化栽培体系をいかに構築するかが課題となっている。

そこで、本報ではこれまでの、北海道における農業機械化と薬用植物研究の歴史をひも解きながら、将来の機械化薬用植物栽培について、研究事例を交えて展望する。

2. 北海道における機械化農業の歴史と現状

(1) 農業機械化の歴史

北海道においては戦前より、試験研究機関等に海外製のトラクタや畑作、酪農用作業機が輸入さ

れ、一部で使用されていた。

図1に示すトラクタは北海道農業研究センターで戦前使われていたケロシン（灯油）を燃料とするトラクタである。大正時代に生産された、国内に現存するトラクタとしては最古のもののひとつである。

これらの事例はあるものの、内燃機関を搭載した屋外作業機による圃場作業の本格的な機械化は昭和30年代の国産耕うん機の普及からである。

その他では、脱穀機等の定置型機械については、モータ駆動のものが戦前より使われていた。

飛躍的に省力化が進んだのは水田作である。昭和40年代に登場した田植え機、収穫機（コンバイン）が急速に普及したことにより水田作の機械化一貫作業体系が完成し、現在に至っている（表1）。

(2) 畑作の機械化

北海道の主要な畑作物である豆、テンサイ、小麦、バレイショについては、機械化作業体系が完成しており、北海道は大規模であることから、トラクタをはじめ海外製の作業機が数多く導入されており、小麦については、上述の水稲以上の省力化を実現している。



図1 BEST社製トラクタ(1925年頃)

表1 水稲10aあたりの全国平均作業時間の推移（時間）

	昭和40年	昭和50年	平成12年	平成20年
田植え	24.4	12.2	4.7	3.5
稲刈り・脱穀	47.9	21.8	5.6	3.8

農林水産統計「農産物生産費調査より」

国産作業機についても、ダイズ、タマネギなどで用いる畦間除草機では、国産メーカーの製品が広く使われており、特に有機栽培等の特別栽培では欠かせない作業機となっている。

野菜の移植作業については、機械化研究の歴史が長く、多くの市販機がある。収穫についてもダイコン、ニンジン等の根菜類については収穫機が普及している。キャベツ等の葉菜類の収穫については研究の歴史は長く、市販機もみられるもののマーケットの求める損傷等の基準が高く、広く普及するには至っていない。

3. 薬用植物栽培の歴史

(1) 北海道における薬用植物栽培の歴史

明治以降、北海道において数多くの薬用植物が栽培、あるいは栽培試験が行われていた。例えば薄荷（ハッカ）は最盛期の昭和14年には、作付面積2万ヘクタール、実に世界の7割の薄荷が北海道北見市周辺で栽培されていた²⁾。しかし、その後は安い海外製に押され次第に衰退していく。現在は滝上町等でわずかに栽培されている³⁾。

(2) 北海道農業研究センター(北海道農業試験場)での研究の歴史

文献⁴⁻⁵⁾によると北海道農業試験場時代に以下の研究が報告されている。以下にその概要を示す。

①カンゾウ

昭和28年

長野県で栽培されていたソ連北東部及中国を原産とするウラルカンゾウを導入

昭和29年から

北大薬学部との共同研究開始、海外種の導入と栽培適否試験を実施

昭和32から34年

種子の発芽温度に関する試験、種子の発芽促進

処理促処措、不良環境地帯での栽培を目的とした適応性調査

昭和33年以降

根腐菌に関する研究

昭和34年

根中エキス並びにグリチルリチンサンの分布に関する研究

三要素吸収量に関する研究

昭和35年

良質なカンゾウ (*Glycyrrhiza glabra* Linne) の選定

昭和38から43年

粗粒火山礫地帯(勇払)での適応性に関する試験

②ミブヨモギ

昭和12年から

栽培適否試験開始

昭和19年

山科2号を優良品種に選定

昭和22年

北系A-14号(銀葉)を優良品種に選定

昭和26年

F18号(石狩)を優良品種に選定

昭和24年以降

栽培試験を中止

③センキュウ

明治33年から

石狩、後志、胆振、上川及び網走で栽培

昭和元年から10年

栽培時期並びに種根の大小と品質に関する試験

昭和10年

葉枯病防除試験

④キッソウ

北海道に導入された年次は不明

昭和元年から12年

栽培適否並びに摘心に関する試験

このように、北海道農業試験場では長年薬用植物の研究に取り組んでおり、その成果は民間企業や他の試験研究機関へと引き継がれていった。

最近になって主に中国での需要の増大や、中国での環境保全を目的とした輸出規制等により国内

生産強化の動きを受けて、北海道での大規模生産を実現するための省力的な機械化栽培技術等の研究が進められている。

以下に、生産現場の実情に適した薬用植物の省力栽培方法として、既存の作業機を利用した生薬オウギの収穫作業の省力化に関する研究事例⁶⁾等を交えて、北海道における機械化薬用栽培について展望する。

4. 薬用植物栽培の機械化

(1) 既存作業機の汎用利用

1) ゴボウ収穫機による生薬オウギの収穫

生薬オウギの原料はマメ科の多年生草本で、生薬に用いる部位は根であり、強壯、利尿、血圧降下、止汗作用がある。根はほぼ円柱形で長さは30~100cm、根頭径0.7~2 cm でところどころに側根をつける。収穫は地上部を茎葉処理後に根を掘取る。生薬成分を含まない茎部は異物となるためこれを除去等して調製し、洗浄、乾燥を経て出荷に至る。

根の形状がゴボウに似ていることから、ゴボウ収穫機（T社 HR900）を用いた機械収穫体系と慣行の収穫体系で作業能率や負担を比較した。

慣行の収穫作業はゴボウリフタ用い人力で掘取った根の土を払い、所々に集積した後にパレットに積込んで回収する（図2）。機械収穫体系は収穫機オペレータと補助作業者の2人体系で行った。補助作業者は機械で掘り取れなかった根を人



図2 従来の作業方法



図3 ゴボウ収穫機による収穫

力で掘取り、ストッカーからこぼれた根を拾う（図3）。

2) 作業能率

作業能率は表2に示すように収穫機の利用により、従来手作業で行っていた掘り取り作業の省力化により慣行の4.1倍に向上した。ただし、圃場作業効率は途中、ベルトや搬送部分に詰まった土や茎葉を取り除く作業のためにより低下した。収穫機の引き抜き率は89%であり、表3に示すように、機械により収穫できる根とできない根とは形状に違いのある事が明らかとなった。以上の結果より、根の形状によっては、残根の人力収穫負担が増大する可能性はあるものの、ゴボウ収穫機の導入がオウギの収穫作業能率と作業負担の改善に有効であると考えられる。

(2) 薬用植物栽培の省力化に向けて

上述の生薬オウギの例にもみられるように、開発コストの問題等から専用機開発が困難である薬用植物栽培の機械化については、まず既存機械の汎用利用についての検討が重要である。特に北海道の畑作地帯においては、生産者がテンサイやバレイショ等の移植機や収穫機を保有しており、それらの機械が利用できれば、作業の省力化面から薬用植物導入のハードルが下がる。

汎用利用を含め薬用植物の機械化栽培で問題となるのは、薬用植物は一般の作物に比べて個体間の形状・性質的なばらつきが大きく、作業対象となる部位の形状などを絞り込むことが困難な点である。そのため、形状などの個体間差が大きくて

表2 作業能率の比較

作業体系	単位	慣行 2006年	機械 2007年
作業人数	(人)	6	2
作業能率	(人・時/ha)	156.3	38.3
圃場作業効率	(%)	71.4	64.8

表3 引き抜き精度とキバナオウギの形状の関係

	引き抜き根	残根	t 検定結果
主根長 (cm)	46±9.7	33±4.9	1%水準で有意差あり
根頭径 (mm)	13.1±4.8	9.1±3.6	5%水準で有意差あり

平均値±標準偏差

も対応できようにしようとする、機械が複雑・高価になる。さらに所要動力の増大等により、コストやメンテナンスの問題から普及が困難になることが懸念される。そこで以下の点に留意する必要があると考える。

①特に原料のばらつきが大きい収穫用の機械では構造の複雑化を招かない範囲で把持機構部等の材質、形状などを工夫する。

②ばらつきが産地、品種などで特定の傾向にあれば部分的にアタッチメントにする。

②自動化技術による可能性

小型コンピュータなどによる、制御技術が比較的安価になってきていることから、将来は複雑な機構を用いなくても自動制御技術を活用して、構造をシンプルにしてかつ広範な作業条件にも柔軟に対応できる可能性がある。

その一例として、油圧制御式の汎用移植を示す⁸⁾。

田植え作業との競合による労力不足の回避がカボチャの栽培定着のために重要であることから、田植え前定植での霜害の影響を受けにくい大苗ポット、田植後の定植省力化のためのセル成型苗の双方に対応し、作業分散を可能にすることを目的として開発した(図4)。移植機は苗の供給を人力により行う半自動式のトラクタ直装式で、開孔器の昇降並びに開閉はトラクタの油圧を利用する。距離センサにより走行距離を検出して、設定の間隔で油圧シリンダを制御して植え付けを行う。ユニットの交換により、セル成型苗、ポット苗に対応できる。本機によって、ポット径12cm



図4 試作汎用移植機

の大苗を移植したところ、作業速度は13cm/秒で、株間40cm 設定では、約3秒/苗の植え付けが可能で、人力作業と比較し省力効果が確認できた。自由自在に株間が設定でき、苗の形状にもアタッチメントの交換などで柔軟に対応でき、かつ安価な作業機は今後、薬用植物のような多品目少量生産で有望かもしれない。

5. まとめ

畑作物を中心とした農作業省力化の知見から、薬用植物の機械化栽培技術の展開方向を検討した。薬用植物の機械化栽培は、機械開発への投資では野菜等と同様に厳しい面があるが、既存機械の汎用利用を軸に考えると、新たな作業機の導入コストを抑えて、省力的な薬用植物栽培が実現できるばかりでなく、既存機械の稼働率向上にもつながり、農業経営全体へプラスとなる可能性もある。

薬用植物栽培の省力化に貢献できるよう、微力ながら今後も研究を進める所存である。

(参考文献)

1. 仁平恒夫、久保田哲史、北海道地域における地域農業の構造展望と農業経営の展開方向(中央農業総合研究センター経営研究60号、2010)
2. 北見ハッカ通商ホームページ
<http://www.hakka.be/story/kitami.html>
3. 滝上町ホームページ
<http://www.town.takinoue.hokkaido.jp/shokai/takinouechonitsuite/nougyo.html>
4. 住田哲也、薬科類の試験、北海道農業技術研究史、北海道農業試験場、338-343、1967
5. 住田哲也、甘草に関する研究、北農25(9)、12-22、1958
6. 大津英子、村上則幸、柴田敏郎、生薬オウギの収穫作業機械化による作業改善の可能性、(農作業学会講演要旨集、2008)
7. 村上則幸、汎用移植機による移植作業の省力・自動化技術の開発(北海道農業研究センタープロジェクト成果集 No.6 2012)

植物工場における薬用植物の栽培・生産

(独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター筑波研究部 育種生理研究室長 吉松 嘉代
(独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター筑波研究部育種生理研究室 特任研究員 乾 貴幸

1. はじめに

超高齢化社会の日本では、生活習慣病、認知症、更年期障害等の、現代医学（西洋医学）だけでは治療が困難な疾患が増加している。最近、これらの疾患に対し、漢方薬が有効なことが科学的に証明されるようになり、臨床現場においても漢方薬の使用量は増加しており、漢方薬を処方する医師は全体の89.0%に上る（2011年の日本漢方生薬製剤協会の調査）。また、厚生労働省においても、2010年より「統合医療プロジェクトチーム」を設置し、臨床現場における漢方薬の安全性・有効性の科学的根拠の創出を推進している。現在、漢方薬市場は着実に成長している（図1）。

その一方、漢方薬の原料となる生薬（その多くは植物生薬）の供給は、その約90%（2008年の日本漢方生薬製剤協会の調査では87.8%、2011年の東日本大震災後はさらに上昇）を海外からの輸入に依存している（表1）。そして、その多くが中国産である（同調査において83.0%）。

漢方薬は通常複数の生薬より構成されており、たとえば、風邪の引き始めにしばしば処方される葛根湯は、甘草、葛根、麻黄、桂枝、芍薬、生姜、大棗の7種類の生薬より製造される。漢方薬は、一生薬でも欠けると製造できなくなるため、多品目の生薬が必要である。しかし、個々の生薬の使用量は、日々の食糧となる野菜や穀物等の農作物に比べてはるかに少なく、原産国においても栽培化は進んでいない。生薬の供給の多くは、依然として、野生植物の採取に依存している。従って、輸出国の気象や経済・政治状況などによって影響を受け、恒常的な需要

を満たすには不安定な状態であり、現に麻黄（表1：9位）や甘草（同：1位）の輸入は制限されている。

一般に薬用植物は、栽培期間が長く、栽培が難しく費やす労力が大きいため、農業労働者の高齢化が進む日本では栽培が敬遠される傾向が強い[厚生労働省 薬用植物の利用開発等に関する検討について（中間まとめ）平成14年3月]。また、その含有する薬用成分の組成・含量は、生育環境により大きく左右され、収穫時期や乾燥・保管及び加工条件も生薬の薬用成分含量に影響を与える。

このような背景の中、植物工場における薬用植物の栽培（植物生薬の生産）は、表2に示すような優れた点を持ち、生薬の安心・安全な安定供給に有効である。

本稿では、生薬「甘草」の基原植物であるウラルカンゾウと、生薬「黄連」の基原植物であるセリバオウレンについて、植物工場における薬用植物の栽培・生産について紹介する。

2. 「甘草」について

日本薬局方¹⁾において、生薬の「甘草」は、「本

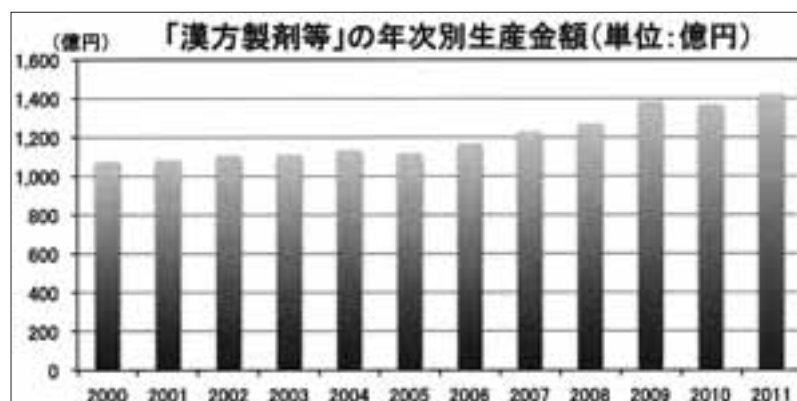


図1 「漢方製剤等」の年次別生産金額（平成23年「薬事工業生産動態統計年報」より）

表1 2008年の使用量上位20生薬の使用量及び生産国（原料生薬使用量等調査報告書-平成20年度の使用量-平成23年7月15日日本漢方生薬製剤協会生薬委員会より）

順位	生薬名	使用量 ton	生産国			使用量に対する中国産の割合(%)	備考
			日本	中国	その他の国		
1	カンゾウ	1,267	0	1,267	0	100.0%	
2	シャクヤク	1,164	41	1,123	0	96.5%	
3	ケイヒ	1,034	0	837	197	80.9%	
4	ブクリョウ	996	0	962	35	96.5%	菌類生薬
5	タイソウ	676	0	676	0	100.0%	
6	ハンゲ	629	0	629	0	100.0%	
7	ニンジン	610	0	609	1	99.8%	
8	トウキ	581	204	378	0	64.8%	
9	マオウ	569	0	569	0	100.0%	
10	コウイ	556	556	0	0	0.0%	水飴(原料:もち米)
11	カッコン	554	0	546	8	98.6%	
12	ソウジュツ	502	0	502	0	100.0%	
13	ヨクイニン	449	1	374	75	83.1%	
14	サイコ	444	23	399	21	90.0%	
15	ダイオウ	440	95	344	0	78.3%	
16	ビャクジュツ	427	0	420	8	98.2%	
17	センナ	426	0	0	426	0.0%	漢方製剤には不使用
18	ジオウ	398	3	395	0	99.3%	
19	オウゴン	384	0	384	0	100.0%	
20	セッコウ	380	0	380	0	100.0%	鉱物生薬

品は *Glycyrrhiza uralensis* Fischer 又は *Glycyrrhiza glabra* Linné (*Leguminosae*) の根及びストロンで、ときには周皮を除いたもの（皮去りカンゾウ）である。本品は定量するとき、換算した生薬の乾燥物に対し、グリチルリチン酸 (C₄₂H₆₂O₁₆:822.93) 2.5%以上を含む」と規定されている。前記2種の植物のうち、日本で漢方・生薬製剤等の原料として使用されているのは *Glycyrrhiza uralensis* Fischer (ウラルカンゾウ) より製造された「甘草」である。

「甘草」は、漢方薬としての使用頻度及び使用量が最も多く、医療用漢方製剤148処方中109処方(73.6%)に、また、一般用漢方製剤294処方中213処方(72.4%)に配合されている^{2, 3)} (図2)。その主成分であるグリチルリチン酸 (図3) は、抗炎症、肝臓保護、抗アレルギー作用等の薬理活性を有し、また、砂糖の200倍とされる強い甘み⁴⁾ を有することから、医薬品、化粧品、甘味料として広く利用されている⁴⁾。

「甘草」の供給のほとんどは中国からの輸入品(主に野生植物より製造)である(表1、図2)⁵⁾。近年、「甘草」資源の枯渇化が顕在化しているため、中国では資源保護のための政策(採取制限、輸出規制等)が強化されている⁵⁾。さらに、中国や欧

表2 植物工場における薬用植物の栽培・生産の利点

- ・ 自然環境(気温、日照量、降水量、湿度、土質等)の影響を受けずに安定的な生産が可能
- ・ 植物種が明確で品質が安定した薬用植物の供給が可能
- ・ 農薬、土壌汚染や人為的環境攪乱を回避できる
- ・ 連作障害がなく、計画栽培・多角栽培が可能
- ・ 人手がかからない(耕うん、土壌改良、除草等が不要で収穫が容易)
- ・ 短期間で収穫可能
- ・ 野外・水耕栽培に適した優良苗の選抜・育成が短期間で可能
- ・ 野外・水耕栽培用の優良クローン苗の効率的増殖が短期間で可能

米でも「甘草」の需要は増加し、また、最近の中国の著しい経済成長に伴う物価・人件費上昇も相まって供給価格が高騰し、「甘草」資源の持続的確保が困難になっている。「甘草」は、第二のレアアースとも呼ばれるようになってきている。

「甘草」の安定確保あるいは国内商業生産を目指し、これまでに多くの圃場栽培研究が行われてきた⁵⁻¹⁰⁾。最近ではいくつかの成功例が報告されているが、多くの報告例において「甘草」の栽培品は概して野生品よりもグリチルリチン酸含量が低く、日本薬局方の規定値2.5%以上¹⁾を満たすためには、少なくとも3年以上の栽培期間が必要とされている^{5, 8)}。野外栽培は、異常気象や2011年の東日本大地震のような自然災害及び原発事故のような人為的な環境かく乱等の影響を受けやすい。

我々は、2001年頃からウラルカンゾウの組織培養物の誘導と効率的増殖に関する研究を開始し、2006年頃より植物工場での「甘草」生産に関する研究を開始した。2008年下半期からは、医薬基盤研究所、鹿島建設、千葉大学の三者の共同研究「甘草の人工水耕栽培システムの開発」を実施した（但し、2009年は豊田通商を加えた四者）（図4）。本研究は、産官学の高次元での連携の好例として第9回産学官連携功労者表彰（2011年9月22日）において、厚生労働大臣賞を受賞した。

3. 植物工場におけるウラルカンゾウの水耕栽培

一般に、水耕法で栽培した植物の根は分枝根が多く根部が肥大しないことから、肥大した根を生薬として使用する薬用植物の生産において、水耕栽培の実用化は困難であるとされてきた。我々は、1990年頃より、循環型湛液水耕法による薬用植物の生産に関する研究を実施し、地上部を使用部位とするケシ、キダチコミカンソウ、ジギタリス、ハッカ、クソニンジン等の薬用植物については、生育期間の短縮、薬用成分含量と収量において良好な結果が得られた。しかし、地下部を使用部位とする生薬の生産には不向きであった。

そこで、植物工場内でのウラルカンゾウの水耕栽培のための水耕栽培装置（根が水耕液中に浸されず、植物体の根部はハイドロボール、パミスサンド等の支持体中で生育し、下方から毛細管現象により肥料養液が供給される）¹¹⁾を考案し、閉鎖温室内（温度20-25℃、相対湿度50-60%、明期

14-16時間/日）でウラルカンゾウ培養苗の水耕栽培を行った。植物材料は、ウラルカンゾウ組織培養体2系統のうち、閉鎖温室内での土耕栽培（鉢栽培）で、根の収量及びグリチルリチン酸含量がより高かった系統を選択し、さらに、本系統の培養シュートより、植物組織培養での増殖効率の高いサブクローンを得、水耕栽培装置へ植付けた。閉鎖温室内の土耕栽培（鉢栽培）では、根のグリチルリチン酸含量が2.5%以上になるまでに1000日以上を要した。一方、水耕栽培で得た根（Gu2-3-2）のグリチルリチン酸含量は、400日後

「甘草」の主な用途
グリチルリチン酸
肝炎治療薬・抗アレルギー薬・甘味料
抽出物(グリチルリチン酸以外)
食品添加物や化粧品等

甘草の枯渇は食品、化粧品業界等にも影響大!

甘草の国内での確保・供給システム
実用化が喫緊の国家的課題

- > 中国のカンゾウの採取規制強化
- > 日本の多くの産地栽培研究では、日本薬局方規格(≥2.5%グリチルリチン酸)を満たすには3年以上

図2 「甘草」を取り巻く状況

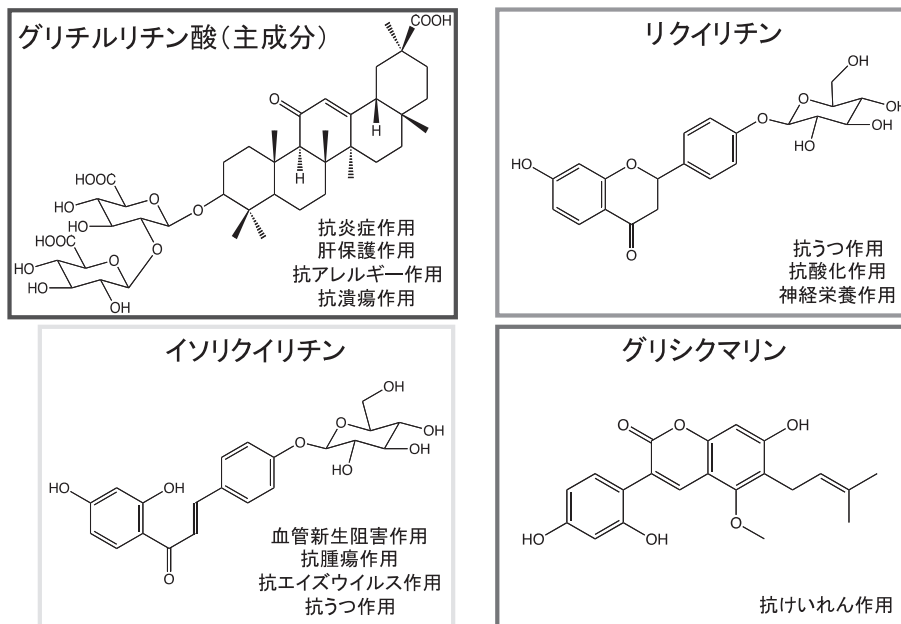


図3 ウラルカンゾウに含有される代表的な薬用成分とその作用



図4 「甘草人工水耕栽培システムの開発」(2008-2011)

に2.95%、740日後に5.22%となり、同生育環境の土耕栽培に比べてグリチルリチン酸の生産効率が高く、同水耕「甘草」は、日本薬局方の他の規格：確認試験(TLC法)、乾燥減量、灰分、酸不溶性灰分、エキス含量(希エタノールエキス)においても規定値を満たした(図5)。

ウラルカンゾウの野外での筒栽培で生産された、グリチルリチン酸含量2.5%以上を満たす「甘草(2年生根)」は、フラボノイドであるリクイリチン含量が、市場品に比べて低いと報告されている⁹⁾。リクイリチン(図3)は、「甘草」の主要成分の一つで、抗うつ、抗酸化や神経栄養作用(アルツハイマー型認知症やパーキンソン病等の神経変性の疾患の治療に効果的とされている)が報告されている¹²⁾。我々が約2年間(740日)の水耕栽培で得た甘草(根)は1.0%以上のリクイリチンを含有していたことから、植物工場での水耕栽培は甘草が含有するフラボノイド類の生産方法としても優れていることが判明した。

4. 植物工場での水耕栽培に適したウラルカンゾウ優良株の選抜と育成

栽培環境に適した薬用植物優良系統の選抜は、

生薬生産効率をより高めるために重要な要素の一つであり、種々(導入元や形質が異なる)系統の種子は選抜材料として好適である。筑波研究部圃場栽培のウラルカンゾウは開花・結実が困難なため、北海道研究部で採取した3系統のウラルカンゾウ種子を材料に水耕栽培に適した優良系統の選抜及び優良株の選抜を行った。

ウラルカンゾウの原産地は中国北部、モンゴルである。1993年の生物多様性条約(CBD)発行以降、各国で「遺伝子資源へのアクセスと利益配分(ABS)」のルールづくりが行われ、資源保有国が自国の天然資源に対する主権的権利を主張するようになってきている。そこで、供試種子は1993年以前から国内に保有されていたことが確認できた植物の種子を用いた。

まず系統間の形質の差の確認のため、3系統それぞれの種子より育成した植物体を、前述の水耕栽培装置に植付けて閉鎖温室内で半年及び1年間水耕栽培して根の収量と二次代謝物含量を調査し、いずれの形質も最高値を示した1系統を選抜した。

次に、グロースチャンバー室内(温度25℃、相対湿度60%、明期18時間/日)で前述の選抜系統の種子より育成した植物体(20個体)を水耕栽培

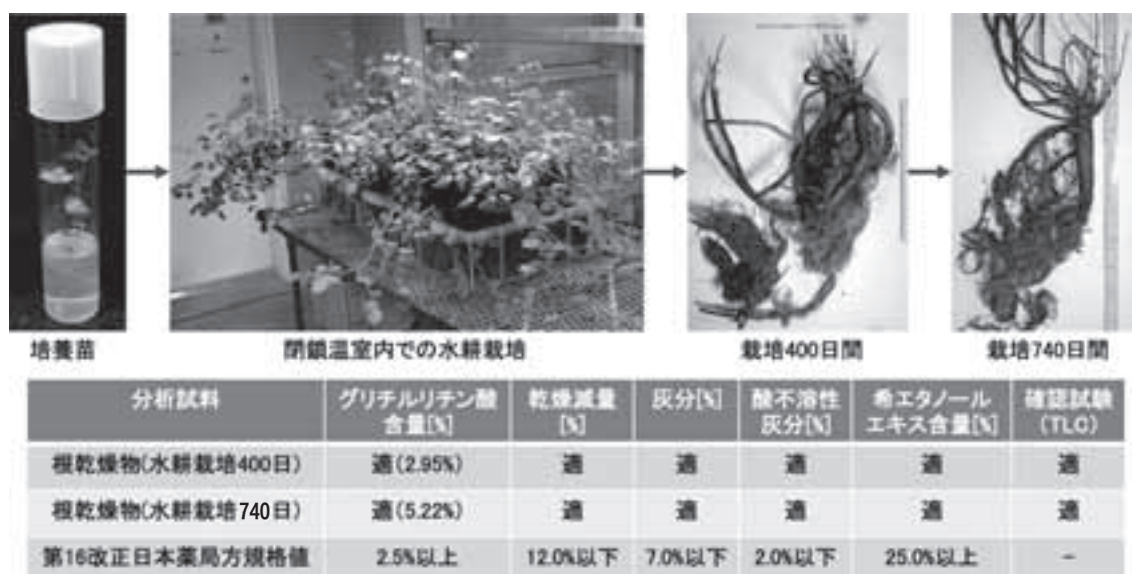


図5 ウラルカンゾウ選抜サブクローン (Gu2-3-2) の水耕栽培

して根の収量と二次代謝物含量を調査し、グリチルリチン酸含量が高く根の収量が良好な優良株2クローンを選抜した。本株は、植物組織培養での増殖効率が低いものの、水耕栽培で得たストロンを挿し穂とする挿木増殖が可能であり、本優良株の苗 (GuTS71-08IV2) を同様に200日間水耕栽培した結果、二次代謝物高生産性が維持されていることを確認した (根中の含量: グリチルリチン酸2.5%、リクイリチン0.7%、グリシクマリン0.3%)。これらの優良株及び増殖法については特許を出願した¹³⁾。

5. 植物工場におけるセリバオウレンの水耕栽培

生薬「黄連」は、日本薬局方¹⁾において、「オウレン *Coptis japonica* Makino, *Coptis chinensis* Franchet, *Coptis deltoidea* C.Y. Cheng et Hsiao 又は *Coptis teeta* Wallich (*Ranunculaceae*) の根をほとんど除いた根茎である」と規定されている。

黄連は、苦味健胃、整腸、止瀉等の作用を有し、胃炎、二日酔い、高血圧、神経症等に用いられる黄連解毒湯のほか、漢方処方約1割に配合される重要生薬の一つである²⁾。また、その主成分であるベルベリンは、抗菌、抗炎症作用に加えて、血中LDLコレステロール濃度や血糖値を低下させる作用^{14, 15)}などメタボリックシンドロームに対する効果からも注目されている。

日本産黄連の品質は高く、かつては海外にも輸

出されていた。しかし、日本薬局方の規格を満たす生薬の生産には、畑栽培で5年、林床栽培では15年以上の長い栽培期間を必要とし、農家の高齢化に加え、薬価の低下や安価な中国産黄連に押されて国内栽培は衰退し、2008年には静岡県、富山県、福井県等で350kgが生産されるのみで、その使用量の9割以上を海外からの輸入に依存している^{16, 17)}。

そこで、高品質かつ安心・安全な黄連の効率的な生産技術の確立を目指し、セリバオウレン (*C. japonica* Makino var. *dissecta* Nakai) の植物工場での水耕栽培を試みた。

組織培養により継代・増殖したセリバオウレンの培養苗を材料に、20℃、相対湿度60%、14時間明期 (約100 μmol/m²s) の条件で、支持体にパミスサンド (大江化学工業、粒度2.4~5.0mm) を使用し、養液に推奨の1/4~3/4濃度のマツザキ1号・2号 (マツザキアグリビジネス、推奨濃度: 1号6.0g + 2号4.0g/8 L) を用い、底面灌水方式 (図6)¹¹⁾にて、半年及び1年間水耕栽培した。

収穫根茎は、葉柄、茎及び根をなるべく除去し、50℃で3~4日間乾燥し、第16改正日本薬局方の黄連の項に準じて、確認試験 (TLC法)、鏡検 (内部形態の確認)、純度試験 (ヒ素)、灰分、酸不溶性灰分、乾燥減量、ベルベリン含量の測定等、各種日本薬局方試験を行い、その適否を判断した (いくつかの試験はスケールダウンで実施)。

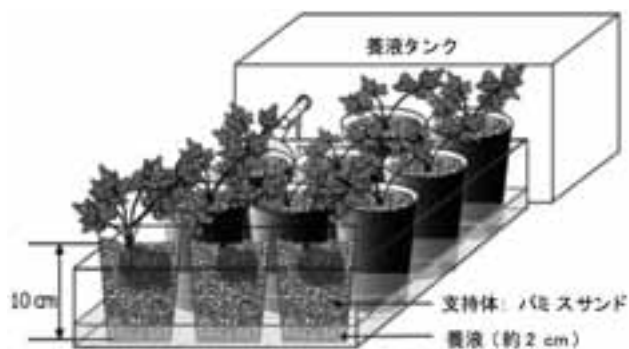


図6 セリバオウレンの水耕栽培概要

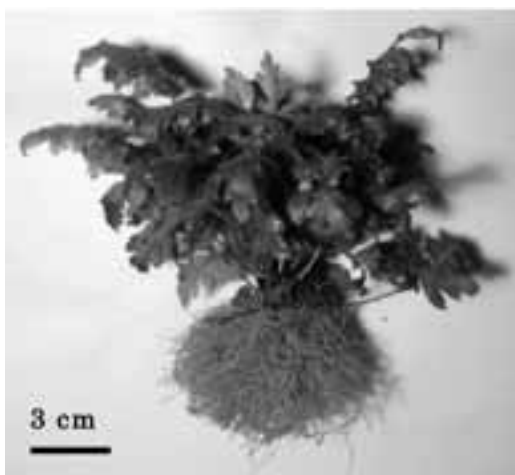
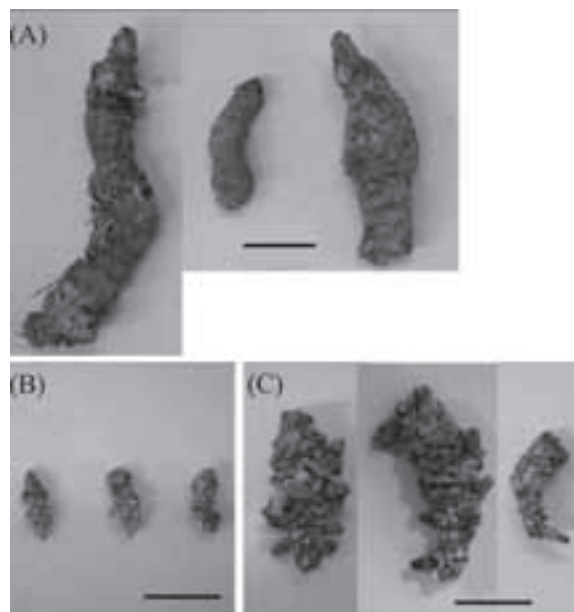


図7 水耕栽培セリバオウレン (約1年間)

水耕栽培の結果、図7に示すような植物体が得られ、水耕栽培品の根茎乾燥物を畑で5年間栽培した日本産黄連市場流通品と比較すると、形状は比較的似ていたが、水耕栽培1年品では分岐が増加する傾向が認められた(図8)。また、確認試験(TLC法)の結果、水耕栽培品は、市場流通品の日本産黄連、中国産黄連と同様にベルベリン標準品とほぼ同じRf値(0.5付近)に黄緑色の蛍光スポットが得られ、日本薬局方規格に適合していた。また、中国産黄連には、日本産黄連には認められないスポットがRf値0.3付近に認められるが、本水耕栽培品は、日本産黄連と同一のTLCパターンを示し、水耕栽培品においてもTLCにより日本産オウレンを基原とすることを確認可能であった(図9)。さらに鏡検(内部形態観察)、及び、純度試験(ヒ素)、灰分、酸不溶性灰分、乾燥減量の測定の結果、いずれの項目も日本薬局方の規格に適合していた(表3)。

第16改正日本薬局方では、黄連のベルベリン含



(A) 畑作5年品、(B) 水耕栽培半年品、(C) 水耕栽培1年品、—:1 cm

図8 畑作及び水耕栽培オウレンの根茎

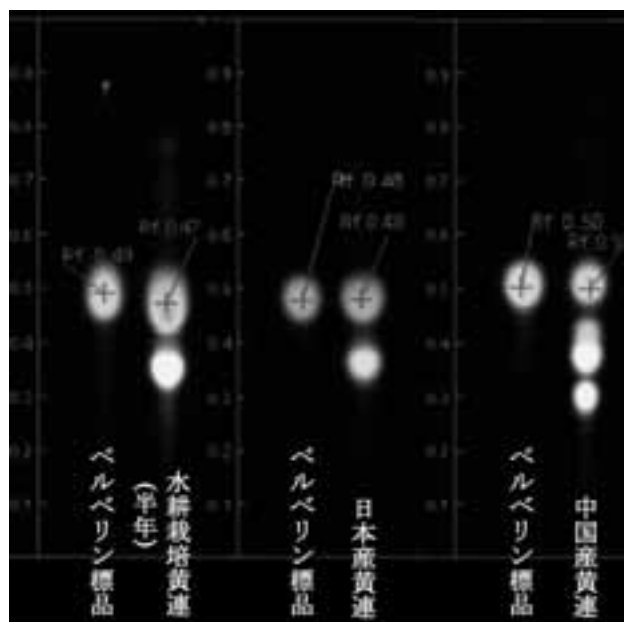


図9 市場流通品黄連及び水耕栽培黄連の確認試験(TLC法)結果

量の規格値として、「換算した生薬の乾燥物に対し、ベルベリン[ベルベリン塩化物($C_{20}H_{18}ClNO_4$: 371.81)として]4.2%以上を含む。」と規定されている。HPLC法によりベルベリンを定量した結果、水耕栽培では約半年間とわずかな栽培期間で8%以上の高いベルベリン含量を示し、栽培1年後でも高含量が安定的に維持されていることが明らかとなった。

上記結果をもとに、栽培1年間あたりに換算し

表3 水耕栽培黄連の各種日本薬局方試験結果

	性状 (検鏡)	純度試験 (ヒ素)	灰分 [%]	酸不溶性 灰分 [%]	乾燥減量 [%]	ベルベリン 含量 [%]	確認試験 (TLC)
水耕栽培1年 根茎乾燥物	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合
第16改正日本 薬局方規格値	-	5 ppm 以下	4.0% 以下	1.0% 以下	11.0% 以下	4.2% 以上	-

た栽培面積当たりの根茎収量及びベルベリン収量を算出すると、水耕栽培半年品は根茎収量が $13\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{年}$ 、ベルベリン収量が $1.1\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{年}$ であった。同じく、水耕栽培1年品は根茎収量が $40\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{年}$ 、ベルベリン収量が $3.3\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{年}$ であった。すなわち、栽培期間を半年間から2倍の1年間に延長することにより、根茎収量・ベルベリン収量を約3倍に高めることが可能であった。また、これら収量は、畑栽培の1年間当たりの換算収量の一例、根茎収量が $10\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{年}$ 、ベルベリン収量が $0.74\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{年}$ を上回った。

以上、今後、栽培条件の最適化による更なる収量増加も期待され、植物工場における水耕栽培により、日本薬局方の規格に適合した黄連を短い栽培期間で効率的に生産可能であることが示された。

6. おわりに

以上のように、植物工場での水耕栽培に適した薬用植物優良苗とそれぞれの薬用植物に好適な装置及び栽培環境の組合せにより、生薬あるいは薬用成分の効率的生産が短期間で可能であることが示された。

植物工場で生産された生薬が医薬品として製品化された事例は未だなく、また、生薬・漢方製剤業界内では、野生品を栽培品より良品とみなす傾向が強い。そこで、2012年度から、医薬基盤研究所を中心に、厚生労働科学研究「人工水耕栽培システムにより生産した甘草等漢方薬原料生薬の実用化に向けた実証的研究」を開始し、複数の企業・大学の協力のもと、「甘草」をはじめとした漢方薬原料生薬の安心・安全な安定供給を目指し、水耕

栽培による生薬生産の実用化を進めるとともに、生産された生薬の安全性・有効性の検証を進めている。

7. 引用文献

- 1) 第十六改正日本薬局方, 厚生労働省 (2011)
- 2) 厚生労働省医薬食品局, 一般用漢方製剤承認基準, 厚生労働省医薬食品局審査管理課長通知, 1-59, (2012)
- 3) 日本医薬品集, 医療薬, 2007年版, じほう, 2651-2733 (2007)
- 4) Hayashi H., et al., Plant Biotechnology, 26, 101-104 (2009)
- 5) Yamamoto Y., et al., J. Trad. Med., 22 (Suppl. 1), 86-97 (2005)
- 6) 尾崎和男ら, 生薬学雑誌, 61 (2), 89-92 (2007)
- 7) 尾崎和男ら, 生薬学雑誌, 64 (2), 76-82 (2010)
- 8) Kojoma M., et al., Biol. Pharm. Bull., 34 (8), 1334-1337 (2011)
- 9) 芝野真喜雄ら, Bulletin of Osaka University of Pharmaceutical Sciences, 5, 59-68 (2011)
- 10) 戸田則明ら, 生薬学雑誌, 66 (2), 65-70 (2012)
- 11) 吉松嘉代, 特願2009-131442「栽培装置、及び、栽培方法」(2009)
- 12) Chen, Z. et al., Cytotechnology, 60, 125-132 (2009)
- 13) 吉松嘉代ら, 特願2011-245757、「カンゾウ属植物株及びカンゾウ属植物増殖方法」(2011)
- 14) Kong W., et al., Nature Medicine, 10, 1344-1351 (2004)
- 15) Zhang H., et al., Metabolism, 59, 285-292 (2010)
- 16) 財団法人日本特産農産物協会, 「薬用植物(生薬)に関する資料」(20年度産)
- 17) 日本漢方生薬製剤協会 生薬委員会「原料生薬使用量等調査報告書-平成20年度の使用量-」1-23 (2011)

薬用植物の筒栽培とその応用

(株)新日本医薬 岩国本郷研究所 末岡 昭宣・吉岡 達文

1. はじめに

株式会社新日本医薬岩国本郷研究所は2006年10月、安全性の高い高品質な国産生薬の生産を目的とし、山口県岩国市と進出協定を締結後、新日本製薬株式会社岩国本郷研究所として開設された。その後、平成24年4月、グループ会社である株式会社新日本医薬へ所属が移り、現在に至っている。

生薬となる薬用植物の中には根茎を利用するものが多く、本研究所では開設当初より効率良く根茎を肥大させる方法の1つとして、塩ビパイプ等を使用した立体的な栽培に取り組んできた。この栽培方法を、我々は筒栽培と呼んでいる。

現在までに、二十種類程度の薬用植物について栽培試験を行っており、その中でもカンゾウ (*Glycyrrhiza uralensis* Fisher, *G. glabra* Linne)・ムラサキ (*Lithospermum erythrorhizon* Seib. et Zucc.) については実用栽培を見据えた重要品目として栽培試験に取り組んできた。今回、この2品目を中心にこれまでの栽培試験について報告する。

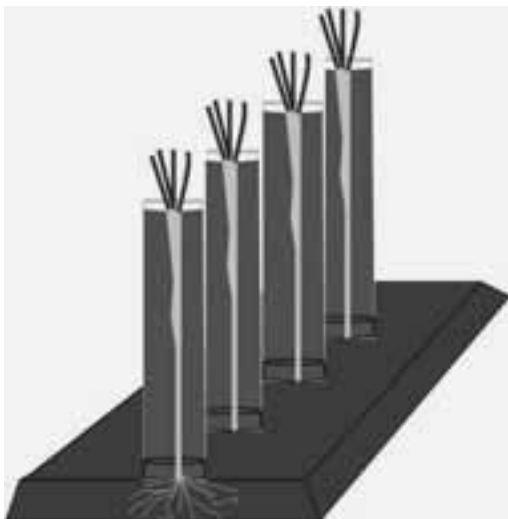


図1. 筒栽培イメージ

2. カンゾウの筒栽培

1) 背景

重要生薬の甘草は、現代医薬品原料とされ、また、約7割の漢方処方に配合される。甘味料、矯味料などとしても多用されており、我が国では、医薬品原料だけでも年間千数百トンが輸入されている。その基原植物は *Glycyrrhiza uralensis* Fisher および *G. glabra* Linn. であり、日本ではその全量を輸入に頼っている。しかしながら、近年資源の枯渇化や品質の低下などが危惧されており、甘草資源の安定供給対策が急務であると考えられている。特に、2000年6月、中国政府から草原資源の生態環境の保護と砂漠化防止のため、乱獲や自由な販売を禁止する通知が出され、日本国内での栽培が必要であると考えられるようになった。また、尖閣諸島をめぐる問題からレアアースの輸入が困難になった例があり、生薬も輸入が困難になる可能性がある懸念されているほか、農薬などによる汚染も心配されている。現在、いまだ本格的な生産には至っていないが、様々な分野で研究・栽培試験が行われ、カンゾウの国内栽培が現実味を帯びてきている。

2) 供試材料及び栽培方法

カンゾウの国内実用栽培に向け、まず次の3項目を設定し、2007年より栽培試験を開始した。

- (1) 地下部の生育が速いこと
- (2) グリチルリチン(以下GLと略記)含量が2.5%以上であり再現性があること
- (3) 2年間の栽培で乾燥重量200g/筒(根頭部・細根を除く)以上収穫できること

配合の異なる10種類の培土を用い、直径10cm、長さ50~80cmの塩ビパイプに、排水用の穴(径5~7mm)を5~13個開けたキャップを底に付け、

異なる3ハウスに設置した。筒間は最大20cmとし、1筒に1本または3本のプラグ苗を移植、もしくは播種(3箇所各1粒)を行った。ハウス内は無加温とした。

ウラルカンゾウの種子はモンゴル由来、スペインカンゾウの種子は(独)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のものを使用した。甘草屋敷(山梨県甲州市塩山)由来を含むウラルカンゾウ培養苗は、武田薬品工業(株)京都薬用植物園より、またウラルカンゾウとスペインカンゾウのストロン苗は大阪薬科大学から恵与を受けた。培養苗はクリーンルーム内で増殖し、順化後に使用した。

2008年には塩ビパイプに替わる新たな素材として、耐水紙を利用した栽培筒の開発を始め、試験の後、2010年には数種の薬用植物で栽培確認試験をスタートしている。

3) 収穫

最初の収穫は2007年11月より、8~10ヶ月栽培した地上部のある程度大きくなった1年栽培品を収穫し、2年目は2008年11月より前年に収穫しなかった残りの株を収穫した。3年目以降は、各機関より譲り受けた系統から生産したクローン苗を栽培し収穫を行った。一部のものは3年間栽培を行ったが、基本的な栽培期間は2年とした。

4) 結果

これまでの筒栽培試験の結果、以下のようなことが確認できている。

- ① 発芽処理した種子を直播すると、分枝が少なく、先端と根元の径が変わらない円柱形の太い



写真1. ウラルカンゾウの花



写真2. ウラルカンゾウの筒栽培



写真3. 収穫したウラルカンゾウの根
(筒栽培2年栽培品)

主根が得られた。

- ② 1筒に3粒の種子を蒔くと発芽期間に差があり、その後の生育に大きく影響をし、3本が同じ程度に太く肥大することは少なく、1~2本は太く生長したが、1~2本は細いものとなった。
- ③ プラグ苗を植付けた場合には根は数本に分かれ、それぞれが肥大した。生育が速い株では1年で生重量200g、2年で400gを超えるため1本植えて十分であることが分かった。
- ④ 発芽期間の差などによって、初期生育が遅れると、他の株の陰となり、生育が妨げられることもあってか、その後も大きく生育することは無く、収穫量も著しく低下した。
- ⑤ 実生栽培品では、1年目はストロンの発生は少なく、2年目も栽培筒内が乾燥状態にあるためストロンの発生は大幅に抑制される結果と

なった。

- ⑥ 筒底の穴数は径5～8 mm で数が多い方が収量の増加傾向が見られた。
- ⑦ 筒内培土の違いや肥料の有無・種類で生育に大きな差が見られたが、ハウス内の土壤によっても大きく生長が異なった。これまでの土壤分析の結果、幾つかの傾向を確認できている。
- ⑧ 実生栽培品では根茎の肥大及びGL含量に大きなバラツキが見られた。栽培期間が1年から2年になることで根は肥大し収穫量は増加したが、GL含量は微増に留まった。
- ⑨ 実生栽培品のGL含量の平均は1年生1.08%、2年生1.12%であり、2年間の栽培では2.5%を超えるものは非常に少ない結果となった。
- ⑩ GL含量は主根よりもストロンやストロンから伸長した根の方が高い傾向があることを確認したが、根の肥大の速いものはGL含量が低く、また、根色が薄いものも低い傾向にあった。
- ⑪ 実生2年栽培品の主根とストロンのGL含量を比較した結果、ストロンの方が主根よりも約0.5～1.5%高い結果となった。
- ⑫ 研究所での筒栽培試験では、ウラルカンゾウの茎は真っ直ぐ上方へ伸びずに、横方向へ広がるように伸長した。このため、筒の設置間隔が広い方が生育は良く、筒間の違いにより収穫量に大きな差が見られた。十分に根を肥大させるためには筒の設置間隔を広くすることが望ましいが、ハウス内に設置できる本数が減ってしまうため、収穫量や品質・作業量やコストなどトータルの考え、最適な条件を選定しなければならない。
- ⑬ スペインカンゾウはウラルカンゾウと比較し、茎は直立に伸長する他、地上部・地下部とも生育が早く病害虫も発生しにくい事が分かった。

3. ムラサキの筒栽培

1) 背景

ムラサキ *Lithospermum erythrorhizon* Sieb. et Zucc. (ムラサキ科) の根はシコン(紫根・硬紫根)と呼ばれ、薬用・草木染・化粧品等の原料に

供される。わが国ではムラサキは絶滅危惧種IBに指定されており、野生のムラサキを見つけることは極めて困難となっている。

シコンは中国や韓国等から野生品が輸入されている。ムラサキは生育環境や栽培条件などの影響を強く受け、形態や薬効成分シコニン含量なども変化するため、再現性の高いシコンを確保することが強く求められている。一部、極少量であるが国内栽培品も出回っているものの品質的には十分ではない。

2) 供試材料及び栽培方法

栽培試験に使用した種子は、長野県の野生種より採種、系統保存されてきたものを甘藤製菓株式会社より分与して頂いたものである。

栽培方法は、カンゾウと同様であるが、ムラサキの栽培は非常に困難と言われており、試験栽培開始直後は、栽培自体の可能性を探るものであった。その後、栽培の可能性を見出し、実用栽培へ向け、次の3項目を設定した。

- (1)地下部の生育が速いこと
- (2)シコニン含量が1.0%以上であり再現性があること
- (3)1年間の栽培で乾燥重量100g/筒(根頭部・細根を除く)以上収穫できること

3) 収穫

栽培1年目の収穫は12月に行い、それ以降は、1年栽培品・2年栽培品とも10月～12月に収穫を行った。4年目からは栽培期間を1年とし、11月までに収穫を終えるように変更した。



写真4. ムラサキの筒栽培



写真5. ムラサキの花



写真6. 収穫したシコン（筒栽培1年栽培品）

4) 結果

これまでの試験栽培により、得られた結果としては以下のようなことが挙げられる。

- ① 培土の種類によって、地上部の生育、根の伸長と肥大化は大きく異なる。
- ② 排水良好な培土が根をよく生長させる。
- ③ 高温多湿と給水不足・給水過多が根に損傷を与える。
- ④ 栽培筒下部に水が停滞すると、根腐れを起し色素を失う。
- ⑤ シコニン含量は1年生（根皮表面は滑らか）で0.4~1.1%、2年生（多くの皺）で0.5~1.5%であった。
- ⑥ 野外での筒栽培や露地栽培では、地上部の生育、根の伸長と肥大化、シコニン含量がハウス内での筒栽培に比べ、若干劣る傾向が見られた。
- ⑦ 1年栽培品に比べ2年栽培品では根皮は厚くなるものの中心部も肥大するため、全体では含

有量が増加しない傾向が見られた。根を複数分岐させ、それぞれを肥大させることでシコニン含量を増加させる栽培が今後必要である。これまでの栽培試験の結果、1年栽培と2年栽培では現時点で2年栽培をするメリットは見当たらず、1年栽培で十分であると考えられる。

今回、筒栽培によるムラサキの栽培試験結果及び苗の安定生産が可能となったことから、シコンの生産は十分に可能である。また、ハウス内栽培においては、気象条件の影響を受けにくいいため、収量・品質とも安定生産が見込める。更に、連作による影響が少ないため、同一場所での栽培が可能である。

4. その他薬用植物の筒栽培

1) 供試材料及び栽培方法

カンゾウ・ムラサキの他、これまでに以下の薬用植物について筒栽培試験を行ってきた。

アマチャヅル、オタネニンジン、キキョウ、キバナオウギ、コガネバナ、サラシナショウマ、アカヤジオウ、カイケイジオウ、シャクヤク、チクセツニンジン、トウキ、ハマボウフウ、マオウ、ミシマサイコ

栽培筒は50~80cmの塩ビパイプを使用し、カンゾウ・ムラサキと同様、最大10種類の試験培土を用いた。栽培期間は種類により異なり1~3年とした。

2) 結果

これまでの栽培試験の結果、筒栽培を行うことで、栽培年数の短縮、収穫量の増加、収穫物の調整作業の効率化などが確認できており、幾つかのものについては、栽培だけを考えれば、規模拡大も十分可能である。

5. 病虫害防除・雑草防除

カンゾウは非常にアブラムシが付きやすく、生育初期から栽培期間を通して発生した。また、ハウス内ということもあり、ハダニやアザミウマ類、ヨトウムシ等の発生も目立つ。害虫が発生すると、生育が抑制されると共に場合によってはウイルス感染も心配される。収穫量にも大きな影響を及ぼすため、防除が重要であるが、現在のところ

カンゾウに適用のある農薬は無く、そのため、野菜類に適用のあるデンプン剤やBT剤を使用し防除を行っている。これは、カンゾウに限ったことではなく、ムラサキや他の薬用植物も同様である。

また、デンプン剤等は昆虫の気門を塞ぎ窒息死させるものであり、人・植物・環境には非常に優しい反面、薬剤が十分にかからなければ効果は無く害虫の卵や蛹には効果が無い。また、天候により効果が左右されることが多く、持続性がなく予防効果も無いため、防除は困難となり、散布回数も多くなる分、作業的にもコスト的にも負担となっている。

一方、雑草に関して、除草剤が使用できない現状では、除草に掛かる時間やコストは大きく、栽培を行う上での重要課題となっている。現在は、通路やハウス・圃場の周りにマルチや防草シートを敷くことで防草対策を行っている。

薬用植物を栽培していくことを考えるならば、雑草防除・病虫害防除は解決しなければならない重要な課題であり、国内栽培を普及させるためにも使用可能な農薬の登録を含め検討が急がれる。ただ、安全性の意識が高まっている現在、農薬を使用しない栽培法の検討も必要であることを承知しておかなければならない。

6. まとめ

岩国本郷研究所は、現在7年目を迎えているが、これまでの筒栽培試験から、多くの薬用植物でその有効性を確認できている。

しかしながら、実用栽培化に向けてはクリアしなければならない課題も多く、特にコストの問題が大きい。栽培筒の設置や収穫には多くの人手が掛かるが、現状ではこれら作業の機械化は困難であり、栽培本数の増加と共に人件費も増加する。これらの問題から、筒栽培での実用栽培化は厳しい状況にあるが、これまでに得た知見は非常に重要で、これを元に問題解決への糸口や新しい栽培

方法が見つかっている。カンゾウでは筒栽培を応用したストロン抑制短筒栽培という方法を用い露地栽培に着手している。これに関しては「地方自治体と連携した甘草栽培プロジェクト」において、当研究所所長である吉岡が詳しく述べている。

現在の生薬・薬用植物の輸入価格を考えると、国産というだけでは価格差を埋めることは不可能である。

また、国内での薬用植物の栽培は、ほとんどが委託栽培であり、野菜や花卉のような市場が無いため、栽培・生産しても出口が無く、新規参入を阻んでいる。

今後、薬用植物の国内栽培の普及を真剣に考えるならば、まずは出口を作ることであり、品質の良いものを作れば流通できるという安心感を持たせることである。

施設園芸や花卉栽培で培ってきた技術を薬用植物の栽培に取り入れることで、レベルは向上し、国内栽培は可能になると思われる。しかし、その時に流通体制が整っておかなければ、普及には繋がらない。

今日、薬用植物に対し関心が高まってきている中、国も動き始めている。これまでにはない最大のチャンスであり、この機会を逃す訳には行かない。弊社は薬用植物の栽培に取り組み始めて僅か数年の小さな会社であるが、国内栽培の普及に向け少しでも貢献できるよう努力していきたい。

7. 参考文献

- 1) 末岡昭宣、酒井美保、吉岡達文、草野源次郎、芝野真喜雄 第6回甘草に関するシンポジウム講演要旨集
- 2) 末岡昭宣 薬用植物フォーラム2012講演要旨集
- 3) 末岡昭宣、酒井美保、吉岡達文、草野源次郎、芝野真喜雄 薬用植物研究32(2)2010年 P28-38
- 4) 末岡昭宣、酒井美保、吉岡達文、草野源次郎 薬用植物研究31(1)2009年 P36-44

ウラルカンゾウ (*Glycyrrhiza uralensis* Fischer) の 国内栽培を目指して

大阪薬科大学 芝野 真喜雄

まえがき

甘草は、漢方薬（医療用漢方製剤：148処方、一般用漢方製剤：294処方）の約70%に配合される重要な生薬である。その基原植物は、ウラルカンゾウまたはスペインカンゾウで、漢方薬に使用されている多くがウラルカンゾウの根またはストロンを基原としている。その主成分はグリチルリチン酸で、ショ糖の約150倍の甘味を有している。第16改正日本薬局方は、生薬・甘草として、グリチルリチン酸含量を2.5%以上と規定している。一方で、甘草は、甘味料や矯味料、健康食品原料として味噌や醤油、スナック菓子、サプリメントなどの様々な食品やタバコなどに使用される。日本では、2009年までは毎年約1500tが中国、アフガニスタン、トルクメニスタン、オーストラリアなどの国々から輸入されていたが、2011年や2012年には約2500tが輸入されている。さらに、主成分であるグリチルリチン酸は、これ自身、アレルギーや慢性肝炎の治療薬として、また医薬部外品として大量に使用される。この抽出原料としてのエキスの輸入量を含めると年間数万トンの野生のスペインカンゾウ、ウラルカンゾウを日本一国だけで消費していることになる。自生地は中国でさえ、甘草輸入国となりつつある現在、世界で甘草資源の奪い合いが起きている。著者は、これまでに漢方薬に使用されているウラルカンゾウの国内栽培を実現するために基礎研究を行ってきた。今回の総説では、現時点におけるウラルカンゾウ実用栽培に向けた著者の考えを述べたいと思う。



写真1 ウラルカンゾウ

1. 苗の確保

日本国内にカンゾウ属植物は自生しない。そこで、重要になるのが苗の確保である。現在、様々なルートにより国内に種子が輸入されているが、いつまで継続できるかは不透明である。また、現段階では、実生苗による2～3年の栽培期間（国内での目標栽培年数は2～3年、可能であれば2年）において、グリチルリチン酸含量2.5%を確保することは非常に困難であると考えられている。一方、カンゾウ属植物は、ストロン（走出茎）を出すことから、このストロンを使用した栄養繁殖が可能であり、これまでの研究からは、ストロン苗による栽培で、収量、グリチルリチン酸含量ともに良い結果を得ている。さらに、ストロン苗は、親植物のクローンであり品質面からも安定している。ストロンからの不定根のグリチルリチン酸含量は、実生の主根の含量と比較して、高値を示す。欠点として、実生苗の様に、簡易に大量の苗を確保することが難しいことである。

ストロン苗の作製

著者は、秋の収穫が良いと考えている（春収穫により根の貯蔵糖が消費され、グリチルリチン酸含量が高い値を示す）。収穫時に不定芽のはっきりしている直径0.5～1.5cm程度のストロンを苗用に確保する。続いて、不定芽を3個以上になる



写真2 スペインカンゾウ



写真3 実生苗の主根とストロン苗の不定根の写真

写真4 塩化ビニール製パイプによる筒栽培

ように長さ5~10cmに切断し、露地に用意した育苗床で、深さ5cm程度になるように覆土する。春に株間15~20cmになるように横向きに定植を行う。筒栽培の場合は、苗用のストロンは長さを5cm程度にして、縦向きに定植する。

2. 栽培品種の必要性

先にも記述したが、生薬・甘草の生産を目的としたウラルカンゾウ栽培では、2~3年の期間で、収量とグリチルリチン酸含量2.5%以上を確保しなければならない。仮に5年間栽培しても、グリチルリチン酸含量2.5%以上を確保できなければ商品価値は無い。そこで、栽培農家の特殊な技術や栽培地に左右されること無く、一定の品質を確保できる栽培品種が必要である。優良品種が育成できれば、ストロンを用いた栄養繁殖で苗が確保でき、国内栽培が進むであろう。また、著者は、特許等に縛られない栽培品種を育成し、将来的には、数種類の栽培品種による種子の確保を視野に研究を進めなければならない。

3. 栽培法の検討

カンゾウ属植物は、図1のように数メートル下の地下水を求めて主根を伸ばし、乾燥地帯でも生育することができる。さらに地表近くをストロンが走り、生育場所を拡大させる。即ち、露地栽培では、収穫には多大な労力が必要となる。そこで、塩化ビニール製のパイプ(直径10cm×長さ100cm)を用いた筒栽培法を試みている。この方法は自生地である半砂漠地帯の乾燥状態を模倣的につくることができる点で優れている。また、この栽培法は主根を収穫することを目的にしている

のが特徴である。即ち、ストロンの生長を抑え、主根を太らせることができる。当初は、筒が地上にあり、近畿地方での真夏の高気温により筒内温度が上昇し、ウラルカンゾウの生育に悪影響を及ぼすのではないかと懸念があった。しかしながら、試験栽培地の気温が37℃を超えても生長が著しく阻害されることはなかった。また、

露地栽培では除草作業に大変苦勞するが、筒栽培法は、地上より約1mの高さに植栽することから、雑草との生存競争は無い。欠点としては、筒への培土挿入作業に時間がかかること。収穫時の機械化が確立できていないことである。以上のような欠点を克服するための栽培研究は続けており、より実用栽培に近づける努力をしている。最近では、長芋栽培との技術共有を図りながら長さ150cmの筒栽培で単位面積当たりの収量改善を試みている。

筒栽培

長所：自生地の環境を再現でき、1メートルに近い主根を収穫できる。

除草作業など、植え付けた後の管理が容易である。

雨量の多い日本において、主根部分を乾燥状態にすることができ、GL含量が高い。

短所：筒などの材料コストが高い。

筒への土入れなどに手間が掛かり、結果的にコスト高になる。

収穫などに対して、機械化が困難である。

(長芋の筒栽培で技術が先行しており、機械化が可能かもしれない)

露地栽培

長所：多くの作物に使用されている汎用農機具が応用できる。

低コスト生産ができる可能性が高い。

広大な面積で栽培でき、大規模栽培に適する。

短所：根の生長が筒栽培に比較して悪い。

ストロンの生長により横へ広がる。

現状では登録農薬が無く、除草管理に多大な労力が必要。

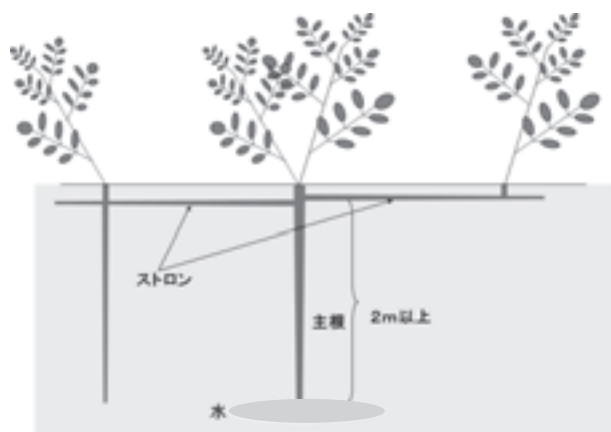


図1 乾燥した砂地の草原に自生するウラルカンゾウの生育状況

4. 肥料

自生地が半砂漠地域であり、アルカリ土壌の貧栄養状態が予想されたため、筒内の培土について種々検討を加えた。しかし、筒内を川砂のみや無施肥の状態などにすると生育は極端に悪くなる。また、露地栽培では、栽培地の土壌に影響される。すなわち、一般的に無施肥では生育が悪いが、施肥すると逆に生育が悪くなる例も経験している。栽培地の土壌により、一般作物並みに施肥する必要がある。将来、さらに研究が進み、画期的な栽培法が発見されるかもしれないが、現段階で、グリチルリチン酸産生能は、栽培条件による影響よりも栽培系統による要因の方が大きいと考えられる。即ち、我々は、グリチルリチン酸高産生能を有する系統の選抜に研究の重点を置いてきた。

5. 目標収穫量

ウラルカンゾウ1株当たり約150~200gの収量を目標にしており、その乾燥歩留りは約40~50%である。すなわち、1株で約80gの収量となる。10アール当たり12000本の株が植栽可能で、乾燥重量約960kgの甘草が生産できることになる。また、先にも述べたが、筒の高さを150cmにした場合や筒間隔の改良により更に収量増加を見込める。小規模でも単位面積当たりの収量増加を追求する。

6. 今後の課題

国内での実用栽培を実現するには、どうしても農薬が必要であろう。一刻も早くアブラムシ駆除や除草に対する農薬登録が必要である。また、生薬生

産のための栽培研究は、薬用植物や生薬の専門家である大学の薬用植物園や国や県の薬用植物栽培試験場などが中心となり進めて来た歴史がある。今後は、このような薬学研究機関に加え、農学部や農業試験場をはじめ、様々な作物の育種技術をもつ技術者や農業経営者などと連携して展開することが理想である。また、1970年以降、安価な中国産生薬の使用によって衰退してしまった国産生薬ではあるが、国内での甘草安定供給をはじめ、かつて国内生産していた生薬の復活・発展に挑戦したい。

参考文献

- 1) 財務省貿易統計 <http://www.customs.go.jp/toukei/srch/index.htm>
- 2) 芝野真喜雄 他、国内薬用植物園で植栽されるカンゾウ属植物の調査と優良品種選抜のための基礎研究。1. 地上部の HPLC パターンと成分による比較 *Natural Medicines* 50(4): 273-283 (1996)
- 3) 熊谷健夫、柴田敏郎 他、甘草生産のための栽培および育種に関する研究 *薬用植物研究* 24; 31-37 (2001)
- 4) 芝野真喜雄 他、ウラルカンゾウ栽培のための基礎研究 *Natural Medicines* 54(2); 70-74 (2000)
- 5) 草野源次郎、芝野真喜雄 他、数種のカンゾウ属植物に関する薬用植物学的研究 *薬学雑誌* 123 (8); 619-631 (2003)
- 6) 尾崎和男、芝野真喜雄 他、甘草の国内生産を目指して(1)ウラルカンゾウ (*Glycyrrhiza uralensis*) の筒栽培について *生薬学雑誌* 61(2); 89-92 (2007)
- 7) 姜東孝、生薬資源の現状(生薬の基礎から供給まで)、*日本東洋医学雑誌* 59; 398-404 (2008)
- 8) 尾崎和男、芝野真喜雄 他、甘草の国内生産を目指して(2)ウラルカンゾウ (*Glycyrrhiza uralensis* Fisher) の優良個体の選抜について *生薬学雑誌* 64 (2); 76-82 (2010)
- 9) 小松かつ子、生薬供給は確保できるか 生薬の持続的利用を考える 大黃と麻黄を例にして *日本東洋医学雑誌* 61; 764-773 (2010)
- 10) 山本豊、近年の市場品流通の変遷と中国における実用栽培について 第4回甘草に関するシンポジウム講演要旨集 p.1-5 (2008)
- 11) 林 茂樹、柴田敏郎、カンゾウの国内生産を目指した栽培と育種に関する取り組み 第5回甘草に関するシンポジウム講演要旨集 p.6-13 (2011)
- 12) 末岡昭宣、薬用植物の筒栽培とその応用 *薬用植物フォーラム2012講演要旨集* p. 23-32 (2012)

北海道におけるスペインカンゾウの栽培と選抜

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター

鈴木 達郎・森下 敏和・六笠 裕治

1. はじめに

カンゾウは医薬品原料あるいは甘味料として広く利用されている。需要は世界的に高まりつつあり、また生産国の資源枯渇問題等もあり国内供給体制構築に対するニーズが高まりつつある。本稿では、北海道農業研究センターにおけるこれまでのカンゾウ研究の紹介に加え、最近開始したスペインカンゾウのグリチルリチン酸及びグラブリジン等の高含有系統の選抜などについて紹介する。

2. 北海道農業研究センターにおけるカンゾウ研究

カンゾウは、昭和29年12月に北海道農業研究センター（当時の北海道農業試験場）と北海道大学薬学部との共同研究により北海道にはじめて試験材料として導入され、寒地における新しい産業資源の素材として試験が開始された。導入当所は海外から多数のカンゾウ属植物を導入し比較試験を行うとともに、生育適応性等が試験された。また、発芽温度や種子の硬粒等に関する試験に加え、昭和32年からは、不良環境地帯における栽培を目的に、各地で栽培試験を実施している。その結果、グリチルリチン酸濃度は当時の輸入品と比較し幾分低かったものの、北海道においてもカンゾウの栽培は可能と結論付けている。また北海道に適するカンゾウ属植物としてスペインカンゾウが有望と報告している。昭和41年からは勇払において、スペインより導入したカンゾウ種子等を用いて、栽植密度試験、肥料試験（施肥量試験、三要素試験、追肥試験）などを実施した。3年間の試験の結果としては、ウラルカンゾウと比較しスペインカンゾウでは、主根の発達が良好でストロンの発生割合が少なかったこと、グリチルリチン酸の濃

度が高かったことが報告されている。一方、収穫に相当な困難が生じたため適切な収穫機械の検討が必要なこと、個体差が相当認められることから今後は育種も重要となること等が報告されている。ここまでの研究をもって北海道農業研究センターでの試験は一旦完了となった。

3. 北海道におけるスペインカンゾウの高グリチルリチン酸個体及び高グラブリジン個体の選抜

カンゾウの生産効率向上には、栽培・収穫技術の開発、除草剤登録等に加え、品種開発も重要である。ウラルカンゾウについては既に選抜が行われており、グリチルリチン酸高含有系統が民間企業より品種登録出願されている。一方、スペインカンゾウについては、グリチルリチン酸高含有系統等の選抜例はあまりない。また、スペインカンゾウは抗酸化能や抗菌性を有するとされるグラブリジンを含有する。そこで、スペインカンゾウを材料に、グリチルリチン酸やグラブリジン濃度が高く、また地下部重の大きい個体の選抜を試みた。

試験は、北海道農業研究センター芽室研究拠点（北海道河西郡芽室町）の圃場にて、平成22年-24年の3年間実施した。スペインカンゾウの種子は、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北海道研究部からの分譲により入手し、初年度の5月19日に圃場に播種した。施肥は、N:P:K=9:36:21kg/10a を作条施肥し、「薬用植物・栽培と品質評価 part10、カンゾウ」（薬事日報社）に準じて栽培管理を行った。播種後、2週間に1度の間隔で中耕除草を行い、株間は手で除草した。2年目および3年目は、萌芽直後の時期に追肥を行った。

栽培初年目は、5月中旬以降に曇天・低温状態が続いた。また播種後に降雨が続き、発芽不良で苗立ちに至らないものがみられた。一方で、テンサイ用のペーパーポットに播種し、テンサイ用の移植ごてにて幼苗を圃場移植する方法も試みた。ペーパーポットに播種したものは順調に発芽し、圃場移植後も苗立ちは順調であった。ペーパーポットに播種し移植する方法は、種子を直接圃場に播種した場合と比較し労力を要するものの、技術的にはテンサイで利用されているシステムをそのままカンゾウに応用できる可能性がある。苗立ち後は定期的な除草は必要であったが、生育は順調であった。栽培2年目に入ると、個体は大きくなったが、畦間を完全に塞ぐまでの地上部生育が得られなかったこともあり、種子播種区、ペーパーポット移植区ともに定期的な除草を必要とした(図1)。

夏に入ると葉に斑点が生じ、葉が脱落する症状(葉枯れ症状)が若干観察された。3年目(2012)は、6月後半までは順調に生育したものの、7月に入ると、葉枯れ症状が出現した。7月中旬以降は圃場全体で大規模な葉枯れ症状が生じた(スペインカンゾウ、ウラルカンゾウともに同様の症状が観察された)。秋になると、全個体の半数以上が枯れ、残りの個体も生育が抑制された。葉枯れ症状の原因については、生理障害や病気などが考えられる。なお、症状が多発した平成24年は7月以降の降雨量が多く、また残暑が厳しい記録的な高温年であった。カンゾウは暑さと湿潤条件に強い作物ではないと考えられるため、これら気象条件が発生を助長した可能性が考えられる。一方、葉枯れ症状がほとんど観察されない個体も存在した。今回栽培した植物材料は種子由来であり、個体毎に遺伝的背景が異なる。そのため、個体の中には上記症状に抵抗性のある遺伝的な因子が存在

する可能性がある。今回選抜した系統の再評価が急がれる。

収穫は、栽培2年目および3年目に行った。収穫作業、および根の粉碎・分析作業には大変な労力を要する。そこで選抜の省力化を目的に、栽培2年目の個体を用いて地上部重と地下部重の関係、及び地下部重とグリチルリチン酸濃度との関係を調査した。その結果、地上部の生育が旺盛な個体は地下部重も大きく、またグリチルリチン酸濃度は、地下部重と相関関係が認められなかった(表1)。これらは栽培3年目の調査でも同様の傾向であった(表1)。このことから、例えば地上部の生育が旺盛な個体をまず目視で一次選抜し、その中から地下部のグリチルリチン酸濃度の高い個体を選抜することで、グリチルリチン酸濃度とグリチルリチン収量の両者が多い個体を効率良く選抜出来ると判断した。

今回の選抜では、葉枯れ症状のほとんどない個体も優先的に選抜した。上記の方法にて、栽培3年目の11月に800個体から37個体に絞り込んだ。収穫は地下部(根部及びストロンの両者)を手で掘り起こし、ストロンの一部は温室に鉢あげして栽培維持し、残りの地下部は乾燥させ重量を測定



図1. 栽培圃場の写真(栽培2年目)

表1 地上部重、地下部重、グリチルリチン酸濃度、グラブリジン濃度の相関行列

	地上部重 (栽培2年目)	地下部重 (栽培2年目)	地上部重 (栽培3年目)	地下部重 (栽培3年目)	グリチルリチン 酸濃度 (栽培3年目)
地下部重(栽培2年目)	0.882 ***	—	—	—	—
地下部重(栽培3年目)	—	—	0.862 ***	—	—
グリチルリチン酸濃度 (栽培2年目)	0.099 ns	0.090 ns	—	—	—
グリチルリチン酸濃度 (栽培3年目)	—	—	0.059 ns	0.132 ns	—
グラブリジン濃度 (栽培3年目)	—	—	0.103 ns	0.068 ns	0.019 ns

***: 0.1 %水準で有意、ns: 有意差無し
栽培2年目: n=18、栽培3年目: n=37

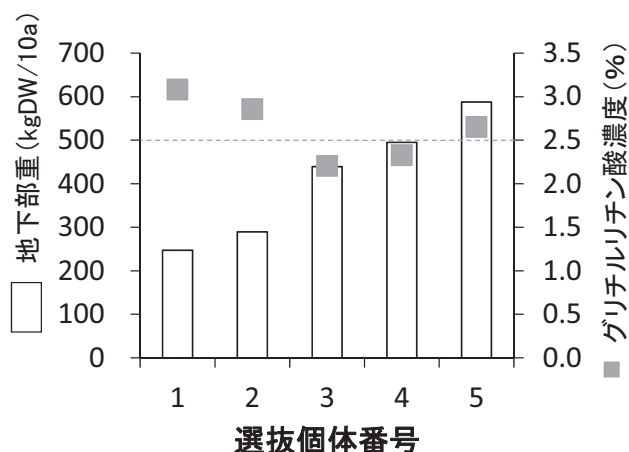


図2 選抜個体の地下部重とグリチルリチン酸濃度

した後、電動ミルを用いて粉末化した。地上部についても収穫し、乾燥の後、重量を測定した。粉末化した地下部は、定法に従い HPLC を用いてグリチルリチン酸濃度（2年目、3年目収穫個体）、及びグラブリジン濃度（3年目収穫個体のみ）の測定を行った。

栽培2年目においては、収穫した個体のグリチルリチン酸濃度の変異幅は1.44-3.24%であり、2.5%を超える個体が8個体見られた。一方地下部重は大きいものでも100kg/10a程度であった。3年目においては、グリチルリチン酸濃度の変異幅は1.30-3.08%であり、2.5%を超える個体が7個体あった。グラブリジンについては、濃度の変異幅は0.006-0.275%であり、グリチルリチン酸の変異幅と比較しかなり大きかった。また、グリチルリチン酸濃度とグラブリジン濃度の相関解析を行ったところ、両者の間には統計的に有意な相関関係は認められなかった（表1）。以上より、地下部重が大きく、グリチルリチン酸濃度・グラブリジン濃度の両者が高い個体を選抜することは可能と考えられた。

続いて、上記データを参考に有望個体を選抜した（図2）。地下部重が大きく成分濃度の比較的濃い系統、及び成分濃度が濃く地上部が比較的大きい個体をそれぞれ選抜した。「選抜個体4」、及

び「選抜個体5」は、葉枯れ症状がほとんど無く、地下部重が大きく、またグリチルリチン酸濃度、グラブリジン濃度の両者が高いため、有望な素材と考えられた。

4. おわりに

3年間の栽培でまず問題となったのは雑草制御である。特に生育初期はカンゾウの生育量が少ないこともあり除草剤の登録は必須と考えられる。また、葉枯れ症状については、激発すると収量が激減するため心配な要素であるが、現時点では北海道内での栽培実績が少なく対策の要否は判断できない。今後は、各地での栽培による情報蓄積が重要と考えられる。また、収穫の機械化も大きな課題であるが、効率的に収穫できる機械が開発されつつあるとのことで、大いに期待する。

今回選抜した系統の利用については、まず他品種との比較が重要と考えられる。カンゾウのグリチルリチン含量は気象条件、土壌条件により異なるため、同じ条件で比較し特性を正確に把握する必要がある。また、葉枯れ症状に強い可能性があるため、交配母本としての利用価値についても検討予定である。また、北海道産カンゾウを用いた高付加価値食品等の用途開発も、リスク分散の意味で重要な課題と考えられる。

今回の試験では北海道の畑作地帯での選抜を行ったが、当該地域は小麦などの単価の高い畑作物を生産できる地域であり、またカンゾウは複数年栽培が必要なため輪作体系への導入には大きなハードルがある。一方で、北海道のオホーツク沿海地域では耕作未利用地・耕作放棄地が急速に拡大しつつある。これら地域には土壤凍結地帯も含まれる。また、地価が極めて安いいため長期間栽培を続けても経済負担が小さく生産調整(出荷調整)が可能で、カンゾウ栽培に有望な可能性がある。今後は上記地域での選抜も検討も必要と考えられる。

麻黄（マオウ）の国内栽培を目指して

金沢大学医薬保健研究域薬学系 御影 雅幸

1. はじめに

麻黄は葛根湯、麻黄湯、小青龍湯、麻黄附子細辛湯などの重要漢方処方に配合される漢方生薬である。我が国では現在、麻黄のほぼ全量を中国からの輸入に依存しているが、中国政府は資源保護と沙漠化防止を理由に1999年1月から麻黄の輸出を禁止しており、現在は便宜的に加工品として供給されている。実際、資源国である中国では農地開墾のために自然破壊が進み、また乱獲の影響もあり、マオウ資源が急速に減少している。このような状況から、我が国での栽培供給の必要性が高まっている。

麻黄の原植物は、第16改正日本薬局方（以下、日局）でマオウ科マオウ属の *Ephedra sinica* Stapf, *E. intermedia* Schrenk et C. A. Meyer および *E. equisetina* Bunge の3種であると規定され、さらにアルカロイド含量（エフェドリンとプソイドエフェドリンの総和）が0.7%以上であることを規定している。従って、日局適の麻黄を栽培生産するためには、これらの規定をクリアする必要がある。

麻黄の原植物が日本に導入された時期は明確ではないが、平安時代の『本草和名』に和名「加都祢久佐（かつねくさ）」、『和名類聚抄』に「加豆襴久佐」と記載され、これは「褐根草」の意でマオウ属植物の根が褐色であることに由来したものと考えられ、他の薬用植物とともに古い時代に海外から導入され、実際に栽培されていたことの証しであると考えられる（吉澤ら、2005）。一方、栽培に関する記載は残っておらず、大々的な栽培は行なわれなかったものと推察される。

麻黄は中国において1980年代から本格的な栽培が始まったとされ（筆者の甘粛省における調査）、現在では甘粛省の他、内蒙古自治区（図1）、寧夏

自治区（図2）、新疆ウイグル自治区などで栽培されている（Mikage *et al.*, 2005）。すでに栽培技術に関しては確立されているように見受けられるが、一方で栽培品のアルカロイド含量の不足や、それに伴う価格の低下により、近年では栽培を放棄する農家や団体もでてきており、麻黄栽培に際してはアルカロイド含量確保のための技術開発が必要である。

本稿では、中国における麻黄栽培の現状ならびに筆者らの研究結果を紹介しつつ、今後の国内生産に向けて解決すべき問題点等について述べる。



図1：麻黄の栽培（内蒙古自治区）



図2：麻黄の栽培（寧夏自治区）



図3：マオウ (*Ephedra sinica*) の苗床 (3年生苗)



図4：ビニルハウス内で成熟した *Ephedra sinica* の雌毬果

1. 種苗の確保

(1) 種子繁殖

中国における麻黄栽培では、一般に種子による繁殖が行なわれており、一部で野生品の移植や株分けが行なわれている。内蒙古自治区では種子採取を目的とした粗放栽培も行なわれており、種子は新疆省を始めとする他の地域に運ばれて栽培されている。筆者らの調査では、内蒙古自治区では苗床に播種した3年生の苗を畑に定植していた(図3)。また、新疆省では春に発芽させたものを夏に移植する方法も行なわれていた。

中国では種子の海外持ち出しを禁止しているので、日本で種子を確保するには現有の株から日本で生産する必要がある。これまで、日本の野外では種子の結実が困難であったが、近年の筆者らの研究により、ビニルハウスなど乾燥した条件下に保管することにより多数の種子が得られることが明らかになった。現在、1/2000aあるいは1/5000aのワグネルポットに植えた1株から200粒以上の種子が採取可能となっている(図4)。野外での結実が悪いのは、日本では空中湿度が高く、乾燥地に適応したマオウ属植物の花粉は飛散しにくいことが原因である可能性が考えられる。なお、今年の5月の晴天日中に、野外の雌株の珠孔管に花粉をつけた葯を接触させて受粉を試みたと、多数が結実し、種子が得られた(図5)。来年度からはこの方法によって露地栽培株からも多数の種子が得られるものと期待している。

種子は休眠せず、採りまきしても通常10日前後で発芽する(図6)。発芽率は野生株からの採集

品ではばらつきが大きいが、金沢大学で得られた種子では70~80%と良好である。発芽率の悪化には種子を食害する昆虫の存在が上げられ、産地国を問わず、どこの種子からも確認している。現在、昆虫種の同定など詳細を検討中であるが、現時点では日本(金沢)では確認されていない。

発芽温度についてもそれほど外気温の影響を受けず、富山市内の屋外で12月初旬に播種しても正常に発芽した。一方、30℃を超えるようなビニルハウス内では発芽が抑制される結果を得ており、正確なことは今後検討したい。

発芽後の移植については、中国では3月と9月とする情報を得たが、金沢で発芽後1ヶ月程度の苗を盛夏に移植しても悪影響は見られなかった。なお、マオウは低温にも強いが、双葉の状態で見ると枯れるので、冬期の播種では注意を要する。また、発芽時にはナメクジ被害にも注意を要する。

(2) 栄養繁殖

種子繁殖は効率が良いが、遺伝的に安定しないという欠点がある。一方、株分けや挿し木法など栄養繁殖に依れば遺伝的に安定した株が得られ、とくに今後栽培に適した品種が選抜できた折には、これらの方法で高品質種苗の生産が行なえる。

株分けは一般に挿し木法に比して大型の株が得られる利点がある。マオウ属植物の中には地下に根茎を引いて繁殖する性質を有するものがあるので、そうした植物では容易に株分けができる。とくに *E. sinica* や *E. distachya* はその性質が強い。一方、日局品では *E. intermedia* や *E. equisetina* は根茎を引いて繁茂する性質が弱く、株分けによ



図5：Ephedra sinica の種子

る大量増殖は困難である。

マオウ属植物の挿し木法については藤田ら(1967)による報告があるが、活着率は *E. distachya* の木質茎では15%、草質茎では0%であった。筆者らは、*E. sinica* について、秋期に挿し木し、人工気象器内で管理することにより発根率が上がり、3月に定植することにより活着率が上がることなどを明らかにしている(投稿準備中)。今後、さらに改良を加えることにより、草質茎を用いた挿し木により多量の種苗が確保できると考えている。

2. 栽培適種の選択

野生では、日局収載3種の中で *E. sinica* および *E. intermedia* は砂地、黄土、岩場やがれき地など生育土壤を選ばないが、*E. equisetina* では岩場やがれき地にしか生育していない。中国の栽培地においても、一般に栽培されているのは *E. sinica* であり、他の2種は栽培が困難であると考えられている。実際、ロシア(ブリアチア)、モンゴル、キルギスおよびトルコ産の種子を日本で栽培してみると、もっとも容易に生育するのは *E. dahurica* (= *E. sinica*) であり、*E. intermedia* や *E. equisetina* はやや困難である。加えて、*E. sinica* は他の2種に比して根茎を引いて増殖する性質が強く、定着後は自ら増殖し生え広がる。また、根茎で増えた株を新苗として利用できる利点もある。一方、野生品では、*E. sinica*、*E. intermedia*、*E. equisetina* の順にアルカロイド含量が高く、ア



図6：Ephedra sinica の発芽苗

ルカロイド含量を指標とした場合には *E. equisetina* が有利であり、今後栽培化を検討する価値がある。

3. 栽培用土

ワグネルポットを含む鉢植えでは、「プランターの土」(秋本天産物)など市販の園芸用土での生育が最も良好であり、次いで赤玉土、川砂などである。逆に生育が悪いのは山砂、桐生砂、鹿沼土などで、これらの用土では根の発育が悪く、地上部の生育も良くない。園芸用土の成績が良いのは、土の柔軟さによる根張りの容易さと適度な化学肥料成分であると考えられる。ただし、同一土壌で2年以上栽培すると、アルカロイド含量が低下したり、根腐れを起こしたりするので、毎年植え替える必要がある。今後、野外での大規模な栽培にあたっては、海岸や河岸近くの砂地が適していると考えており、実際の栽培に際しては一般的な畑土をも含め様々な土壌で実験する必要がある。加えて、今後は水耕栽培(養液栽培)についても検討する予定である。

4. 灌水と施肥

E. sinica の自生地は、一般に砂地を始めとする痩せた土地であり、降水量も少ない場所である。*E. intermedia* や *E. equisetina* の自生地はさらに乾燥が強い傾向がある。一方、このことはマオウ属植物が水分や栄養分を嫌っていることを意味するのではなく、水分や栄養分が豊富な土地では他の植物がよく育って生存競争に負けるからであ

る。すなわち、マオウは他の植物に覆われて日射を遮られると容易に枯死するため、環境の良い場所では自生することが困難である。マオウ属植物も水分や養分を好むことは他の多くの植物と同様である。栽培にあたっては他の一般的な植物と同様の灌水量と施肥量で問題はない。ただし、適度な灌水と施肥により雑草が生育してくるので、こまめな除草が必要である。なお、野生地の土壌pHは8前後のアルカリ性であるが、*E. sinica*の栽培実験では、アルカリ剤の添加で生長がとくに良好になるという現象は確認されていない。

5. 品種の選抜と改良

(1) 品種選抜

野生では、同一環境に生育する株においても、株中のアルカロイド含量やアルカロイドの組成比が大きく異なる(図7)。筆者らはすでに、アルカロイド含量は遺伝的要因以上に生育環境の影響を受けていることを明らかにしており(Kondo *et al.*, 1999)、一方、アルカロイド含量組成は遺伝的要因に支配されていることを明らかにした(投稿中)。エフェドリンとプソイドエフェドリンの薬理作用が異なることが報告されているので、株を選択することにより意図するアルカロイド組成を有する株を作出することが可能となる。また、同じ*E. sinica*でも、根茎を引いて増殖する性質が強いものと弱いものがあるように思われるので、選抜の基準としたい。

(2) 品種改良

これまで、マオウ属植物の交配などに依る品種

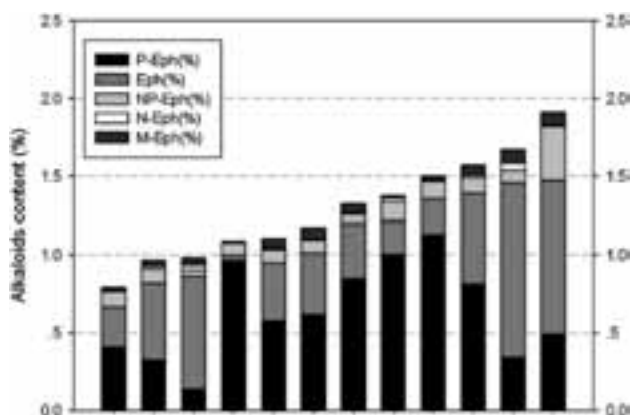


図7：同じ地域に生える *Ephedra sinica* の個体によるアルカロイド含量と組成比の変化 (モンゴル)

改良報告はない。筆者らは、昨年度から *E. sinica* についてアルカロイド含量の高い雌雄株間での交配実験をしており、すでに種子および発芽苗を得ている。今後は、日局収載品種間の交配などを行なうことにより、栽培品種として優秀な株、すなわちアルカロイド含量が高く、栽培が容易で生長が早く、株分けでの増殖が容易な株を得ることも可能となろう。

6. アルカロイド高含量麻黄の生産

医薬品としての麻黄栽培では、収穫物の総アルカロイド含量が日局規定の0.7%を超える必要がある。現在中国における麻黄栽培の主目的はエフェドリン抽出原料の供給であり、アルカロイド含量が野生品に劣る栽培品は工場側の引き取り価格が低く、長年栽培した末に栽培を断念する農家も少なくない。今後は、如何にしてアルカロイド高含量株を生産するかという技術開発が必要とされている。

先述したように、アルカロイド含量の多寡は、遺伝的要因以上に生育環境の影響を強く受けている。自然環境下では、雨量が少なく、土壌pHが高い場所に生育する株にアルカロイド含量が高い傾向がある(Wang *et al.*, 2005)。また、希釈した塩水を灌水することによりアルカロイド含量が高くなることも明らかになった(大富ら、2013)。今後のさらなる研究が待たれる。なお、アルカロイドは含窒素化合物であるが、生育地土壌中のアンモニウム体窒素や硝酸体窒素含量との相関は認められなかった(Kondo *et al.*, 1999)。

7. 収穫

マオウ属植物は灌木であり多年生である。寒冷地では毎年地上部草質茎の大半が枯れ落ち、春に根頭部あるいはわずかに残った木質茎から新梢が生じる。*E. sinica* では、温暖地や北陸の積雪地帯では冬期に地上部が枯死することはなく、春に少数の充実した枝の節から新梢が生じ、その後多くの前年枝が枯死して地上部が更新する。よって、秋期に地上部全てを刈り取っても株が弱ることはない。

一方、アルカロイド含量が高くなる収穫時期に

については種々の報告があり、*E. sinica* に関しては概ね7月～11月の含量が高い。ただし、7月頃に地上部全てを刈り取ると、その後は新たな茎が生じてこないため光合成が行なえず、株に大きなダメージを与えることになり、枯死する危険性もある。温暖地では11月、寒冷地では10月頃が適切であると考えている。中国の栽培地では、11月頃に新梢が生じ、その頃のアルカロイド含量が最も高いとする情報を得たが、日本では確認できていない。

8. 害虫

中国の自生地あるいは栽培地において、アリマキが着いた若枝、雄毬花を食べる昆虫、種子を食べる昆虫などを見たが、日本（金沢）においては確認していない。また、中国の麻黄栽培地においても深刻な害虫の被害はなく、農薬はいっさい散布していない。

9. 今後の課題

以上に述べた事項が解決された場合、最終的な段階として野外における大規模栽培に移行することになる。

先述のごとく、麻黄栽培において重要なことは灌水と除草対策である。雨が多い日本においては、苗が根付いてからの灌水は、よほどのことがない限り不必要であると考えている。一方で、降雨量が多いため、雑草対策は中国における栽培地以上に手間がかかることが予想される。中国では1人の人間が管理できるマオウ畑の面積はおよそ2000㎡で、雑草の中で厄介なのは根茎を引いて広がる単子葉植物であるとされる。春先からこまめな除草が必要となる。マルチも有効であろうが、*E. sinica* では数年後には地下に根茎を引いて傍らから芽生えてくるので、その頃には外す必要がある。

また、収穫時の機械化を図る必要もあろう。中国でも試験的に行なわれているが、収穫時に根頭部を刈ってしまうと株は枯死するので、うまく行っていないようである。機械化に合わせて、平坦地に栽培するか、畝を作って栽培するかなど検討を要する部分もある。

最後に、マオウ属植物は覚醒剤原料となるエフェドリン含有植物であるので、栽培に際しては十分な管理も必要であろう。実際には、原料の麻黄が市中で自由に購入できるので、エフェドリンを得るためには市販「麻黄」を購入する方がよほど得策であると考えられるが、各株に認識番号をつけて管理し、かつ監視カメラを設置するなど、相応の管理は必要であろう。

なお、現時点では麻黄の市場価格は低く、マオウは換金作物としての価値はほとんどないと考えられる。実際、中国においても販売価格の安値により栽培を断念する例が多い。また、発芽苗では収穫できるまでに5～6年を要しており、それまで収入は望めない。参考までに、麻黄の生産者価格は新疆省において2011年時点で4元（約60円）/Kgであったこと、また2012年まで8年間栽培して一度も収入がなく、栽培を断念した農家があったことを付記しておく。

参考文献

- 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)
- 藤田早苗之助, 栗原孝吾: 麻黄の挿し木繁殖(第1報). 衛生試験所報告, 85号, 112-114(1967)
- 吉澤千絵子, 井出万紀子, 御影雅幸: 麻黄に関する史的考察(1)古来の正品並びに和産麻黄の原植物について. 薬史学雑誌, 40(2), 107-116(2005)
- Wang, L.-L., Kakiuchi, N. and Mikage, M.: Studies of *Ephedra* Plants in Asia. Part 6. Geographical changes of anatomical features and alkaloids content of *Ephedra sinica*. *J.Nat.Med.*, 64(1), 63-69(2010)
- Mikage, M. and Kakiuchi, N: The Recent Situation of the Resources of Chinese Crude Drug Ma-huang, *Ephedrae Herba*. *J.Trad.Med.*, 22(Supplement 1), 61-69(2005)
- Kondo, N., Mikage, M. and Idaka, K.: Medico-botanical Studies of *Ephedra* Plants from the Himalayan Region. Part III. The causative factors of variation of alkaloid content in herbal stems. *Natural Medicines*, 53(4), 194-200(1999)

「一企業における薬用植物栽培の取り組みとその課題」

株式会社ツムラ 生薬本部生薬研究部 武田 修己

当社は主として医療用漢方エキス製剤(漢方薬)を製造・販売しており、その原料として生薬を使用しています。その品質は、厚生労働省が薬事法に基づいて定める日本薬局方、日本薬局方外生薬規格等で規定されています。生薬は植物に由来するものが最も多く、この他に、菌類、鉱物、動物等を基原としています。原料生薬の約80%を中国に依存し、約15%を国内から調達しています。しかし、中国の著しい経済発展に伴い、中国国内での生薬需要も高まっています。また、天候異常、自然災害等が生薬調達リスクとして懸念されています。

生薬調達リスクを分散するために、日本産の生薬の品目数・生産数量の拡大が求められています。一方、医療費抑制策のもとで医療用漢方製剤の価格は定期的な薬価基準の改定により低下が続く現状があり、原料生薬の品質・数量だけでなく価格の安定化が課題となっています。

本稿では、国内における原料生薬の安定確保と薬用植物栽培の取り組みについてご紹介いたします。

1. 原料生薬の安定供給の課題

かつて日本国内でも人参、黄連、当帰など、多くの生薬が生産されていましたが、中国から潤沢に輸入されるようになり、衰退してきました。日本特産農産物協会の統計によれば、1989年には21品目、1,793haの栽培が行われていましたが、薬事法において専ら医薬品として規定される薬用植物¹⁾については、2007年には13品目、287haに減少しています。就農者の減少・高齢化を背景にして、漢方薬原料としての伝統的な薬用植物の栽培・加工技術を持った人材・生産団体組織は失われつつあります。

漢方薬の原料生薬となる薬用植物は、一般の農作物と比較して栽培技術の改良が遅れています。播種、移植、除草管理、収穫、加工(皮むき、地上部のい切除など)の機械化は不十分です。発芽、生育のバラツキが大きく、品種改良が行われている品目は少ない現状です。また、使用可能な農薬が少なく、機械化や生産拡大を進める上での課題となっています。特に、新規の品目の場合、登録農薬がないことが普及・拡大を進める上での障壁となっています。

しかし、センキュウ(川キュウ)、キバナオウギ(黄耆)、トリカブト(附子)等、近年栽培面積が増加している品目もあります。国内には農作物の高い栽培技術を有する生産者が多く、高品質な生薬を安定供給できる潜在力は高いと考えています。

2. 原料生薬の安定確保の取り組み

当社は、国内に生産拠点を設けて、30年以上にわたり生薬の契約栽培に取り組んでいます。2012年、九州(熊本)に新たな拠点を追加し、合計6ヶ所(北海道・岩手・群馬・高知・和歌山・熊本)の体制で国内生産の拡大を図っています(図-1)。特に北海道においては、2009年7月夕張市に生薬の生産・加工・保管拠点として、子会社を設立しました。

(1) 安全な生薬の安定確保

原料生薬の品質は、全てのロットについて試験を実施し、合否判定を行っています。その品質規格は日本薬局方だけでなく、漢方製剤の品質を確保するための成分定量、残留農薬試験など、当社独自の品質管理基準を設定しています。特に、生薬は天然物であるために、「ツムラ医薬品 GMP」

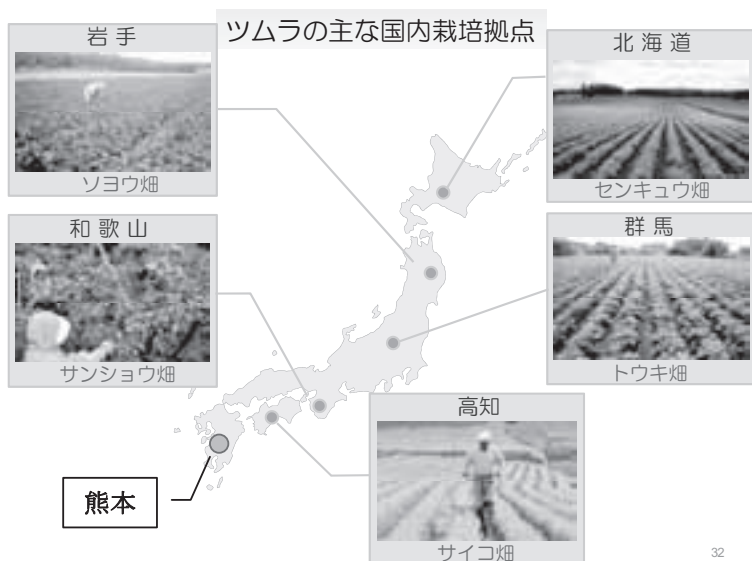


図-1 国内の生薬生産拠点と主な生産品目

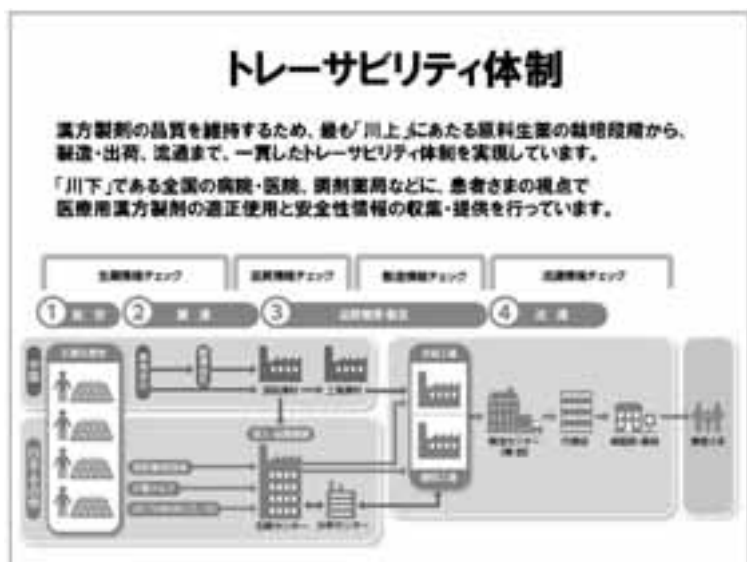


図-2 生薬栽培から流通までのトレーサビリティ体制

において、生薬について専門知識と品質鑑別能力を有し、5年以上の実務経験があるものの中から生薬管理責任者を任命し、最終的に納入される原料生薬の品質を確保しています。

現在、契約栽培において、必要な種苗を提供し、栽培方法、使用農薬、収穫、乾燥調製方法などを記載した「生薬生産標準書」をもとに生産者を指導する体制を確立しています。栽培から工場に納入するまでの各段階の情報を栽培履歴等の文書として記録・収集・保管し、履歴の追跡・遡及を可能とするトレーサビリティ体制の下で生薬を生産しています。各産地の生薬出荷ロット単位で肥料や農薬などの使用状況をデータベース化すること

によって、生薬の品質を確保しています(図-2)。

2010年に、これまでの取り組みを基礎として、生薬の安全性と品質の保証体制を更に強固なものとするために、「生薬生産の管理に関する基準書(ツムラ生薬GACP)」の体制を確立し運用を開始しました。「ツムラ生薬GACP」は、i) ツムラ生薬GACPガイドライン、ii) 生薬生産標準書、iii) 生薬生産履歴、iv) 監査、からなる仕組みです。監査は、一般農作物のGAP(農業生産工程管理)の認証制度を参考にした当社独自の監査方法を取り入れ、生産者と協力して安全な生薬の確保を図っています。

生薬の価格は、一般の農作物と同様に、異常気象、需給バランス等による生薬相場の影響を受けて変動する場合があります。品質・数量の確保だけでなく、価格安定化は重要な課題です。このため、当社では、「自社管理圃場」の拡大を目指しています。この管理のもとで、栽培に係るコスト構造の把握とそれに基づく生薬の価格設定が可能な圃場で生産することによって価格安定化を目指しています。この仕組みによって栽培上の課題を抽出し、栽培技術を改良しています。また、種苗管理、栽培管理、収穫・加工のノウハウを蓄積できると考えています。

(2) 栽培技術の改良

薬用植物は穀物、野菜類などのメジャーな作物と比較して、下記の点が栽培導入・拡大の課題としてあげられます。

- 1) 栽培期間が長い。収穫までに4～6年かかる品目もある。
- 2) 品種改良がされていない品目が多い。発芽期間が長く、成長、開花、結実のバラツキが大きい。
- 3) 登録農薬が少ない。
- 4) 栽培工程の機械化が進んでいない。
- 5) 薬用部位の採取・選別、加工・乾燥、保管

に厳格な管理が求められる。

当社は、生産者、国内試験・研究・行政機関等の協力の下、生薬の生産性向上と、品質安定化を目指して栽培技術の改良に取り組んでいます。

以下、国内栽培の事例と野生品の栽培化による新規栽培品目追加への取り組みをご紹介します。

1) センキュウ栽培の機械化

センキュウはセリ科の多年草 *Cnidium officinale*



図-3 センキュウの萌芽期（4月末～5月）



図-4 センキュウの生育盛期（8月～9月）



図-5 センキュウ収穫へのビートハーベスターの適用

nale で、その根茎を生薬川キュウとして用います。秋に根茎を植付け、翌年4月に地上部が伸長し、8月には畝間を覆う状況となり、11月に根茎を収穫します（図-3, 4）。

センキュウは冷涼な気候を好み、主に北海道で栽培しています。生産栽培を通じて栽培の効率化・大規模機械化に取り組んでいます。施肥、植付け、除草管理、収穫の作業について、現地で他の主要農作物の栽培で使われている機械を導入することによって、生産者の作業負担を軽減し、大規模での栽培が可能となり、センキュウ栽培を普及することができました（図-5）。

収穫時期には収穫・加工と並行して、植付け用の根茎（種芋）の調製が手作業で行われています。収穫後、直ちに根茎を植えつけるため、この作業は生産者への負担が大きく、機械化を急ぐ必要がある課題です。

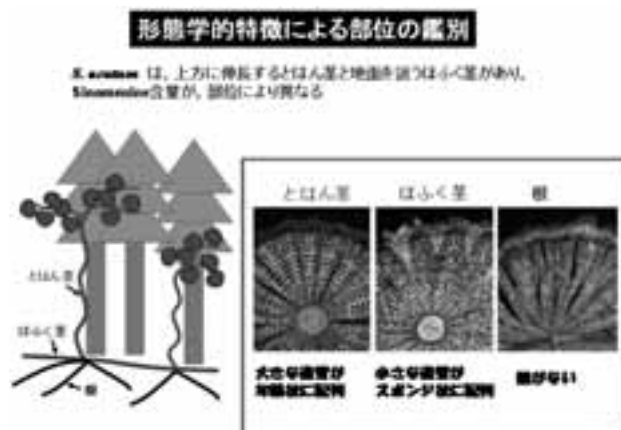


図-6 オオツヅラフジの茎と根の形態

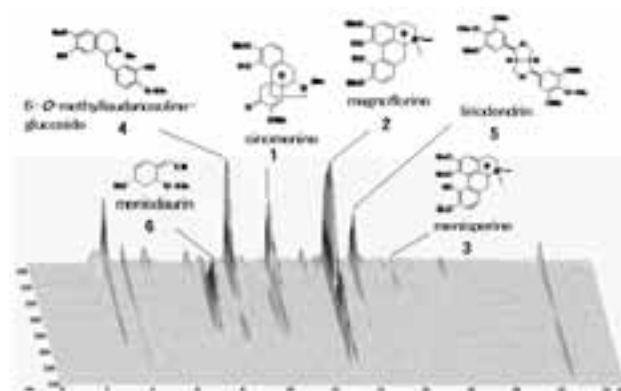


図-7 オオツヅラフジの主要成分のHPLC分析

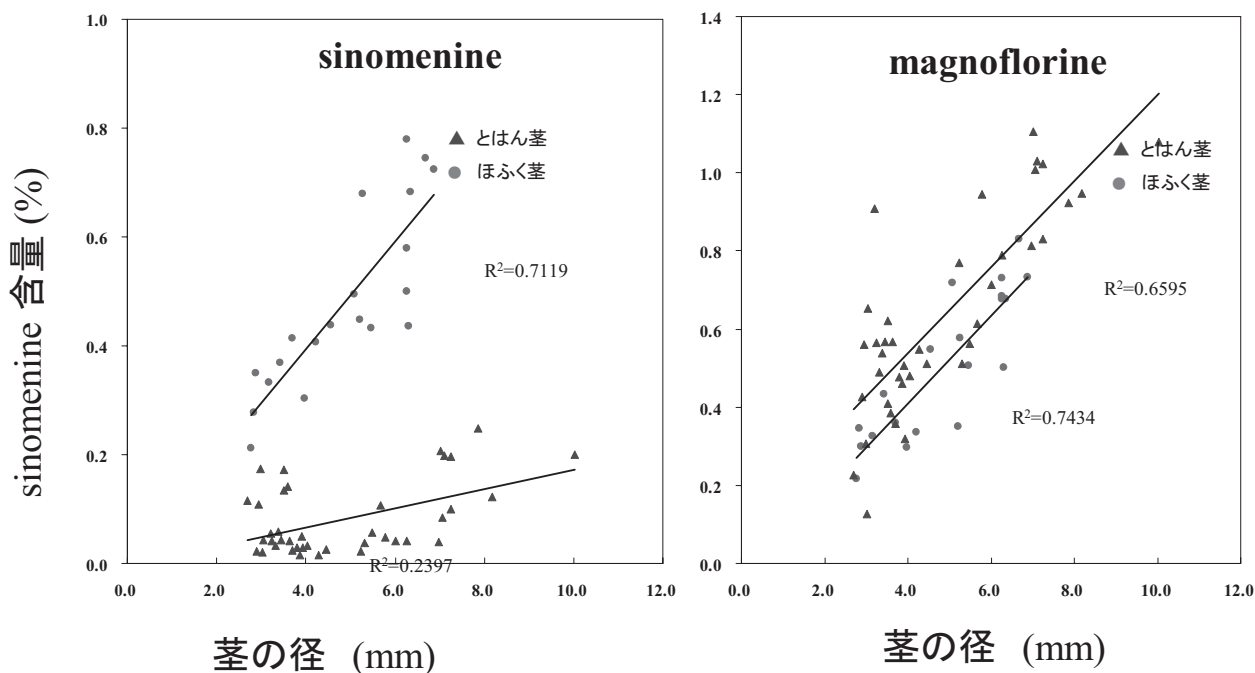


図-8 オオツツラフジのとはん茎とほふく茎の直径と成分含量の相関

2) オオツツラフジの栽培研究

オオツツラフジ *Sinomenium acutum* のつる性の茎及び根茎で、通例、横切したものをボウイ（防已）として生薬に用います。主として茎を用います。

オオツツラフジの茎とはん茎と地表を這うほふく茎に区別されます（図-6）。薬用部位には図-7に示すアルカロイドを主とする特徴的な成分が含有されています。

図-8に示すように茎の直径とオオツツラフジに特徴的な成分であるシノメニン（sinomenine）とマグノフロリン（magnoflorine）の各含量との間に正の相関関係が認められました。また、とはん茎はほふく茎に比べて含量が低く、特

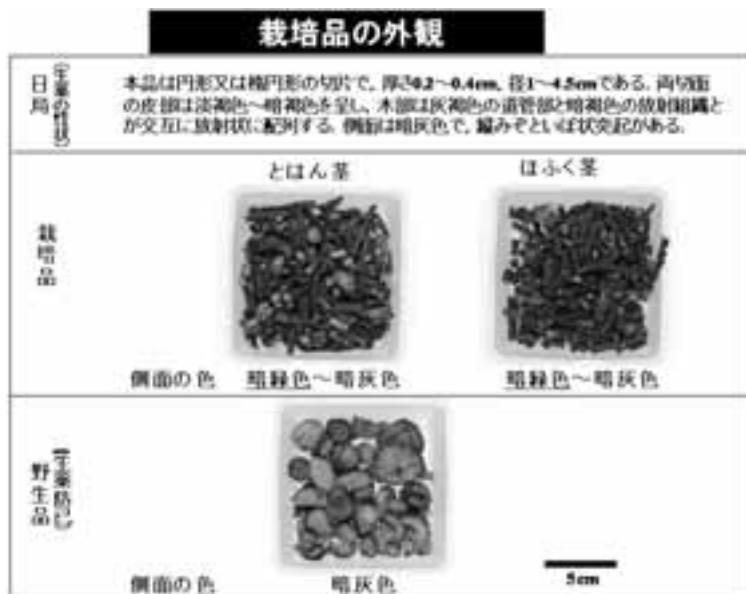


図-9 試験栽培品と市場流通品との外観の比較

表-1 オオツツラフジ栽培品と市場品（野生品）の比較

日局	確認試験	乾燥減量	灰分	酸不溶性灰分	希エタノールエキス	sinomenine含量	
	ドラージェンドルフ反応	%	%	%	%	%	
	黄色の沈殿を生じる	— ^{*1)}	7.0以下	0.5以下	—	—	
栽培品	とはん茎	適	3.42	4.86	0.01	19.75	0.01
	ほふく茎 覆土有	適	3.57	4.44	0.20	17.72	1.21
	ほふく茎 覆土無	適	4.62	4.86	0.10	22.48	0.61
野生品	(生薬防已) ^{*2)}	適	5.64~10.38	4.17~6.72	0.03~0.29	16.25~22.68	0.25~1.23

*1) 規定なし
*2) 生薬10サンプル⁹⁾の試験値



図-10 防已の棚式栽培方法の検討 (国内)

にシノメニンには顕著な差異が認められることを明らかにしました。

試験栽培品の外観を市場流通品と比較した結果、やや色の違いが認められましたが、日本薬局方(日局)に基づくその他の品質試験を行った結果、規格に適合しました(図-9)。

表-1に示すように試験栽培品のシノメニン(sinomenine)含量は市場流通品(とはん茎とほふく茎は共に含まれる)と比較して低含量となりましたが、栽培管理においてほふく茎に覆土することによって含量を高められることを明らかにしました²⁾。

現在、棚栽培法での栽培条件を検討しています(図-10)。栽培体系を確立後、除草剤等の農薬登録拡大が栽培普及の課題になります。

3) 品種改良

品種改良について優先品目を決めて進めてきました。これまでに、柴胡については高品質で多収性のシマサイコの新品種「黄太静(キタシズカ)」、蘇葉では精油含量が高く香りが強く、色素含量(アントシアニン)の高いシソの新品種「赤芳(セキホウ)」、附子では成分含量安定化の面からトリカブトの新品種「奥紫(オクムラサキ)1号」を作出し、品種登録を行った(図-11)。これらの登録品種を用いて契約栽培を行っています。

3. まとめ

漢方薬の安定供給において、薬用植物の国内栽培は重要な課題です。多くの生産者、団体、試験・研究・行政機関の協力の下で、機械化による大規



図-11 品種登録をした主な生薬

模で効率的な栽培技術の導入、新技術の開発など、栽培技術の改良を行っています。機械化において、優良品種育成、採種技術の改良等による発芽・生育の均一化と除草剤の登録が必要と考えます。また、生産に使用できる種苗の導入、増殖、長期保存は重要な課題です。

医薬品原料として安全な生薬を安定確保するために、今後も契約栽培を基本にして、薬用植物の栽培管理と品質管理に関する仕組み(ツムラ生薬GACP)を更に充実し、高品質な漢方薬の提供に貢献していきます。

4. 引用文献

- 1) 厚生労働省医薬食品局長、「医薬品の範囲に関する基準の一部改正について」薬食発0123号第3号、(2012)
- 2) 佐野朋子ら、日本生薬学会第58回年会講演要旨集、357(2011)

LCMS を用いた生薬の評価について

(独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター筑波研究部
栽培研究室室長 淵野 裕之

はじめに

生薬は天産品であることからその品質には大きくばらつきがある。そのばらつきの要因は例えば産地や収穫後の加工調製法など多くのことが考えられる。

薬用植物総合データベースは平成22年度から厚生労働科学研究費補助金創薬基盤推進研究（創薬総合推進研究）事業にて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長川原信夫が主任研究者となり「漢方薬に使用される薬用植物の総合情報データベース構築のための基盤整備に関する研究」という研究課題にてその構築が開始された。本データベースは、薬用植物を扱うすべての人に対して有用な情報を与えるデータベースを目指し構築を開始した (<http://mpdb.nibio.go.jp/>)。本研究は、漢方薬に使用される薬用植物の総合情報データベースの構築を通じて、漢方薬の品質、有効性並びに安全性確保と国内における効率的増殖法の確立及びその情報公開による薬用植物栽培振興による行政支援並びに漢方製剤原料となる貴重な遺伝資源の緊急的確保と維持を目的とした生物資源に関する研究支援、産業振興に寄与することを目的とする。本データベースの中核をなすのは、国内市場流通生薬を業界団体の協力のもと収集した「モデル試料生薬」であり、それをもとに成分分析データ情報（TLC 写真）、官能データ情報（味、色）、内部形態情報、遺伝子の鑑別部位及

び基原鑑別に関する情報、生物活性情報のデータを付加し総合的薬用植物データベースの構築を行っている（図1）。本稿においては、このモデル試料生薬を用いて LCMS を用いた品質評価について詳しく述べる。

モデル試料生薬の利用方法と管理

各モデル生薬は、漢方処方としての使用方法を考えいづれも熱水抽出を行い（2時間）、その後1週間凍結乾燥を行った。得られたエキスは、LCMS 分析、TLC 分析のほか、本データベースに登録する各種情報（官能試験、生物活性、遺伝子解析、局方試験、内部形態観察）を担当研究拠点にて検討された（図1）。なお、このモデル試料生薬は当研究所の管理番号（NIB-〇〇〇〇）を付与し、モデル試料管理システムにより在庫管理されている。入手後に入手元からのその生薬に関する情報をこのシステムによりエキスの保管状況、生



図1

モデル試料を用いて何が出来るか？



図2

1. 多変量解析で生薬の品質評価を行う

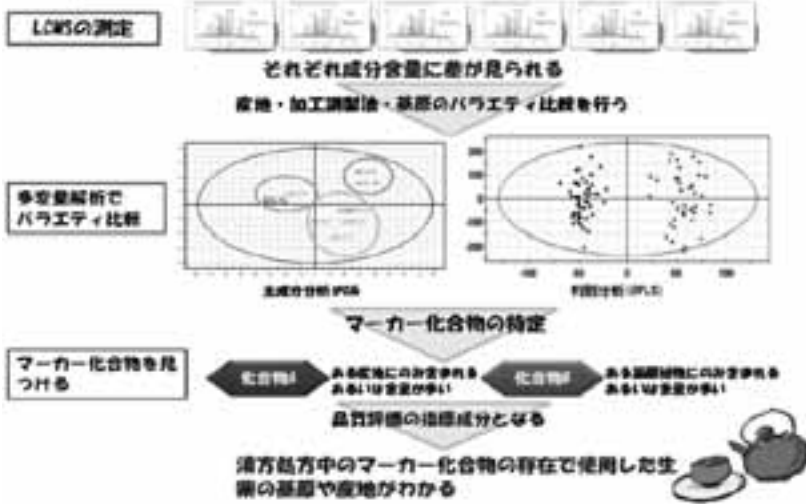


図3

2. 多変量解析で生物活性化合物を探索する

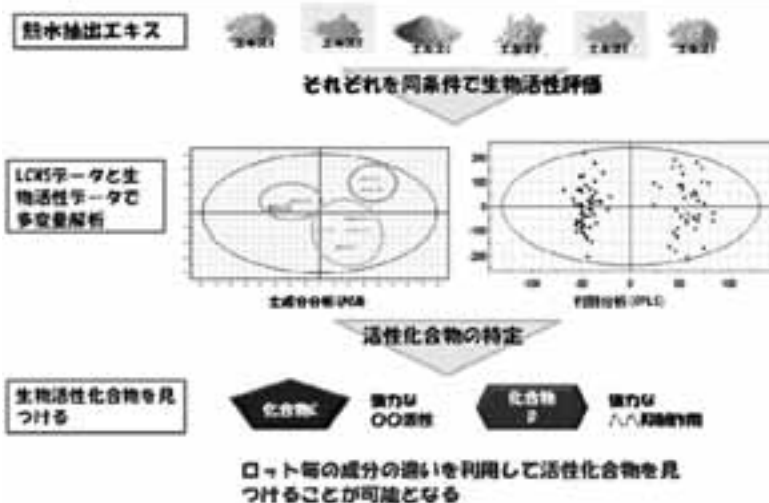


図4

薬の入出庫記録などがすべて管理されている。また各モデル生薬は実体顕微鏡を用いた高精細な画像を取得後（上記 DB より閲覧可能）、真空パックされ生薬名ごとに基盤研の温度制御された標本室内に厳重に保管されている。2012年10月現在、46品目751種類のモデル生薬が収集されている。

作成された熱水抽出エキスはまず LCMS の測定を行なった（図2）。これらのデータ比較は LCMS データ（ m/z と保持時間の組み合わせ）の alignment 後に umetrics 社製 SIMCA P+にて多変量解析を行なった。LCMS データの取り扱いにおいては alignment 処理が重要であり、これを疎かにすると異なった結果を与えてしまう。得られた LCMS データを SIMCA P+に流し込み、産地、基原、調製法などの情報を元に主成分分析（PCA）、判別分析（O2PLS）を行い、マーカーとなるような化合物を LCMS から推定した（図3）。また LCMS では構造を確定できないものは LCNMR/MS にて確認した。また、生薬の品質評価にあたっては生物活性との比較が必要となる。生物活性評価として当センターにおいては抗炎症作用の指標となる NO 産生抑制活性評価を行った。LCMS データと活性値を多変量解析で判別分析を行い活性化合物を特定することを検討した（図4）。

1) オウレンの産地による成分差
オウレンは10種類（四川省産5、雲南省1、重慶市2、福井県1、岐阜1）の流通品が収集された（図5）。TLC による比較によれば日

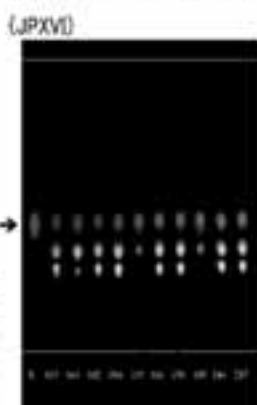
オウレンのパラエティ比較について

オウレン

Coptis japonica Makino, *Coptis chinensis* Franchet, *Coptis deltoidea* C. Y. Cheng et Hsiao又は*Coptis teeta* Wallich (Ranunculaceae)の種をほとんど除いた種茎である (16属)

管理番号	形態	産地	等級など
NIB-0013	根形	中国四川省	3級品
NIB-0041	根形	中国雲南省	
NIB-0042	根形	中国重慶市	3等
NIB-0094	根形	中国四川省	
NIB-0115	根形	日本	栽培品 岐阜県産
NIB-0116	根形	中国重慶市	栽培品 (主に使用)
NIB-0150	根形	中国四川省	栽培品
NIB-0185	根形	日本福井県	越前
NIB-0188	根形	中国四川省	1等
NIB-0215	根形	中国四川省	

オウレンモデル試料の確認試験



スポットが欠けている

図5

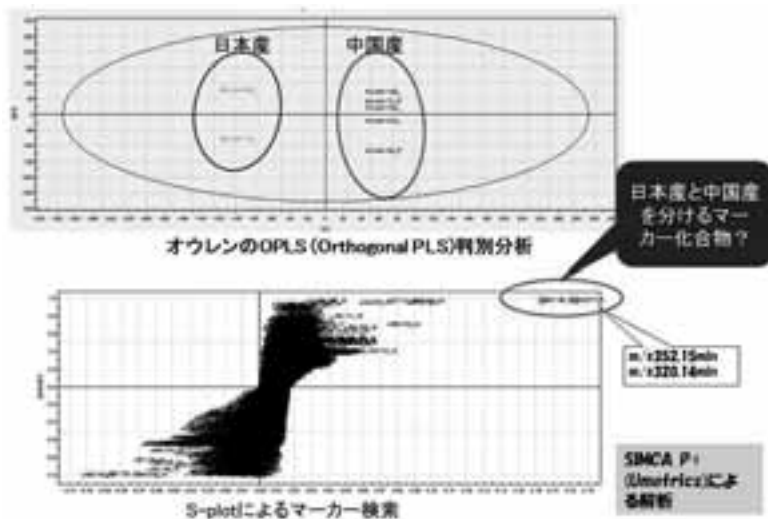


図6

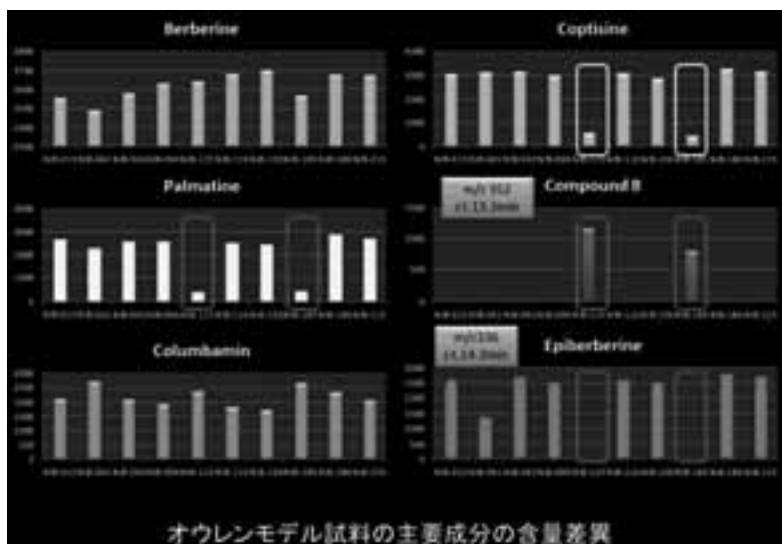


図7

本産と中国産では明確な差が見られた。LCMS データと産地との相関における O2PLS では高い信頼性で判別が可能であり、いくつかの産地を決定づけるマーカー化合物ともいべき成分が確認された。結果的には palmatine、coptisine は国内産は含量が少なく、epiberberine は全く含まれていなかった。また逆に m/z 352の分子量を与える化合物を日本産にのみ含有することが分かった (図6)。本化合物は現在同定中であるが、日本産と中国産を判別する重要なマーカー化合物となる可能性がある。現在これらモデル試料生薬の遺伝子による鑑別が並行して行われており、その結果との比較により明確になると思われるが、日本産は *Coptis japonica* の系統と考えられ、中国産とは異なっていると思われる。また日本産に含有されていない epiberberine は濃い赤色を示す成分であり、今回のオウレンモデル試料の熱水抽出エキスの色調からも明確に差が見られた。

2) サンシシの基原による成分差について

サンシシは国内産の山梔子のほか、中国産の水梔子と呼ばれる長手のものが流通している。またその中間種もあるとされる。LCMS データと産地別また長手、丸手別に判別解析を行ったところ良好な結果が得られた。判別分析の S-plot において m/z 331のピークが判別に寄与していることがわかり、その構造を確認するために LC-NMR/MS を用いて解析を試みた。使用した LC-NMR/MS は Bruker 社製 NMR に Agilent 社

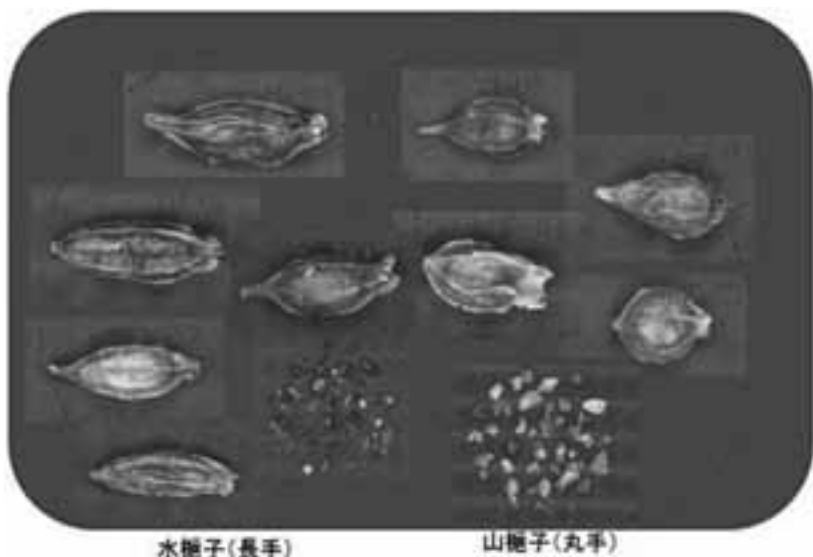


図8

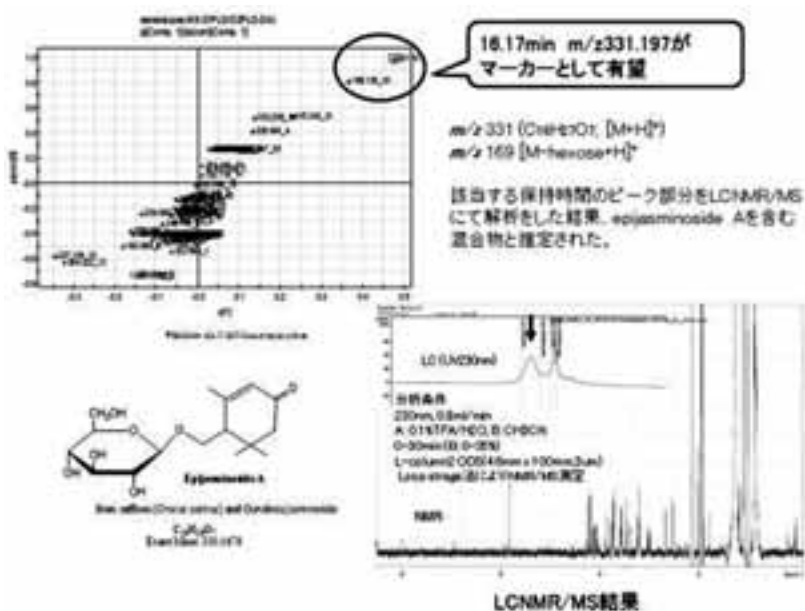


図9

ビャクジュツの市場流通品

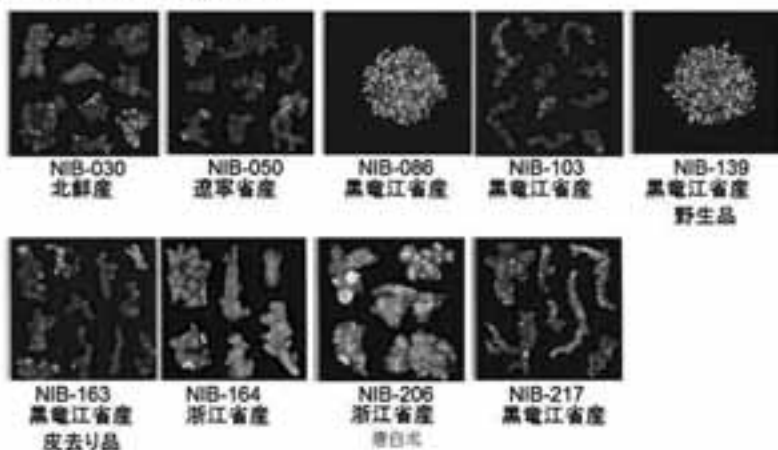


図10

製 LC を接続した LC-NMR に流路を split させ MS を検出に用いたものである。LCMS において得られた LC 情報を元に該当するピークを loop strage 法にて¹H-NMR 測定を行った (図9)。その結果 Epigallocatechin gallate (EGCG) を含む混合物と推定されたが本化合物については引き続き解析を行っている。

3) ビャクジュツの atractysucrose 類について

ビャクジュツの熱水抽出エキスの LCMS においては ESI, APCI 両イオン源を用いたが、ともに精油成分の検出には至らなかった。産地別では浙江省産の LCMS パターンは他の産地とは異なる TIC パターンを与えた。浙江省産以外ではいずれも ESI-TOFMS の negative mode では m/z 593 を示す3つのピーク、 m/z 737 を示す5つのピークが観測された。これらはいずれも MS/MS のデータが一致しており異性体と考えられた。ビャクジュツからは sucrose に様々なアシル基が結合した atractysucrose 類が報告されているがそれらの構造から推定される MS と一致する。浙江省産にはほとんど含まれていなかった。ビャクジュツ、ソウジュツは精油成分ばかりが注目されるが、熱水抽出では主に抽出されるのはこれら atractysucrose 類である。これらの生物活性は一部報告されているものの情報は不十分であり今後の生物活性評価が待たれる。

4) チンピの産地間の成分差について

チンピは市場流通品18種類 (浙江省7、陝西省1、吉林省1、湖

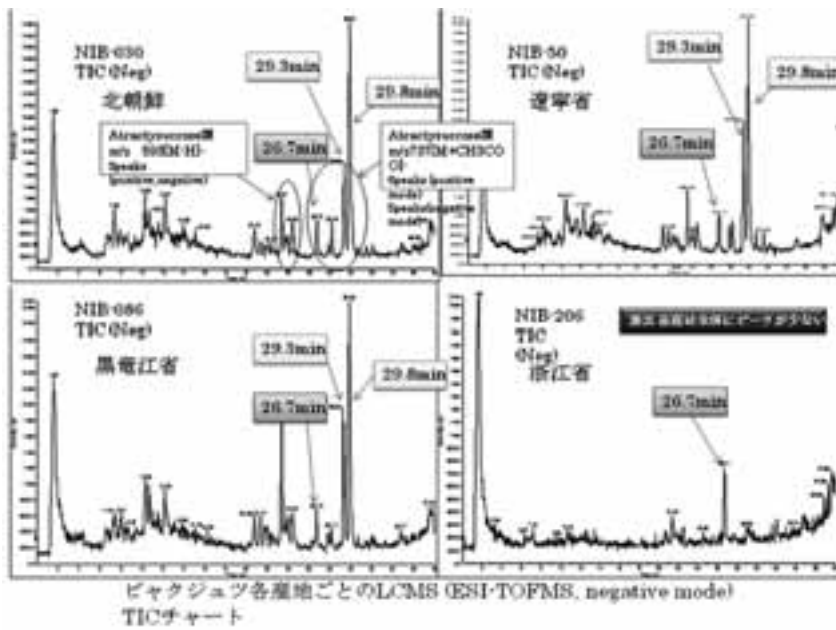


図11

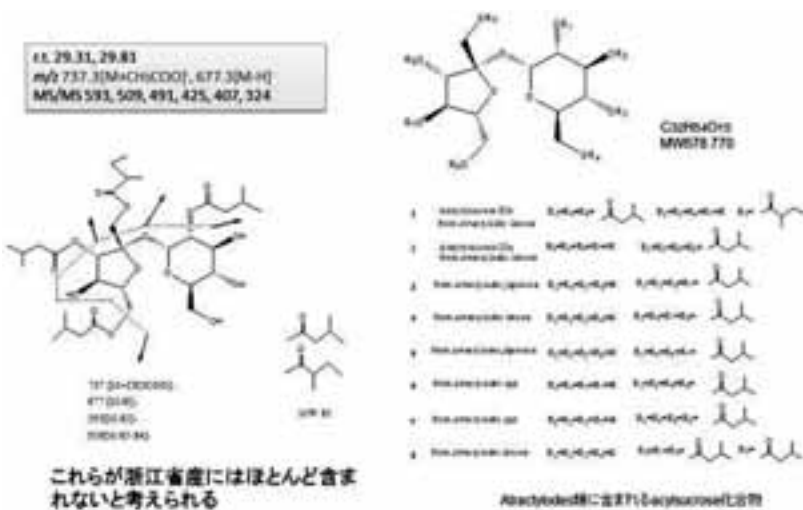


図12

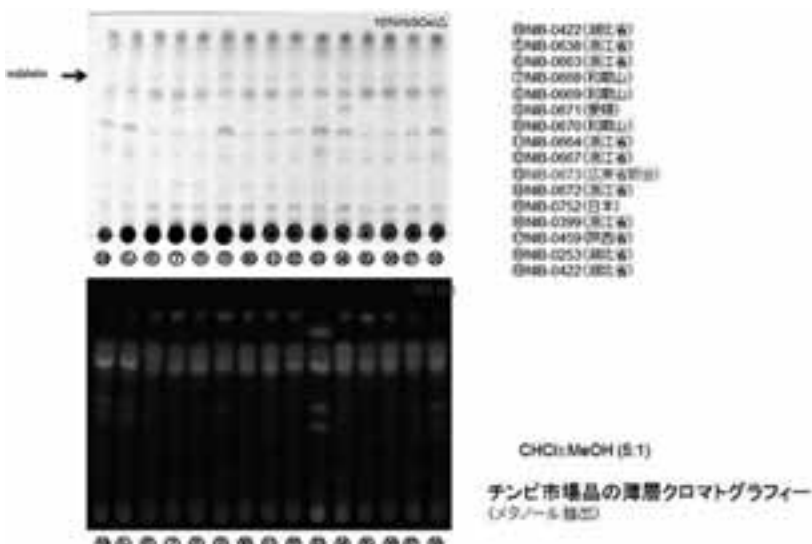


図13

北省1、広東省新会2、和歌山4、愛媛1、日本産地不明1)が収集された。メタノール抽出エキスの薄層クロマトグラフィー (TLC) 比較においては、広東省新会産のみ異なるプロフィールを与えた (図13)。熱水抽出エキスのLCMSからはやはり精油成分が失われておりフラボノイド類が主に検出された。主成分分析を行うと広東省新会産のみが全く異なるグループを形成した (図14)。検出されたフラボノイド類の含量を比較すると例えば浙江省産の中でもかなりの幅があることが分かった。新会産チンピは最も良質とされているが、他産地と比較して Nobiletin、Tangeretin 含量が突出して多く、逆に Narirtin が極めて少なかった。チンピの基原植物は *Citrus unshiu* および *C. reticulata* と局方には規定されているが、成分的な比較から新会産は *C. reticulata* である可能性が高いが、遺伝子鑑別の結果を待たねばならない。チンピは古いものほど良品とされるいわゆる「六陳」の一つであり、今後は収穫年ごとのデータを比較していく予定である。

5) 生薬の NO 産生抑制活性について

モデル試料生薬における生物活性と多変量解析による活性成分分析 一酸化窒素 (NO) 産生抑制活性は抗炎症活性の一つのスクリーニング法として知られるが、今回収集されたモデル試料生薬の熱水抽出エキスの各試料ごとの NO 産生を調べた。そのうちのショウキョウを例にとり説明する。

ショウキョウの熱水抽出エキスでの活性において試料間に大きな

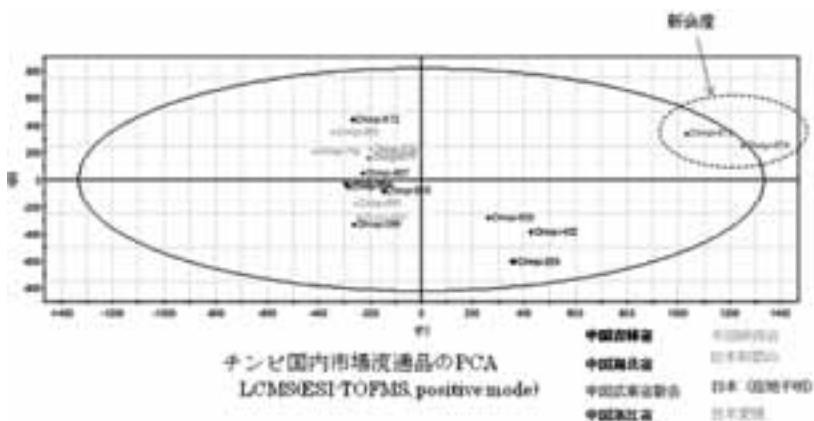


図14

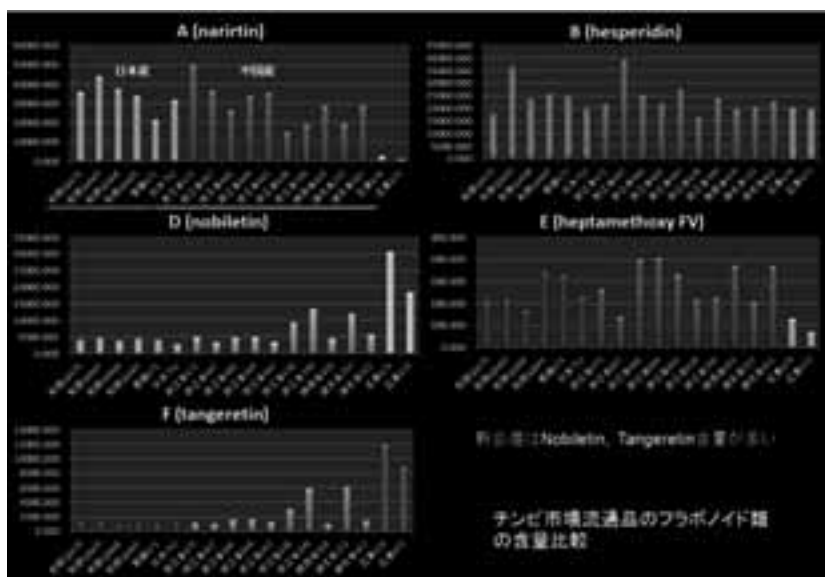


図15

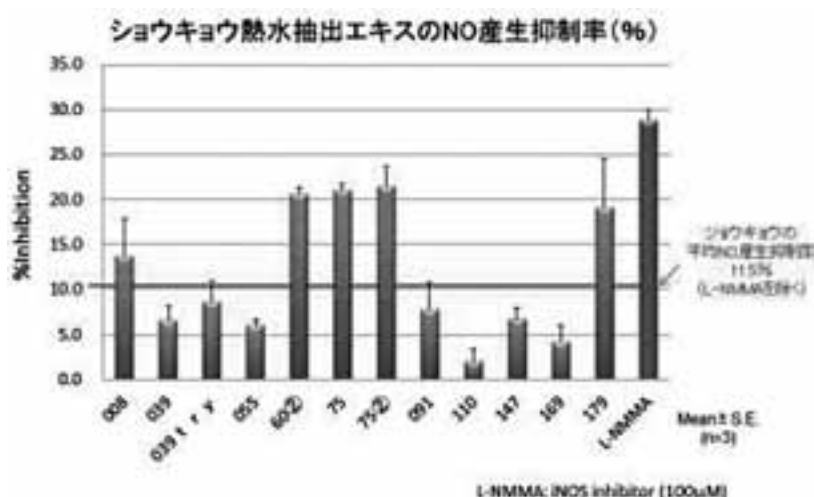


図16

差が見られた (図16)。LCMSデータとNO産生抑制活性結果をSIMCA-P+に流し込んだ。最初に述べたように、両データ間の判別分析でのs-plot解析を行うことで、活性の発現に大きく寄与していると思われる成分を容易に推定することが可能になる。ここで得られた活性成分と思われる m/z から、活性本体はショウキョウの主要成分である[6]-gingerolであると推定された。その後市販標品にて同定された。[6]-gingerolは濃度依存的にNO産生抑制活性を示すことがわかり、ショウキョウの抗炎症作用の活性本体の一つと考えられた。ショウキョウの場合すべてのモデル試料は雲南省産であるために産地と活性との相関を見ることはできなかったが、産地と活性の比較を行うことも可能である。

結論

薬用植物総合情報データベース構築の一環として、モデル生薬を用いたLCMS分析を行い産地や調製法、基原間での成分差異を考察した。その結果、多くの場合産地や基原により成分の違いを見出すことができた。また生物活性データとしてNO産生抑制活性を検討したがロット間で差が見られた生薬に関しては多変量解析により活性化化合物を特定することができた。これらのデータは順次アップロードされる予定であり、今後生薬関係の研究者のみならず、漢方関連企業にも役立つ情報になると考える。

本稿においては薬用植物総合情報データベースでの成分分析情報

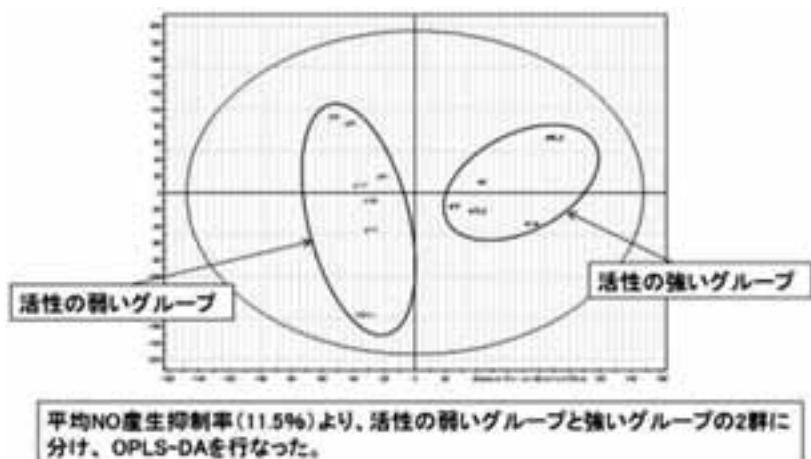


図17

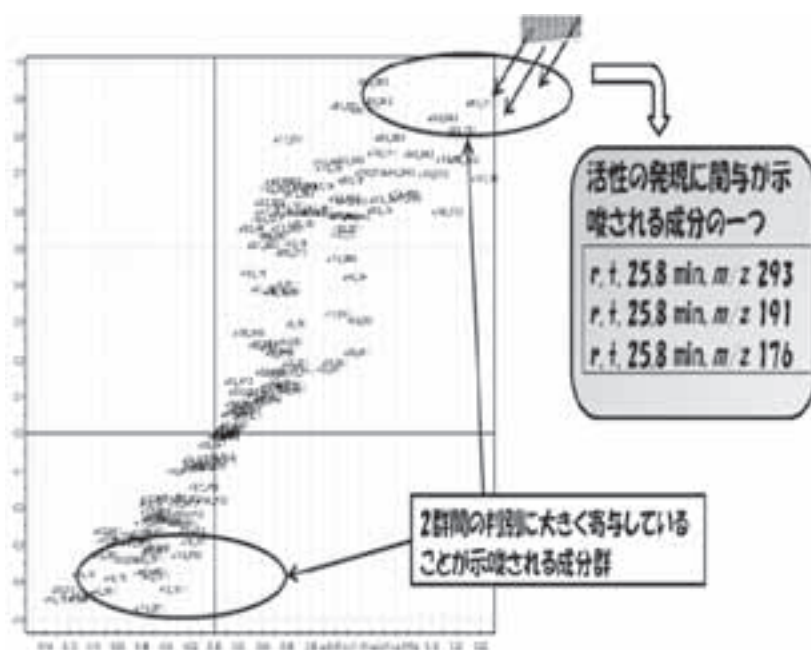


図18

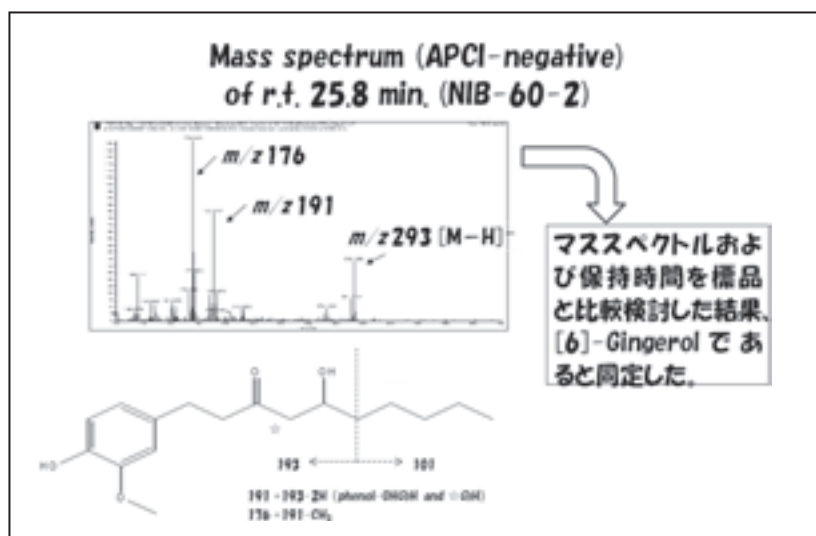


図19

の内容のみを重点的に紹介したが、同時に遺伝子解析、組織培養、栽培・増殖、副作用情報、エキス収量、各種生物活性などの検討が行われておりこれらの総合的なデータベースは最終的に今後の漢方関連産業の振興に寄与するものと期待する。

謝辞

今回の内容において生薬のNO産生抑制活性を行っていただいた元医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター特任研究員(現小太郎漢方製薬研究員)大根谷章浩博士、LCNMR/MS測定を行っていただきました医薬基盤研究所共用機器実験室赤木謙一副室長に深謝いたします。またモデル生薬の収集に関しまして日本漢方生薬製剤協会、日本生薬連合会、東京生薬協会にご協力いただきました。深謝いたします。

遺伝子解析技術を用いた薬用植物基原種の鑑別

国立医薬品食品衛生研究所生薬部第一室長 丸山 卓郎

(独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター筑波研究部育種生理研究室 主任研究員 河野 徳昭

富山大学和漢医薬学総合研究所教授 小松かつ子

A. 遺伝子情報を利用した薬用植物の鑑別の行政への利用

1968年の「分子進化の中立説」の提唱と1985年のPCR (Polymerase Chain Reaction) 法の発見は、遺伝子の塩基配列の違いから種の系統関係を探る分子系統学を興し、その手法は現在、進化・分類学や考古学、法医学など、さまざまな研究に応用され、医療における遺伝子診断や犯罪捜査におけるDNA鑑定、遺伝子組み換え作物の検査等の場で、実用化されています。生薬、薬用植物の分野においても例外ではなく、これまで組織形態や含有成分を基にして行われていた生薬の分類、鑑定を、遺伝子情報により行う研究が、近年、さかんになされており、その技術は、既に一般的なものと言って良い水準に達しております。このため、現在では、遺伝子解析技術を生薬行政の場に生かす取り組みがなされております。

遺伝子情報を用いた薬用植物の分類、鑑定技術を行政の場に利用することを考えた場合、二つの道筋があります。一つは、日本薬局方や日本薬局方外生薬規格（局外生規）への新規収載品目の基原種の確認が挙げられます。薬局方は、5年ごとに大改正があり、その間、2回の追補が発出されます。近年の薬局方の作成方針には、「保健医療上重要な医薬品の全面的収載」が掲げられており、一般用漢方製剤承認基準の拡充などに伴い、その構成生薬の薬局方及び局外生規への積極収載が図られております。しかしながら、新規収載候補品目の収載原案を作成する際、基原植物に混乱が見られる場合がしばしばあります。このような場合に、遺伝子情報を用いた基原植物の鑑別が効力を発揮します。

遺伝子情報による薬用植物の鑑定技術の二つ目の利用法は、純度試験法への利用です。基原植物鑑別の試験法への利用を考えた時、“確認試験”と“純度試験”の2種が想定されますが、遺伝子を利用した試験設定には、PCR法の利用が欠かせません。このものは、微量のゲノムDNAから必要な遺伝子領域を指数関数的に増幅する技術です。従って、正品を検出するための試験法である確認試験の場合、多量の不適合品中に少量の正品が含まれていた場合でも陽性となってしまい、機能的な試験法の設定は困難です。一方、不適合品を検出するための試験法である純度試験の場合、PCR法の性質を利用し、検出感度の高い試験法の作成が期待出来ます。

国立衛生薬部では、遺伝子解析技術の生薬行政への応用として、生薬、シゴカの基原種調査と、その結果を基にした、PCR-RFLP法による純度試験について検討を行ってきており、本稿では、その概要について、紹介します。

(1) シゴカの基原種鑑別

シゴカは、ウコギ科エゾウコギ、*Eleutherococcus senticosus* (Ruprecht et Maximowicz) Maximowiczの根茎を基原とする生薬で、2006年発出の第十五改正より局方収載された生薬です。局方収載に先立ち、日本薬局方調査会生薬等委員会、原案作成が行われました。その際、参照試料として用いたシゴカ、34個体について成分分析を行ったところ、主要成分であるeleutheroside類やisofraxidinの含量に大きなバラツキが見られ、基原植物の異なる試料の混入が疑われました。そこで、各試料よりゲノムDNAを調製し、



図1. エゾウコギとシゴカ（枠内）

核 rDNA の internal transcribed spacer (ITS) 領域の塩基配列解析を行ったところ、主に2種の配列が見出されました。その内の一つは、正品であるエゾウコギの配列と一致し、この塩基配列を有する試料は、エゾウコギを基原としていると推定されました。このものは、全試料の2/3を占めていました。もう一方の配列は、マンシュウウコギ *E. sessiliflorus* (Ruprecht et Maximowics) S. Y. Hu 等の配列と一致し、この配列を持つ試料は、エゾウコギとは別の同属植物を基原としていることが明らかとなりました。従って、市場に流通するシゴカには、同属植物を基原とする偽品が1/3程度、存在していたこととなります。遺伝子鑑別のテーマからは外れますが、成分分析の結果と合わせると、偽品には、eleutheroside B 及び iso-fracridin が含まれていないことが明らかになり、日本薬局方のシゴカの確認試験には、HPLC による eleutheroside B の検出が採用されました。

(2) シゴカのマンシュウウコギ類に対する純度試験

市場中のシゴカにマンシュウウコギ類が高い割

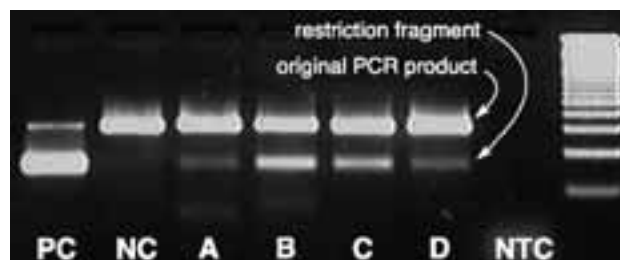


図2. PCR-RFLP 法を用いたシゴカの純度試験
PC, 100% *E. sessiliflorus*; NC, 100% *E. senticosus*
NTC, no template control
Samples A to D are 5% *E. sessiliflorus* in *E. senticosus*

合で混入していることが明らかになったことから、次に、遺伝子情報を利用したシゴカのマンシュウウコギ類に対する純度試験法の設定を検討しました。前述した2種の ITS 配列中には、6箇所の塩基置換が見出され、その内の一つは、偽品由来の配列において、制限酵素 *NcoI* の認識配列に位置していました。そのため、この領域を含む約 300 bp の DNA 断片を PCR により増幅し、その増幅産物を *NcoI* で処理する純度試験法を設計しました。偽品を 5% 含有する疑似試料 11 検体を作成し、実際に、試験を行ったところ、いずれの試料においても、偽品に由来する制限酵素断片を確認することが出来ました。従って、この試験法では、少なくとも 5% の偽品の混入を検出可能であると考えられます。

遺伝子情報を利用した純度試験に利用可能な簡便な技術としては、他に、ARMS 法と呼ばれる種特異的なプライマーを用いた PCR 法があります。このものを利用した純度試験については、現在、産官学連携の研究班により、テンナンショウの掌葉半夏に対する純度試験の検討を行っています。

また、ARMS 法、PCR-RFLP 法を用いた、ジャクジュツのソウジュツに対する純度試験法が、第十六改正日本薬局方の参考情報として、記載されております。

遺伝子情報を利用した生薬の純度試験法の今後の課題は、第一にコストダウン、次に、生薬からの簡便な DNA 調製法を利用しつつ、純度試験法として十分な検出感度を保証する点です。後者については、天然物である動植物を原料とする生薬では、調製される DNA の品質に生薬の個体差が大きく影響するため、正確な定量は、ほぼ不可能

だろうと感じています。従って、研究レベルにおいて、多数の検体について試験を行い、「少なくとも〇〇%以上の混入を検出出来る感度を有する」という形での感度保証の仕方をせざるを得ないだろうと思います。

参考文献

- Maruyama T. *et al.*, *Planta Med.*, 74, 787-789 (2008).
丸山ら、生薬学雑誌、64, 15-20 (2010).
Kondo K. *et al.*, *J. Jpn. Bot.*, 84, 356-359 (2009).
丸山ら、生薬学雑誌、64, 96-101 (2010).
厚生労働省、第十六改正日本薬局方、2049-2052 (2011).
(丸山卓郎)

B. 生薬及び基原植物の遺伝子鑑別情報の薬用植物総合情報データベースへの収載

はじめに

(独)医薬基盤研究所薬用植物資源研究センター(以下、センター)を中心とする研究班*では、薬用植物総合情報データベース(以下、総合DB)の構築を進めている。総合DBは、主に漢方薬に使用される生薬及びその基原植物の基本情報から成分や栽培法の情報に至る、多種多様なカテゴリーで構成されているが、その一角をなすのが生薬及び基原植物の遺伝子鑑別に関する情報である。本稿では総合DB構築研究における遺伝子鑑別情報収集の概要と、収載されるデータの一例について紹介したい。

遺伝子鑑別情報の総合DBへの収載

センターでは、漢方薬に使用される薬用植物の総合情報データベースの構築を進めており、平成25年3月より公開を開始した(アドレス: <http://mpdb.nibio.go.jp>)。本データベースの最大の特徴が、国内に実際に流通する生薬を「モデル生薬」として、それらに関する成分等の「実測データ」を分析・取得し、収載する点である。その実測データのひとつが、生薬及びその基原となる薬用植物の遺伝子鑑別に関する情報である。(総合DBの構築並びに、モデル生薬の詳細については、本誌87-93ページを参照されたい。)

近年、遺伝子情報を用いた生薬及び基原植物の遺伝子鑑別は、高度な技能や経験が要求されない、

客観的な結果が得られやすい鑑別手法であることから、その有用性及び汎用性が認知されるようになり、多数の報告がなされている。そこで、小松かつ子富山大学教授を研究分担者とする、本データベースの遺伝子鑑別情報カテゴリーにおいては、生薬及びその基原植物の遺伝子鑑別に関する論文情報及び、国際遺伝子情報データベース(DDBJ/EMBL/GenBank、以下、DDBJ)に登録されている塩基配列情報等の「学術情報」を体系的に整理すること、並びに、モデル生薬の鑑別対象遺伝子領域の塩基配列を「実測データ」として解析・収集し、国内に流通する生薬の多様性の範囲を確認することを主な目的とし、重要度の高い生薬から順にデータの収集、そして総合DBへの収載を進めている。

遺伝子鑑別情報のデータ収集項目

生薬及び基原植物の遺伝子鑑別に関する情報のデータベース化にあたり、収載するデータの項目について検討を行い、まず、収載データを「遺伝子情報」と「遺伝子鑑別情報」に分け、学術情報及びモデル生薬の遺伝子情報のそれぞれについて、下記の項目のデータを収集することとした。

遺伝子情報についてはまず、[生薬名]、学術情報であるか、モデル生薬の情報であるかを区別する[データ区分]、モデル生薬の場合はその管理番号を登録する[管理番号]、そして[遺伝子領域]の各データ項目を設けた。塩基配列及びその関連情報については、DDBJの情報を引用できるように、その書式を踏襲し、[Accession no.]、[Locus]、[Sequence]等の項目を設けた。データを取得した試料に関する情報、遺伝子情報取得時のPCR条件、プライマーの配列、本遺伝子情報を用いた鑑別結果の概要等は[備考]欄に、また、本遺伝子情報を要素とする多重整列解析または分子系統樹の画像は[遺伝子鑑別関連情報]に収蔵することとした。

次に、遺伝子鑑別情報については、[鑑別法]の項目に sequencing (direct)、sequencing (cloned)、PCR-RFLP、ARMS、MASA、PCR-SSCP、AFLP、ISSR、RAPD等の鑑別方法の種別を、また、[鑑別レベル]の項目に、科、属、

種、変種、品種、系統といった、どのレベルでの鑑別が可能か、そして[鑑別結果]の項目に、具体的な鑑別結果の情報を記載することとした。これらに加え、PCR 条件や用いたプライマーの配列等を記載する[備考]欄、鑑別の対象となる生薬、及び関連する生薬名を記す[(関連する) 生薬名]の項目、そして、遺伝子情報で登録した各モデル生薬の配列情報及び DDBJ 登録配列の情報を登録する[遺伝子情報]の項目を設けた。鑑別結果に関する文献等の情報は[鑑別結果情報]に記載することとした。本項目中の[関連情報ファイル]のデータ形式は自由度が高く、多重整列解析の結果や、分子系統樹、RFLP や AFLP 等の電気泳動のパターンの画像も収録することも可能である。また、文献に関しては、[PubMedID]、[書誌情報]の項目に加え、内容の要約などを記す[備考]欄を設けた。

以上のように、記載されるデータ項目は多岐にわたるが、データベースの閲覧方法は非常にシンプルであり、これらの情報はすべて、生薬名から簡単なクリックのみの操作で閲覧することができるようになっている。

モデル生薬データの収載 — オウゴン を例に —

上述のデータ項目について、実際にどのようにデータを収集しているか、その流れを生薬オウゴン を例に説明したい。オウゴン (黄芩) はシソ科のコガネバナ (*Scutellaria baicalensis* Georgi) の周皮を除いた根を基原とする生薬である¹⁾。*Scutellaria* 属には同属植物として、*S. galericulata*、*S. lateriflora*、*S. altissima*、*S. incana* などがあり、本属の遺伝子鑑別に関する文献を検索すると、葉緑体 DNA *rpl16* 遺伝子及び *rpl16* 遺伝子と *rpl14* 遺伝子間のスペーサー領域 (以下、*rpl16-rpl14* 領域) の多型を利用した陸上植物の識別法について報告した Nakamura らの方法²⁾ による、Hosokawa らの報告³⁾ がヒットした。また、DDBJ に登録されている *Scutellaria* 属植物の遺伝子領域について検索すると、*rpl16-rpl14* 領域の他 *psbA-trnH* 領域、*trnL-trnF* 領域等の塩基配列情報が得られた。これらの情報から、*rpl16-rpl14* 領域の多型情報により *Scutellaria* 属の植物

種レベルでの識別、そして、生薬オウゴンの基原植物の鑑別が可能と判断され、モデル試料について、同領域の塩基配列情報を解析、収集することとした。

まず、*Scutellaria* 属植物の *rpl16-rpl14* 領域の塩基配列情報を DDBJ から抽出し、総合 DB の遺伝子情報に登録し、次いで、遺伝子鑑別情報に Hosokawa らの文献情報を登録した。実測データの取得については、中国河北省、山東省、内蒙古自治区、陝西省の各省を産地とする生薬オウゴンのモデル生薬、15件の検体について *rpl16-rpl14* 領域の解析を行った。各モデル試料の検体について、DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN) を用い生薬からゲノム DNA を調製し、PCR の鋳型とした。Nakamura らの設計したプライマーで、PCR 酵素に KOD-plus (Toyobo) を用いて増幅を行い、得られた増幅産物についてダイレクトシーケンシング、またはクローン化の後、シーケンシングを行った。得られた塩基配列について多重整列解析を行い、変異点等を抽出したところ、モデル試料3検体に DDBJ 登録配列と1塩基の変異が認められた。この変異点は、*Scutellaria* 属植物種間の変異の幅を越えるものではなく、*S. baicalensis* 種内の変異と考えられる。すなわち、今回供試したモデル生薬より得られた塩基配列データから、これらはいずれも、*S. baicalensis* を基原とするものであることが確認されたとともに、オウゴンの国内流通生薬における *rpl16-rpl14* 領域の変異の「幅」が示された。総合 DB には上記の変異点の情報が鑑別結果情報に、そして、各検体の塩基配列の情報がモデル生薬の管理番号毎に登録されており、それぞれの産地や成分の情報などとともに参照することが可能である。

データベース遺伝子鑑別情報の今後の展開について

平成25年度よりデータベース研究は実質的な2期目に入り、データの増強、カテゴリーの追加等を行う発展的研究の段階に進んでいる。今期は、各カテゴリー間のデータの相関解析を予定しており、取得した遺伝子情報と成分情報等、他のカテゴリーとの横断的な解析により、生薬及び薬用植

物の多様性に関する新たな知見が得られると期待される。

おわりに

第十五改正日本薬局方第一追補参考情報に「遺伝子情報を利用する生薬の純度試験」が記載された⁴⁾ように、今後、生薬の品質管理の現場において遺伝子情報を用いた鑑別法の重要性はますます高くなるものと考えられる。本データベースに記載される遺伝子鑑別に関する情報が、生薬及びその基原植物の遺伝子鑑別に携わる方々の情報源として活用され、さらには、生薬の遺伝子鑑別手法の普及の一助となれば幸いである。

*総合 DB は、厚生労働科学研究費補助金創薬基盤推進研究事業「漢方薬に使用される薬用植物の総合情報データベース構築のための基盤整備に関する研究」、「薬用植物栽培並びに関連産業振興を指向した薬用植物総合情報データベースの拡充と情報整備に関する研究」の一環として構築を進めている。

参考文献

- 1) 第十六改正日本薬局方（平成23年3月24日 厚生労働省告示第65号），pp. 1457-1458
- 2) Nakamura I. *et al.*, *Breeding Sci.* 47, 385-388 (1997)
- 3) Hosokawa K. *et al.*, *J. Ethnopharmacol.* 99, 105-108 (2005)
- 4) 第十五改正日本薬局方第一追補（平成19年9月28日 厚生労働省告示第316号），pp. 200-201

(河野 徳昭)

C. 生薬の多様性解析のためのインデックスとしての遺伝子情報

はじめに

生薬の品質評価では基原植物の同定、成分分析、薬理試験 (*in vitro*, *in vivo*)、臨床的評価が行われる。その内、第一にすべきことが生薬の同定であり、従来、比較組織学的手法が用いられてきたが、熟練を要する上に、指標となる形質が植物の生長度合や環境により変化するため客観性を欠く場合があるという問題があった。近年、植物の分子系統学の発展にともない、生薬学分野においても遺伝子解析が盛んに行われるようになり、生薬の同定に応用されるようになった。DNA の塩基配列

は環境に影響されない遺伝の一次情報であり、4つの塩基で表されるため明瞭である。従って、生薬の基原となる薬用植物とその関連植物の遺伝子多型を明らかにし、分類群に固有な塩基配列を見いだしておけば、生薬から得られた DNA の塩基配列をこれと比較することにより容易に基原種を同定できる。多くの遺伝子情報が国際遺伝子情報データベース (DDBJ と略す) に登録されているので、これを参考にするのが便利であるが、登録されている植物の同定の正しさや生育地域による遺伝子多型も考えられるので、実際上は、自分で採集した複数の植物を正確に同定し、遺伝子の塩基配列を決定して、植物種固有のマーカー配列を見いだす必要がある。生薬の同定には、核 rDNA の ITS 領域、葉緑体 DNA の *matK* 遺伝子、*trnK* 遺伝子、*trnK-rps16* intergenic spacer 領域、*trnL-F* intergenic spacer 領域などが用いられている (伝統医薬データベース <http://dentomed.u-toyama.ac.jp> 参照¹⁾)。一般に生薬の基原植物は近縁な数種に及ぶことがあり、植物学的に未整理な分類群であれば、生薬の同定は容易ではない。このような場合、生薬の成分化学的品質評価の結果も統一性を欠き、Chemotaxonomy 上の事実を見逃すことになる (大黃、莪朮、党参など)。さらに、多様性が顕著な分類群 (栽培が広域にわたっている薬用植物などで見られる) を整理する上では、同一種につき多数の植物材料を収集し、それらの遺伝子解析を行い、分類群の全体像を明らかにすることが不可欠である。ここでは党参を例にして、種の多様化の様相を示すとともに、基原種が同定されたことにより明瞭になった成分の種間差について述べる。

薬用 *Codonopsis* 属植物の遺伝的多様性と党参の基原

党参はキキョウ科の *Codonopsis pilosula* (Franch.) Nannf., *C. pilosula* Nannf. var. *modesta* (Nannf.) L. D. Shen., *C. tangshen* Oliv. の根に由来する生薬で、中国では強壯薬として食欲不振、疲労倦怠、咳嗽、口渴などに繁用され、また薬用人参の代用として処方にも配合されることも多い。近年、日本においても需要が増しているこ

とから、党参の品質確保を目的として、*Codonopsis* 属植物の遺伝子多型に基づく同定法を開発し、中国及び日本の市場流通品の基原を明らかにした²⁾。

2008年から3年間にわたって党参の産地である中国甘肅省、湖北省及び重慶市で調査を行い(図3)、*Codonopsis* 属植物の栽培品または野生品95検体及び党参市場品57点(各2検体を使用)を収集した。これらについて核rDNAのITS領域をPCR法で増幅し、ダイレクトシーケンスにより塩基配列を決定した。Electropherogramでは、同一箇所にも二重のピーク(ヘテロ型のピーク)が確認されたため、ノイズと区別するために、副ピークの高さ/(副ピークの高さ+主ピークの高さ)が20%以上のものをヘテロ型と判断した(クローニングによる確かめ実験も行った)。その結果、2種1変種のITS1-5.8S-ITS2領域は長さ655 bpで、各領域はそれぞれ257 bp、163 bp、235 bpであった。同属3分類群の種間及び種内の多型の解析には上

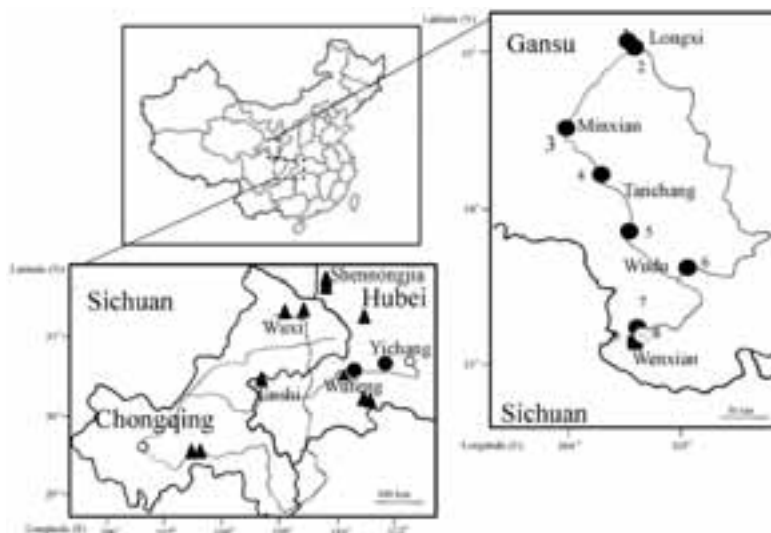


図3. 中国における*Codonopsis*属植物の調査地域(2009年及び2010年)

- *C. pilosula*; ■ *C. pilosula* var. *modesta*;
- ▲ *C. tangshen*;
- ⊗ *C. pilosula* 及び *C. pilosula* var. *modesta*;
- ⊕ *C. pilosula* and *C. tangshen*.

流から122番目、226番目、441番目及び489番目の塩基が重要で、さらに*C. tangshen*の種内多型の解析では135番目、489番目及び500番目の塩基が重要であった。

*C. pilosula*には11タイプの塩基配列、*C. pilosula* var. *modesta*には5タイプの塩基配列、*C.*

表1 *Codonopsis*属植物のITS領域の塩基配列タイプと交配に関与したと考えられる両親の塩基配列タイプ

Species	Sequence type (ITS)	Accession number (DDBJ)	Nucleotide position													Sequence type of supposed parental lineages (nucleotides at 122, 226, 441 and 489)	Number of plant specimens			
			ITS1							ITS2										
			52	53	122	130	135	199	226	234	253	441	483	489	500	509	519	533		
<i>C. pilosula</i>	P0	AB769260, EF190460 ³⁾	C	G	C	G	G	C	C	T	A	T	C	T	G	C	A	G	P0 (C C T T) × PM0 (T C T T)	5
	P1	AB769261	*	Y	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	P0 (C C T T) × S0 (T T T T)	5
	P2	AB769262	*	Y	R	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	P0 (C C T T) × S0 (T T T T)	2
	P3	AB769263	*	Y	*	*	*	Y	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	P0 (C C T T) × T1 (T C T C)	11
	P4	AB769264	*	Y	R	*	*	Y	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	P0 (C C T T) × Q0 (T C C T)	1
	P5	AB769265	*	Y	*	*	*	*	*	*	*	Y	*	*	*	*	*	R	P0 (C C T T) × T1 (T C T C)	1
	P6	AB769266	*	Y	*	*	*	*	*	*	*	*	Y	*	*	*	*	*	P0 (C C T T) × T1 (T C T C)	2
	P6'	AB769267	*	Y	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Y	*	*	*	R	S0 (T T T T) × PM0 (T C T T)	1
	P7	AB769268	*	T	*	*	Y	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Q0 (T C C T) × PM0 (T C T T)	7
	P8	AB769269	*	T	*	*	Y	*	*	*	*	Y	*	*	*	*	*	*	Q0 (T C C T) × PM0 (T C T T)	1
P9	AB769270	*	T	*	*	Y	*	*	*	*	Y	*	*	*	*	*	*	S0 (T T T T) × Q0 (T C C T)	3	
P10	AB769271	*	T	*	*	Y	*	*	*	*	*	Y	*	*	*	*	*	S0 (T T T T) × T1 (T C T C)	1	
<i>Codonopsis</i> sp. ^{*1}	S0	AB769272	*	T	*	*	T	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	S0 (T T T T) × T1 (T C T C)	4
<i>C. pilosula</i> var. <i>modesta</i>	PM0	AB769273, EF190461 ³⁾	*	T	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		7
	PM0'	AB769274	*	T	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	R		1
	PM1	AB769275	*	T	*	*	*	*	*	*	*	*	Y	*	*	*	*	*	PM0 (T C T T) × T1 (T C T C)	1
	PM2	AB769276	*	T	R	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		2
	PM3	AB769277	*	T	R	*	Y	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	PM2 (T C T T) × S0 (T T T T)	2
PM4	AB769278	*	T	R	*	*	*	*	*	*	Y	*	*	Y	*	*	*		1	
<i>C. tangshen</i>	T0	EF190462 ³⁾	*	T	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A	*	*	*	*		0
	T1	AB769279	*	T	*	*	*	*	*	*	*	*	C	*	*	*	*	*		9
	T2	AB769280	*	T	*	*	*	*	*	*	*	*	Y	R	*	*	*	*	T0 (G T A) × T1 (G C G)	1
	T3	AB769281	*	T	*	A	*	*	*	*	*	*	C	*	*	*	*	*		13
	T4	AB769282	*	T	*	R	*	*	*	*	*	*	C	*	*	*	*	*	T1 (G C G) × T3 (A C G)	7
	T4'	AB769283	*	T	*	R	Y	*	*	*	*	*	C	*	*	*	*	*		2
T5	AB769284	*	T	*	R	*	*	*	*	*	*	Y	R	*	*	*	*	T0 (G T A) × T3 (A C G)	5	
Crude drug samples²⁾																				
Baitiaodangshen (No.26659b)	Q0		*	T	*	*	*	*	*	*	C	*	*	*	*	*	*	*		
Tojin (No.26991a)	T0		*	T	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A	*	*	*	*		

Numerals above sequence are aligned nucleotide positions of *C. pilosula* which correspond to all other species. Y = C and T, R = A and G, M = A and C

Asterisk indicates the identical nucleotide to which of *C. pilosula* (accession No. EF190460).

^{*1} The shape of flowers with half-inferior ovary is similar to that of *C. pilosula*, while that of leaves is similar to that of *C. tangshen*.

^{*2} The nucleotide sequence is only found in crude drug samples. Parenthesis numerals show specimen reference number of Museum of Material Medica, Institute of Natural Medicine, University of Toyama.

^{*3} Lin T, Hsieh C, Agrawal D, Kuo C, Chueh F, Tsay H, J. *Food Drug Anal.*, 15, 428-432 (2007).

tangshen には6タイプ (タイプ T0は DDBJ に報告があり、党参市場品のみに認められた) の塩基配列が認められた (表1)。これらの内、ヘテロ型の塩基を示さない純系のタイプは、*C. pilosula* のタイプ P0、*C. pilosula* var. *modesta* のタイプ PM0、*C. tangshen* のタイプ T0、T1及び T3であった。さらに、花の形状や子房半下位の特徴は *C. pilosula* に類似するが葉の形状は *C. tangshen* に類似した *Codonopsis* sp. も純系のタイプ S0を示し、また甘肅省産白条党参 (民族薬物資料館保存生薬標本 No.26659) に認められたタイプ Q0も純系であった。この2タイプは塩基配列の類似性、産地などから *C. pilosula* に属すると判断した。以上の純系であった7種類の塩基配列タイプを考慮することにより、*Codonopsis* 属2種1変種の多様な塩基配列の成因は、表1のように考察された。例えば、*C. pilosula* の中で最も出現頻度が高かったタイプ P3は、タイプ P0とタイプ S0が交配することにより生じたものと考えられた。また、*C. pilosula* var. *modesta* ではタイプ PM0が最も頻度が高かったが、この地域に *C. pilosula* のタイプ P0またはタイプ S0が侵入しそれぞれタイプ PM0と交配すると、タイプ P1やタイプ P7が生じるなどのように考察され、多様性の軌跡を追うことができた。*C. tangshen* ではタイプ T3と T1が多く見られ、両タイプが交配したと考えられるタイプ T4も多かった。*C. tangshen* は、*C. pilosula* やその変種と明らかに分布域を異にし、湖北省や重慶市に分布したが、タイプ T1の関与がタイプ P6やタイプ PM1に見い出されたことは興味深い。

分類群または塩基配列タイプを分けるマーカー配列が明確になったことから、次に生薬「党参」の中国市場品の基原を検討したところ、甘肅省産党参ではタイプ PM0、P3、PM1、P1及び P0が多かった。大多数が *C. pilosula* であり、甘肅省文県に産するもののみ主として *C. pilosula* var. *modesta* に由来した。品質良好とされる「紋党参」と称する市場品はタイプ PM0、PM1及び T1であった。*C. tangshen* に由来する市場品は湖北省、重慶市、陝西省の市場に認められた。日本市場では貴州省産と甘肅省産の党参が主流ですべて *C. pilosula* であったが、河南省産党参のみ *C. tangsh-*

en のタイプ T0、T2を示した。多くの市場品が、塩基配列タイプの異なる個体の混合品であり、栽培地の状況を反映しているものと考えられた。

薬用 *Codonopsis* 属植物の成分的差異

遺伝子解析により *Codonopsis* 属植物及び党参市場品の基原を確証した上で、生物活性の報告がある7成分 (アルカロイド: Codonopyrrolidinium A、Codonopyrrolidinium B; フェニルプロパノイド: Tangshenoside I; ポリアセチレン類: Cordifolioidyne B、Lobetyolinin、Lobetyolin、Lobetyol) を定量し、分類群間の差異を検討した³⁾。その結果、*C. pilosula* 及び *C. pilosula* var. *modesta* の主な成分は Codonopyrrolidinium B であり、*C. tangshen* に特徴的に多い成分は Tangshenoside I 及び Codonopyrrolidinium A であることが明らかになった。Lobetyolin はほぼ共通して含まれていた。*C. tangshen* のタイプ T1は、*C. pilosula* var. *modesta* からなる「紋党参」市場品中に混在していたが、*C. tangshen* の成分的特徴を有していた。なお、塩基配列タイプの違いによる差異は認められなかった。

おわりに

党参を例にして、遺伝子情報は生薬の基原種の鑑別はもちろんのこと、薬用植物の多様化の軌跡を追う手段になることを示した。*C. pilosula* またはその変種と、*C. tangshen* との間で交配があった可能性が示されたことから、今後栽培地において交配が進めば、各種の成分的特徴が不明瞭になることも考えられる。遺伝子資源の確保の観点から、純系の系統は保護していく必要がある。

参考文献

- 1) 文部科学省地域イノベーションクラスタープログラムグローバル型(II期)「ほくりく健康創造クラスター」広域化プログラム (2008~2012) により作成した。
- 2) He J. Y., Zhu S., Komatsu K., Goda Y., Cai S. Q., *J. Nat. Med.*, 10. 1007/s11418-013-0780-1 (2013).
- 3) 何敬愉, Zhu S., 小松かつ子, 合田幸広, 蔡少青, 日本生薬学会第60回年会講演要旨集, p.263, 2013.

(小松かつ子)

味認識装置による漢方処方並びに生薬の品質評価

(独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター種子島研究部 安食 菜穂子

1. はじめに

漢方薬などの原料となる生薬は天産品であるため、原植物（動物、鉱物）が同じであっても、生育環境、遺伝的形質、収穫時期、調製法、貯蔵法、新旧などの違いにより、形態や成分含量に違いがある。またそのことは、これらの味や色、においにも変化をもたらし、場合によってはノンコンプライアンス（医師に処方された薬を患者が医師の指示通りに服用しないこと）の原因となる場合もある。現行の日本薬局方（第十六局）¹⁾においては、医薬品各条の規定の他、通則、生薬総則、製剤総則及び一般試験法の規定により、収載される医薬品の適否が判定される。通則には、「医薬品各条の規定中、性状の項は参考に供したもので、適否の判定基準を示すものではない」と記載されている。しかし、生薬総則には、「生薬の性状の項のうち、におい、味及び鏡検時の数値は、適否の判定基準とする」との記載があり、生薬や生薬か

ら調製される漢方処方における官能の表現が化学的合成医薬品と比べて重要視されている。一方、味には客観的な基準が無く、これまで試験者の感覚に基づいて、「甘い」、「苦い」といった表現をされてきており、客観性のある評価基準の設定が望まれている。

我々は近年開発・実用化された味認識装置を用い、漢方処方や生薬の客観的な味評価の可能性について検討を行っている。本稿では、味認識装置の測定原理ならびにこれまでの検討例を数例紹介する。

2. 味認識装置による味測定の原理

2-1. 味認識装置とは

味認識装置は、九州大学の都甲らによって開発された、食品等の味を測定する装置である。現在、市場に出回っているさまざまな食品や飲料の味の評価は、専門家による官能検査や化学分析に依存

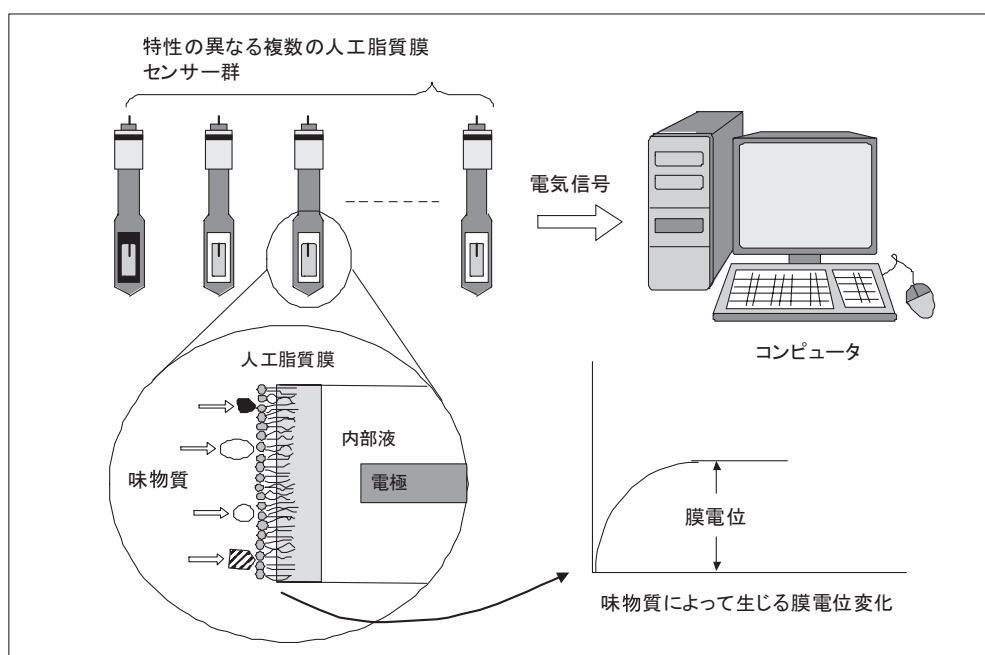


図1 味認識装置概観図

しているのが現状である。しかしながら官能検査においては、検査員間の意見が揃わない場合があるという問題や、文化・伝統や価値観の異なる各人の好みを理解することが難しいなどといった問題がある。また、化学分析においては、糖度計（屈折率）やHPLC（カラム分離）等を用いた分析が行われているが、味物質の種類が膨大であることや、味には相互作用があるために、得られる結果がヒトの感覚とは異なるという問題がある。このような状況を打開するために、今から約20年前に九州大学の都甲らは、ヒトを模倣した「人工脂質膜を用いたマルチチャンネル味覚センサ」を発明し、味を測るという概念を作り出した。

2-2. 味認識装置の原理

生体では、呈味物質が舌の味細胞先端のマイクロビリー膜に吸着することで味細胞の細胞膜に電位変化が生じる。この電位変化は特性の異なる味

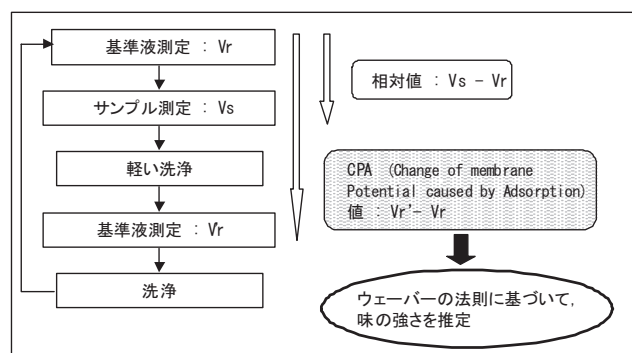


図2 味測定のプロセス

表1 各種センサープロープが主に応答する味の特性

センサープロープ名	主に応答する味の特性
AAE	旨味 旨味後味
CT0	塩味
CA0	酸味
C00	酸性苦味 酸性苦味後味
AE1	渋味 渋味後味
AT0 ^{*)}	塩基性苦味 塩基性苦味後味 (AT0)
AN0	塩基性苦味後味 (AN0)
AC0	酸味 (AC0 ^{**)} 塩基性苦味後味 (AC0)

*) AT0 はメーカーでの取扱いを終了している。

**) 現在は酸味評価には用いていない。

表2 各種基本味溶液組成

溶液組成	
基準液	塩化カリウム (30 mM), 酒石酸 (0.3 mM)
酸味	塩化カリウム (30 mM), 酒石酸 (3.0 mM)
塩味	塩化カリウム (300 mM), 酒石酸 (0.3 mM)
旨味	塩化カリウム (30 mM), 酒石酸 (0.3 mM), グルタミン酸水素ナトリウム (10 mM)
塩基性苦味	塩化カリウム (30 mM), 酒石酸 (0.3 mM), キニーネ塩酸塩 (0.1 mM)
酸性苦味	塩化カリウム (30 mM), 酒石酸 (0.3 mM), イノα 酸 (0.01%)
渋味	塩化カリウム (30 mM), 酒石酸 (0.3 mM), タンニン酸 (0.05%)

細胞毎に異なっており、これらを神経回路網が計算（パターン認識）していろいろな味を識別していると考えられている²⁾。味認識装置ではこの生体の味認識メカニズムをモデルとし、味検出に重要な働きをする脂質を高分子化合物で固定化した人工脂質膜センサを用いて、呈味物質の吸着による脂質膜の膜電位変化を情報として取り出している（図1）。その際に、特性の異なる味細胞に相当するものとして、応答特性の異なる脂質をセンサープロープの膜材料として用い、これらの脂質膜センサプロープから得られる複数の信号をコンピュータでパターン認識して味の識別を行う³⁾。

2-3. 味認識装置による味強度測定

味測定のプロセスを図2に示す。人の唾液に相当する基準液として、無味に近く、かつ脂質膜センサプロープの出力が安定である、塩化カリウム (30mM) と酒石酸 (0.3mM) を溶解した水溶液を用い、サンプルを測定する前に基準液について測定し、その測定値を Vr (mV) で表す。次に、サンプル溶液に脂質膜センサプロープを浸したときの測定値を Vs、サンプル測定終了後に再び測定した基準液の測定値を Vr' と定義する。基準液とサンプル溶液の測定値の差 (Vs-Vr) が脂質膜センサプロープの出力値となり、この値はヒトに置き換えると、口の中にもものを含んだ際に感じる味（先味）に相当すると考えられる。また、サンプル測定の前と後での基準液の測定値の変化 (Vr' -Vr) は、脂質膜に味物質が吸着したことによって膜の電荷密度や構造が変化したこと由来すると考えられる。ヒトに置き換えると口の中のもの飲み込んだ後もしばらく口の中に感じる「後味」に相当すると考えられ、この値を CPA (Change of membrane Potential caused by

表3 各漢方処方構成生薬

処方名	構成生薬
葛根湯	カッコン, マオウ, タイソウ, ケイヒ, シャクヤク, カンゾウ, ショウキョウ
小柴胡湯	サイコ, ハンゲ, オウゴン, タイソウ, ニンジン, カンゾウ, ショウキョウ
小青竜湯	マオウ, シャクヤク, カンゾウ, ケイヒ, サイシン, ゴミシ, ハンゲ, ショウキョウもしくはカンキョウ
六君子湯	ニンジン, ソウジュツもしくはピャクジュツ, ブクリョウ, ハンゲ, チンビ, タイソウ, カンゾウ, ショウキョウ
苓桂朮甘湯	ブクリョウ, ソウジュツもしくはピャクジュツ, ケイヒ, カンゾウ

Adsorption) 値と定義する⁴⁾。現行の各センサープローブの特性を表1に示す。また、表2に、各味の基準となる味物質を示す。基準味物質とサンプルについて得られるこれらの値を基に、「刺激の量の変化を知覚し得る弁別閾（刺激の識別が可能な最小値）は、刺激の強さに比例する」というウェーバーの法則に基づいて、人間が感じる味強度の違いを推定する⁵⁻⁷⁾。ヒトが「味が違う」と認識できるのは、その味が1.2倍濃く（または薄く）なった場合とされており、この1.2倍の変化を推定値1目盛りとして表している。本稿中の数値0は、ほぼ無味である3倍希釈した基準液の味を表している。なお、マイナスの値は、センサの閾値が低いために得られる値であり、ヒトでは無感覚であると考えられる領域である。

3. 複数種類の漢方処方エキスの識別に関する検討例⁸⁾

漢方処方は複数の生薬から構成され、構成生薬を混合して煎じた湯液、粉碎した粉末、または抽出エキスなどが内用及び外用に適用される。このように複数の生薬が混合された漢方処方について、味認識装置を用いることによる各処方の味の識別の可能性を検討した。

5種類の漢方処方（葛根湯、小柴胡湯、小青竜湯、六君子湯、苓桂朮甘湯）のエキス各8～9社分の水溶液について、味認識装置を用い、酸味、旨味、苦味、渋味及び甘味の5つの味要素の強度を測定した。それぞれの処方の構成生薬を表3に示す。また、従来の日本薬局方記載用の試験方法に基づいた、ヒトによる味覚試験も同時に実施した。その結果、味認識装置を用いた測定によって各味について得られた「味の違いを表す数値」には多数の各処方間で有意差が認められた（図3）。また、本実験に用いた各処方エキスが示した5つの味の要素それぞれの平均値のレーダーチャートを図4に示す。小柴胡湯と苓桂朮甘湯は、それぞれの構成生薬が大きく異なるにも関わらず、ほぼ同一の味のパターンを示したが、渋味の部分で有意な差が認められた（図3, 4）。

ヒトによる味覚試験においては（表4）、小青竜湯を除き、酸味を表現した人はいなかった。他方、味認識装置による測定では、

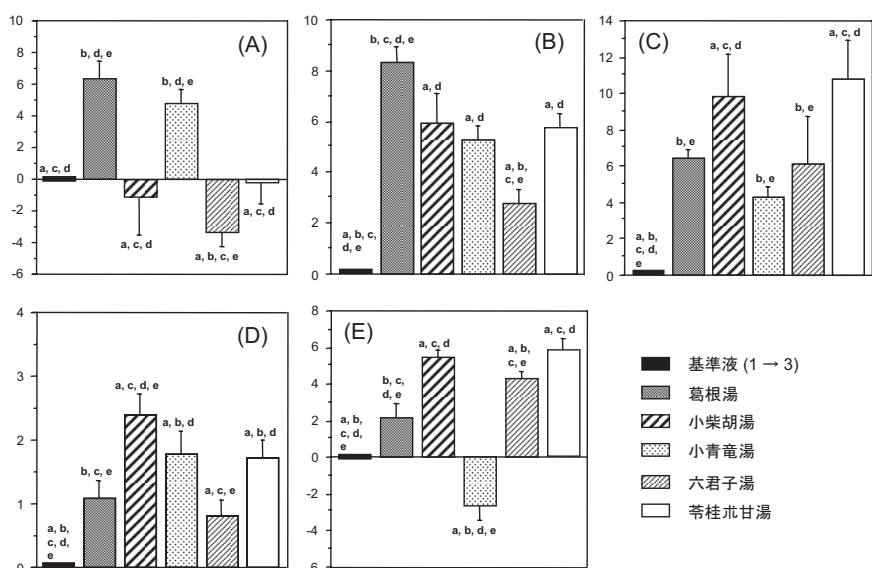


図3 各漢方処方エキス間の味の違い

酸味(A), 旨味(B), 苦味(C), 渋味(D), 甘味(E)について、それぞれ処方間で比較した。各棒グラフは平均値(±標準偏差, n=8-9)を表す。また、グラフ中の“a”は葛根湯に対して、“b”は小柴胡湯に対して、“c”は小青竜湯に対して、“d”は六君子湯に対して、“e”は苓桂朮甘湯に対して、それぞれP<0.0001で有意差が認められたことを示す。

方、味認識装置による測定では、小青竜湯に加えて葛根湯で有意に酸味が示された。葛根湯と小青竜湯は、ヒトでは辛味が感じられていた。辛味は、味細胞で感じる味ではなく、辛味物質であるカプサイシンに応答する受容体は42℃以上の高温を感知するタンパク質であることがわかっている⁹⁾。葛根湯の場合、ヒトではこの辛味で酸味がマスクされた可能性が考えられる。また、ヒトによる味覚試験では、旨味を表現した人がいなかったが、これは、これまで生薬や漢方処方に関して旨味を考えると

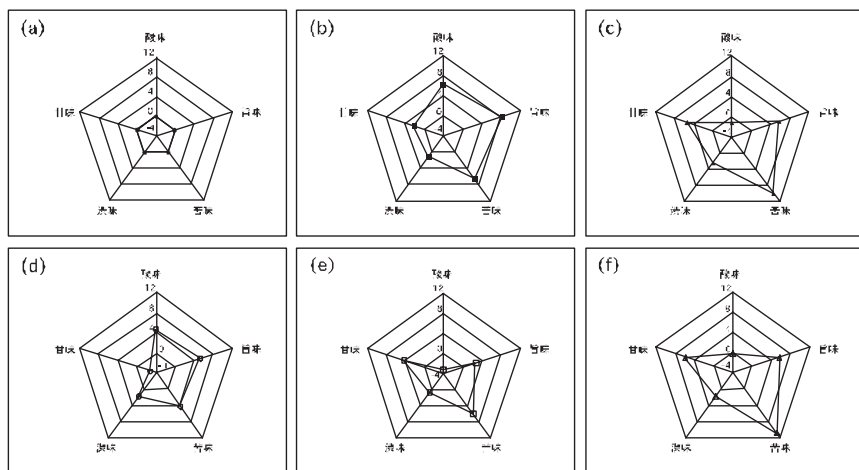


図4 各漢方処方エキスの味パターン
基準液(1→3) (a), 葛根湯 (b), 小柴胡湯 (c), 小青竜湯 (d), 六君子湯 (e), 苓桂朮甘湯 (f).

表4 漢方処方エキスのヒトによる官能表現

処方名	味の表現
葛根湯	はじめ甘く、後に辛くやや苦い
小柴胡湯	渋く、後にわずかに甘い
小青竜湯	はじめやや酸味があり、後に辛い
六君子湯	甘く苦い
苓桂朮甘湯	甘く、後に苦い

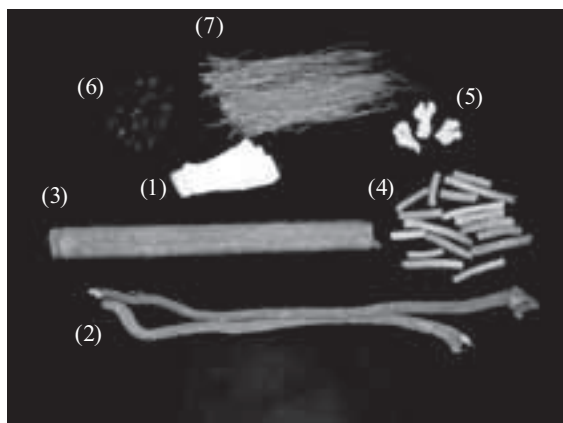


図5 葛根湯構成生薬

カクコン(1), カンゾウ(2), ケイヒ(3), シャクヤク(4), ショウキョウ(5), タイソウ(6), マオウ(7). (五十音順)

表5 葛根湯ならびに葛根湯各構成生薬の煎じ液に関する官能表現

	味表現
葛根湯	はじめ甘く、やや苦く渋い。後にやや辛く酸味がある
マオウ	酸味とえぐみがある。葛根湯のような味がする
カクコン	甘く、こぼしい
カンゾウ	はじめ甘く、直後に苦い
ケイヒ	ほのかに甘く、辛く渋い
カクコン	ほのかに甘く、ややえぐい
タイソウ	はじめ甘く、わずかに酸味があり、後にやや渋いが、おいしい
ショウキョウ	はじめやや甘く、後に極めて辛い

いう概念が無かったためと推察される。

味認識装置による測定では5処方すべてが苦味でプラスの値を示した。他方、ヒトによる味覚試験では、小柴胡湯と小青竜湯において、苦味は表現されていない。味認識装置による測定では、小柴胡湯は他の4種類の処方と比較して渋味が特に強かったことから、ヒトでは苦味が強い渋味にマスクされ、渋味だけを感じ、表現した可能性が考えられる。また、小青竜湯の苦味は比較的弱い一方、辛味や酸味が強い

ため、同様に苦味がマスクされたものと考えられた。

以上、ヒトでの表現には強い味に他の味がマスクされる傾向がある一方、味認識装置では5種の味について規格化することが可能であるものと考えられた。特に、ヒトによる味覚試験では、同一処方であっても各社毎に味の差があり、味を平均化して表現することが難しい場合がある。他方、味認識装置で測定した場合、味がデジタル化されて表現されるため、容易に平均化することが出来る。今回用いた5種類の処方すべてについて、一定の味の傾向が見られ、処方間の味の違いが有意な差を持って認められたことから、本装置を用いることによって、各処方について統一的な表現をすることが可能であると共に、客観性のある味の測定が可能であると考えられる。

4. 漢方処方葛根湯に関する検討例¹⁰⁾

前項では、味認識装置が種々の漢方処方エキスの味を識別しうる可能性を示した。ところで、漢方処方は複数の生薬によって構成されている。そのため、一処方の中にあっても、内服する場合により強くその味を示す構成生薬の存在も考えられることから、漢方処方の中で最も繁用されている葛根湯を例に、一つの処方の中でその処方の味を決定付けている構成生薬を識別する可能性について検討を行った。葛根湯の構成生薬は、カクコン、カンゾウ、ケイヒ、シャクヤク、ショウキョウ、

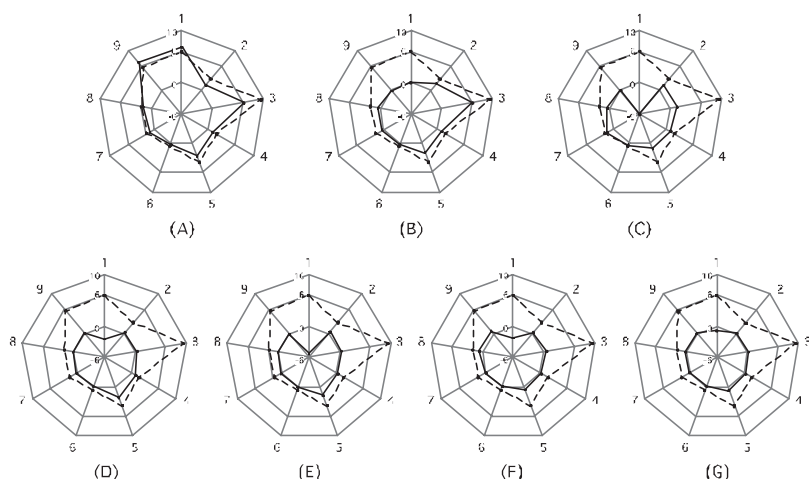


図6 葛根湯ならびに葛根湯各構成生薬煎じ液の味分布

葛根湯及び葛根湯各構成生薬の煎じ液を測定試料として、味認識装置を用いて味測定を行った。レーダーチャート中の点線は葛根湯の味分布を示す。各レーダーチャート中の実線はそれぞれ、マオウ (A)、カクコン (B)、カンゾウ (C)、ケイヒ (D)、シャクヤク (E)、タイソウ (F) 及びショウキョウ (G) の味分布を示す。レーダーチャート外周の数字はそれぞれ以下の味要素を示す。酸味 (AC0) (1)、塩味 (2)、旨味 (3)、酸性苦味後味 (4)、酸性苦味 (5)、渋味後味 (6)、渋味 (7)、塩基性苦味後味 (AT0) (8) 及び塩基性苦味 (9)。

タイソウ、マオウの7種である (図5)

葛根湯一日分量及び葛根湯の各構成生薬の一日分量を煎じて10倍に希釈した液を測定試料として味認識装置を用いて測定し、同時に、各煎じ液の原液について、ヒトによる官能試験を行った。その結果、味認識装置による測定において、葛根湯の構成生薬のうち、マオウの味パターンと葛根湯の味パターンが近似しており (図6 (A))、一方、ヒトによる官能試験においても、マオウについて「葛根湯のような味」と表現された (表5)。また、

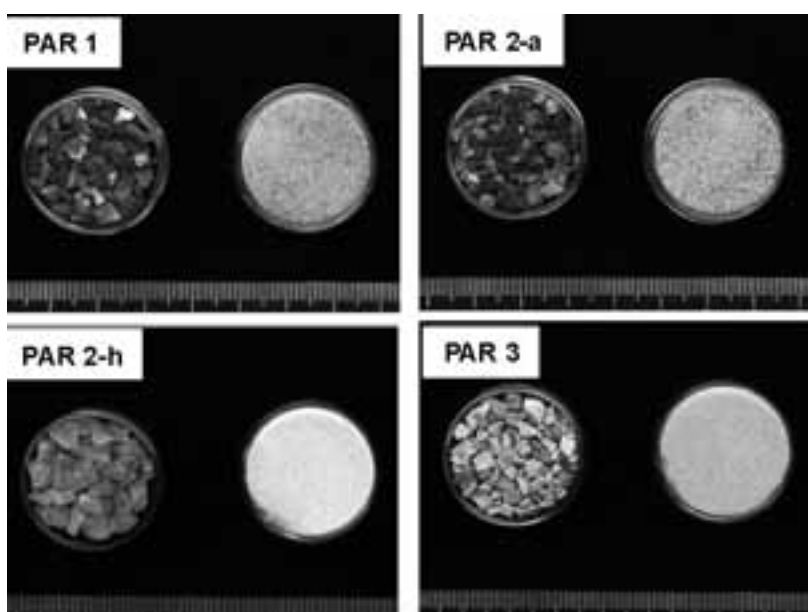


図7 各タイプの日本薬局方ブシ

ブシ1 (PAR 1)、高圧蒸気処理を施されたタイプのブシ2 (PAR 2-a)、加熱処理を施されたタイプのブシ2 (PAR 2-h)、ブシ3 (PAR 3)。それぞれ、刻み (左) 及び中末以下粉末 (右)。

旨味はカクコンが、渋味についてはカンゾウも葛根湯の味に寄与していることが認められた (図6 (B), 6 (C))。従って、葛根湯の味は主にマオウの味を基本として、さらにカクコン及びカンゾウの味によって構成されていると推察される。

一方、葛根湯におけるマオウの様に単独で処方独自の味を決定付ける構成生薬が存在しない、苓桂朮甘湯のような処方があることも分かっている¹¹⁾。

5. 日本薬局方ブシの識別に関する検討例¹²⁾

前二項では、複数種類の生薬を混合して製される漢方処方の味に関する客観的評価について、複数種類の処方エキスの識別や、一処方の中でその処方の味を決定付けている構成生薬の識別の可能性について述べた。最後に、漢方処方の原料として用いられる生薬の味評価の検討について、生薬ブシを例に紹介する。

ブシはハナトリカブト (カラトリカブト) *Aconitum carmichaeli* Debeaux などキンポウゲ科 (*Ranunculaceae*) トリカブト属 (*Aconitum*) 植物の塊根を様々な方法で加工 (修治) して作製される生薬であり、鎮痛や強心、冷え性の改善作用などを有する薬として用いられている。その使用の歴史は古く、中国最古の本草書である『神農本草経』に下品 (毒をもって病を治す薬) として収載されている¹³⁾。また、麻黄附子細辛湯や真武湯など、ブシが配合された漢方処方も数多く存在し、現在でも汎用されている。しかしながら薬用量と中毒量が近接しているため、使用には細心の注意が必要である。また、トリカブト属植物は全草、特に根部にブシジエステルアルカロイドと称される種々の強毒性のアルカロイドを有することから有毒植物としても有名である。

加工を施されていない生ブシは特に強い毒性を有し、産地や採集時期により毒性の強弱に大きなバラツキがある。

ブシはその生薬としての重要性から、第十四改正日本薬局方第二追補¹⁴⁾に記載された。日本薬局方(日局)ブシは加工法の違いにより下記の3種類(ブシ1~ブシ3)に分類されている。すなわち、高压蒸気処理により加工されたもの(「ブシ1」)、食塩、岩塩又は塩化カルシウムの水溶液に浸せきした後、加熱又は高压蒸気処理により加工されたもの(「ブシ2」)及び食塩の水溶液に浸せきした後、石灰を塗布することにより加工されたもの(「ブシ3」)である。

一方、日局に記載されている生薬は、その各条において性状の項に記載される“味”が適否の判定基準とされているが、ブシについてはその強い毒性のため、試験者の安全性を考慮して性状の項にその味を規定していない。本項では味認識装置による各ブシの味の評価並びに本装置による各ブシ

シの識別の可能性について述べる。

各種ブシ全47検体を実験材料として用いた。これらのブシは加工法により、以下のように4種に分類した。すなわち、「ブシ1」(PAR 1) 13検体、高压蒸気処理を施されたタイプの「ブシ2」(PAR 2-a) 12検体、加熱処理を施されたタイプの「ブシ2」(PAR 2-h) 11検体及び「ブシ3」(PAR 3) 11検体である。各タイプのブシを図7に示す。中末以下に揃えた各ブシの粉末試料を水で抽出し、味認識装置にて測定した結果、以下A及びBの知見が得られた。

A. ブシの水抽出液には、全般的に塩基性苦味後味が強く検出された他、酸性苦味、塩味及び旨味も検出され、これらの味要素の数値は、ブシの加工法及び測定に供した水抽出液の濃度によって違いが認められた(図8、表6)。一方で、酸性苦味後味や渋味及び渋味後味は検出されなかった。これらの結果より、ブシの水抽出液はアルカロイド系の苦味が突出して強く残る一方で、お茶のような渋味は感じられないと推察された。

B. 日局で規定されている3種類のブシについて、味認識装置を用いて下記の方法で測定することで分類が可能であると考えられた。すなわち、1) 濃度0.1mg/mLのブシ水抽出についてANOセンサを用いて塩基性苦味後味値を測定する。2) 1)で得られた塩基性苦味後味の値が低い場合、濃度1 mg/mLのブシ水抽出についてANOセンサで測定する。ここで得られた塩基性苦味後味の値が約4以上であれば、「ブシ1」(PAR 1)であり、塩基性苦味後味の値が約4未満であれば、高

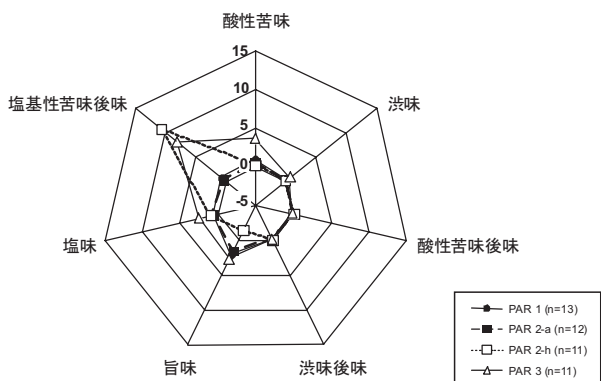


図8 各タイプ日本薬局方ブシの味パターン
 ‘塩基性苦味後味’は試験液濃度 0.1 mg/mL, その他の味については濃度 1 mg/mL

表6 各タイプ日本薬局方ブシの味強度

	各味強度 (平均値 ± 標準偏差)						
	酸性苦味	渋味	酸性苦味後味	渋味後味	旨味	塩味	塩基性苦味後味*)
PAR 1 (n = 13)	0.87 ± 0.16	0.22 ± 0.14	0.07 ± 0.08	0.07 ± 0.03	2.18 ± 0.38	0.51 ± 0.09	0.60 ± 0.29
PAR 2-a (n = 12)	0.50 ± 0.10	-0.01 ± 0.05	0.03 ± 0.07	0.01 ± 0.04	1.61 ± 0.28	0.66 ± 0.12	0.19 ± 0.06
PAR 2-h (n = 11)	0.19 ± 0.23	0.01 ± 0.03	0.09 ± 0.05	0.04 ± 0.02	-1.33 ± 0.85	0.99 ± 0.15	10.53 ± 2.38
PAR 3 (n = 11)	3.61 ± 1.57	0.75 ± 0.20	-0.10 ± 0.09	-0.02 ± 0.03	2.80 ± 0.23	2.50 ± 0.45	7.94 ± 0.66

*) ‘塩基性苦味後味’は試験液濃度 0.1 mg/mL, その他の味については濃度 1 mg/mLでの測定値。

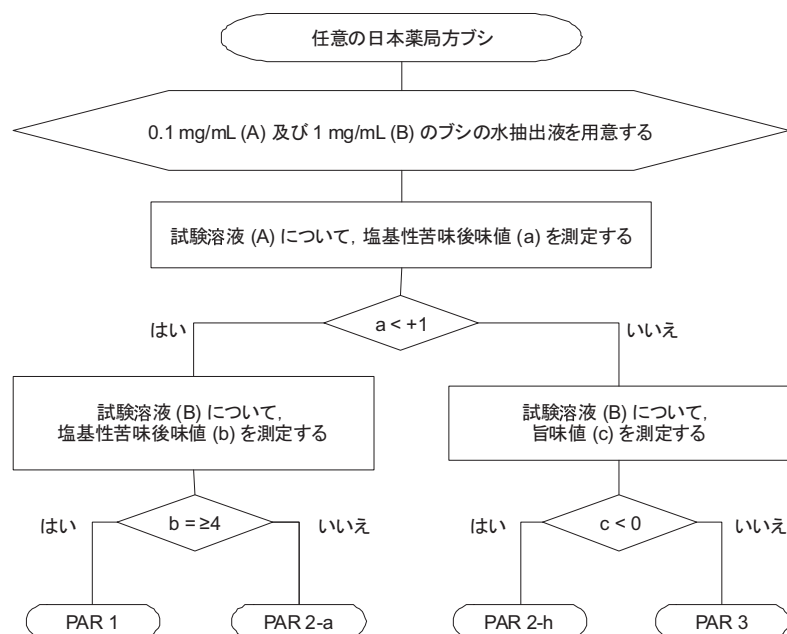


図9 味認識装置による日本薬局方ブシのタイプ識別フローチャート

圧蒸気処理を施されたタイプの「ブシ2」(PAR 2-a)であると判定可能である。一方、3) 1) で得られた塩基性苦味後味の値が高い場合、濃度 1 mg/mL のブシ水抽出について AAE センサを用いて旨味値を測定する。ここで得られた旨味が負の値であれば、加熱処理を施されたタイプの「ブシ2」(PAR 2-h) であり、正の値であれば、「ブシ3」(PAR 3) であると判定可能である(図9)。

以上、日局の各「ブシ」の味は、苦味が突出して強く残るのが全般的な特徴であるが、それぞれの加工法の違いにより少しずつ異なる味の特徴が認められるため、その違いから「ブシ1～3」を識別可能であると考えられる。

6. おわりに

古来、生薬の品質評価は、外見、触感、味、におい、色などの官能的特徴を熟練した試験者の五感で判定する方法により行われてきた。近年の日本薬局方においては生薬の含有成分に関して、確認試験法並びに定量法が規定されている品目が増加している。しかし、特定の含有成分だけではこれらの品質を厳密に評価することは困難であり、

現在でも五感による評価が重要であることに変わりはない。本稿で紹介した例も含め、我々は味認識装置を用いた研究を通じて、様々な生薬類の味を客観的に評価する可能性を示してきた。今後はこれらのさらなる品質向上を目指し、五感による従来の評価法と味認識装置をはじめとした各種測定機器による客観性の高い評価法を組み合わせた品質評価法を確立したいと考えている。

引用文献

- 1) 厚生労働省告示第65号, 平成23年3月24日.
- 2) 社団法人日本化学会編 “化学総説 No.14 味とにおいの化学”, 東京大学出版会, 1976, pp.4-6.
- 3) Kiyoshi Toko, “Biomimetic Sensor Technology”, Cambridge University Press, Cambridge, 2000, pp. 115-119.
- 4) 池崎秀和, 谷口晃, 都甲潔, *電気学会E論文誌*, 118, 506-512 (1998).
- 5) 日科技連官能検査委員会編, “新版 官能検査ハンドブック”, 日科技連出版社, 東京, 1973, pp.162-163.
- 6) Mcleod, S. *Jour Exp. Psychol.*, 44, 316-323 (1952).
- 7) Shutz, H. G., Pilgrim, E. S., *Jour Exp. Psychol.*, 54, 41-48 (1957).
- 8) 安食菜穂子, 川原信夫, 合田幸広, *Natural Medicines*, 59, 164-170 (2005).
- 9) Montell C., Birnbaumer L., and Flockerzi V., *Cell*, 108, 595-598 (2002).
- 10) 安食菜穂子, 鈴木あゆみ, 川原信夫, 合田幸広, *生薬学雑誌*, 60, 21-27 (2006).
- 11) 安食菜穂子, 芳野知栄, 川原信夫, 合田幸広, *生薬学雑誌*, 61, 6-13 (2007).
- 12) Anjiki, N., Hosoe, J., Fuchino, H., Kiuchi, F., Sekita, S., Ikezaki, H., Mikage, M., Kawahara, N., Goda, Y., *J. Nat. Med.*, 65, 293-300 (2011).
- 13) 松本一男編, 『新刻校補神農本草経』, 昭文堂, 東京, pp 185-186 (1984).
- 14) 厚生労働省告示第461号, 平成16年12月28日.

薬用植物の健康食品、化粧品等としての利用

丸善製薬株式会社 研究開発本部 田村 幸吉

1. はじめに

薬用植物は、主として医薬品用途（医薬品の抽出及び合成原料、民族医学の原料、民間薬）に使用されるが、その他に、食料品（生鮮及び加工食品、食品添加物、健康食品、薬膳）、化粧品（香料、化粧品、日用雑貨）、その他（環境用、工芸品、農業）などに広く利用されている。ここではハーブ類を含め広い意味での薬用植物について述べたい。

例えば、マメ科植物カンゾウの根及び根茎「甘草」は、漢方処方や漢方エキス製剤の原料として、ヨーロッパではハーバルメディシンとして医薬品に使用される他、ソース調味料など食品原料として、また含有成分グリチルリチン酸が、甘味及び抗炎症作用を有することから、甘味料として食品添加物に、あるいは化粧品に使用されている。アメリカではタバコ用フレーバーとして多量使用されている。変わったところでは、グリチルリチン酸が、発泡性あるいは界面活性作用を有することから、消泡剤やインク原料として使用された歴史もある。

近年では、生態系への影響を最小限にしようとするグリーンケミストリーとして提唱された環境運動に基づき、再生可能な植物を利用しようとする取り組みが多く、植物が多方面の業界に利用されてきている。その中で、多くの薬用植物は、野生品が収穫の対象となるため、乱獲による資源の枯渇が心

配されている。そのため野生品の再生可能な計画的な収穫法、あるいはさらに一步進んで、栽培化が進んでいる現状がある。

ここでは、健康食品および化粧品へ利用されている薬用植物について述べる。

2. 健康食品

「健康食品」という語句は、法律上の定義はなく、表1の区分のように、食品衛生法によって規制される一般食品に含まれ、広く健康の保持増進に資する食品として販売・利用されるもの全般を指しており、効能効果については表示できない。健康食品市場は、ここ10年間1兆2000億円前後で頭打ちとなっているが、進行する高齢化と人々の予防意識の高まりが、底堅い消費者ニーズとなり、市場を形成している。以前は、健康食品という怪しいイメージもあったが、近年では安全性および一定の作用が確認されたものが大部分となっている。なお、1991年の特定保健用食品制度の創設および2001年には保健機能食品制度の見直しにより、いわゆる健康食品のうち、国の制度として、国が定めた安全性や有効性の基準を満たした食品を、特定保健用食品及び栄養機能食品として、一定の効能効果を表示することが可能となった。前者には、植物が利用され、茶カテキン（「コレステロールが高めの方に適する」とか「食後の血中中性脂肪が上昇しにくい」）、グアバ葉、杜仲葉、ラフマ葉（「血圧が高めの方に適する」）などが有効

表1 植物が利用される商品の法的位置づけ

医薬品		化粧品	食品		
医薬品	医薬部外品		特定保健用食品	栄養機能食品	一般食品（健康食品）
薬事法			健康増進法（消費者庁）食品衛生法		食品衛生法

成分として使用されている。後者に使用できる成分は、ビタミン類12種およびミネラル類5種に限定され、植物起源のものは利用できない。これらの食品については、2009年に創設された消費者庁が所管する健康増進法により規制される。なお現在、規制改革会議の一つのテーマとして、いわゆる健康食品の機能性表示を可能とする取り組みについて検討されている。

健康食品に使用できる素材は、厚生労働省のホームページに掲載されている食薬区分のうち「医薬品的効能効果を標ぼうしない限り医薬品と判断しない成分本質（原材料リスト）」に具体的な植物由来物のリストが公開されている。掲載されていない新たな素材については、基準に基づいた食薬区分の判断を求め、リストに掲載される必要がある。

健康食品の公的な情報先として、独立行政法人国立健康・栄養研究所が公開している「健康食品の安全性・有効性情報」には、全てが植物起源のものではないが、約1000種類の素材に関する情報が記載されており、非常に参考となる情報が掲載されている。

また健康食品に関与する法律として、薬事法、

表2 健康食品に利用される植物例

訴求効能	植物例
滋養強壯	薬用ニンジン、エゾウコギ、マカ、クコ、ニンニク、ナツメ
肝機能改善	カンゾウ、ウコン、マリアアザミ、キク
アイケア	ブルーベリー、ビルベリー、メグスリノキ
免疫賦活	オオバコ、ウコン、エキナセア、セイヨウニワトコ
メタボ改善	アシタバ、ギムネマ、カンゾウ、サラシア、ウーロン茶
リラックス	カモミラ、ラベンダー、セイヨウオトギリソウ
抗老化	イチヨウ、ノコギリヤシ、ブドウ、ボタンボウフウ

表3 カンゾウの化粧品への使用例

使用部位	抽出溶媒	含有成分	作用
根および根茎	水溶性溶媒	サポニン、フラボノイド及びその配糖体	抗炎症、抗アレルギー
	脂溶性溶媒	フラボノイド	美白、抗菌、抗炎症
葉	水溶性溶媒	フラボノイド	抗老化

食品衛生法、健康増進法、JAS法、景品表示法、特定商取引法などがある。

西洋ハーブ類は、ヨーロッパでは医薬品（ハーバルメディシン）として扱われているが、米国及び日本では食品として流通しており、健康食品素材として多用されている。一方、日本の漢方処方に使用される生薬は、大部分が専ら医薬品として指定され、カンゾウ、オタネニンジン、キキョウ、タイソウなど一部の生薬が健康食品素材として利用される。また杜仲の樹皮は専ら医薬品であるが、杜仲の葉は健康食品として利用できるように、生薬として使用される部位と異なった部位は健康食品素材として利用できる植物がいくつかある。

インドのアユルベーダや中南米原住民の伝統医療など世界各地で伝統医療に使用されていた薬用植物が、健康食品素材として紹介され、販売される例も見受けられ、食薬区分の認定を受けた素材を利用する必要がある。

表2に、健康食品に使用される主な植物例をあげた。

3. 化粧品

薬事法では、医薬品、医薬部外品、化粧品、医療用具の4つに分類される。植物は、多くの医薬部外品と化粧品に利用されているため、ここでは、両者について記述し、特に両者の区別を必要としないときは、「化粧品」とよぶ。医薬部外品は医薬品と化粧品の間に位置するもので、有効成分の配合量などについて規制されている。医薬部外品とは、日本独自のカテゴリーで、「吐きけその他の不快感、口臭、体臭防止、あせも防止、脱毛防止、育毛または除毛などで人体に対する作用が緩和なもの」で、いわゆる薬用化粧品（薬用歯磨き、薬用石鹸など）や入浴剤の多くが該当する。使用できる有効成分リスト及び添加物リストが作成され

ており、製造販売においては、個別品目毎に厚生労働大臣の承認が必要とされる。安全性及び効能効果についての資料が要求されるが、製品への効能効果に表示が可能である。一方、化粧品は、「人の身体を清潔にし、美化し、魅力を増し、容貌を変え、または皮膚もしくは毛髪をすこやかに保つために身体に塗擦、散布、その他これに類似する方法で使用されることが目的とされている物で、人体に対する作用が緩和なものをいう」と薬事法に記述されている。化粧品に汎用されている成分についても書籍があり、多くの植物が利用されているのがわかる。いずれにしても、健康人を対象として身体を清潔に保つという衛生的な面と美しく装うということが目的であって、生理作用が緩和なものとされる。

以前から化粧品には、自然志向、エコロジー志向などを反映して、化粧品原料として植物系の原料が好んで使用されている。近年化粧品の有用性、生理的作用の研究が進み、その機能、効用が解明されてきており、植物がその一端を担っている。

化粧品で使用されている植物抽出物は、水溶性抽出物と油溶性抽出物があり、含有成分を高濃度に精製した製品も使用されている。使用される植物部位は、花、葉、実、種子、根など全草にわたっており、同じ植物が使用されても、抽出条件や使用部位の違いで、効能は全く異なっている。例えばカンゾウの使用例は表3に示した。

植物抽出物の含有成分は、タンニン、フラボノイド、サポニン、カロチノイド、精油、アルカロイド、糖類、アミノ酸類である。

主な機能別成分を詳しく記述する(表4)。

- ①保湿作用：植物抽出物は、多糖類やアミノ酸を含有しているので、一般的に保湿作用を有している。
- ②抗炎症作用：炎症を起こす原因が多種存在するため、使用される植物も多く存在する。カンゾウ含有成分のグリチルリチン酸が多く使用されるが、カモミラ(アズレン含有)、アルニカがよく使用される。
- ③美白作用：色素沈着のメカニズムが遺伝子レベルで解明されるにつれ、メカニズムに対応する植物が使用されるようになってきている。医薬

表4 化粧品に利用される植物例

訴求効能	植物例
保湿	アマチャズル、アロエ、オウゴン、カッコン、ゲンチアナ、トウキ、バクモンドウ、カンゾウ、アシタバ
抗炎症	カンゾウ、カモミラ、アルニカ、シコン、オオバク、クチナシ、セイヨウノコギリソウ、アロエ、カワラヨモギ
美白	カモミラ、コウボク、カンゾウ、ソウハクヒ、トウキ、シヤクヤク、セイヨウノコギリソウ、カキヨク、カシス
抗老化	エイジツ、ゲンノショウコ、ホップ、スギナ、マリアアザミ、ゲットウ、スターフルーツ、ハス、カミツレ、カンゾウ

部外品の主剤として美白効果をうたえるカモミラの他、メラニン産生抑制作用が報告されている植物には、油溶性カンゾウ、ソウハクヒ、シヤクヤクなどがある。

- ④抗老化作用：しわ防止のために、抗酸化作用、細胞賦活作用、血流促進作用を有する植物が利用される。抗酸化作用を有する植物は、フラボノイドやポリフェノールを有するものが多く、チャ、ハマメリス、ローズマリーなどが、細胞賦活作用を有する植物は、アロエ、オドリコソウ、ニンジンなどが、血流促進作用を有する植物は、イチヨウ、センブリ、テルミナリアなどがある。
- ⑤育毛作用：血管拡張作用及び血流促進作用を有するセンブリ、タマサキツツラフジ、頭皮刺激作用を有するトウガラシ、抗炎症作用を有するカンゾウが使用されている。

4. おわりに

近年では、環境にやさしく、再生可能な資源として、天然物である植物が注目され、広範囲の食品や化粧品に配合されている。長い歴史の中で得られた多くの使用経験から適用、効果、安全性などが確認され配合されてきた。国では「機能性を持つ農林水産物」プロジェクトや各地域においても同様のプロジェクトが始まっており、機能性食品や機能性化粧品がプロジェクトの出口となることが期待される。一方、一般に天然物が好まれる傾向にあるが、使用経験の長い植物といえども、使用方法や使用量を間違えると、副作用が生じることがあるので、使用には充分配慮して使用する必要がある。

薬用植物総合情報データベースの構築

(独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター筑波研究部
育種生理研究室 主任研究員 河野 徳昭

はじめに

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（以下、センター）は、筑波研究部（茨城県つくば市）、北海道研究部（北海道名寄市）、種子島研究部（鹿児島県熊毛郡中種子町）の3研究部からなり、生薬の基原となる薬用植物をはじめとする多種多様な植物について、保存、栽培、育種、成分研究、そして遺伝子工学的研究等、我が国随一の薬用植物のリファレンスセンターとして幅広い研究を行っている。センターは約4千4百種の植物体、約1万3千点の種子に加え、無菌培養植物、遺伝子クローン、生薬標本、さく葉標本などの資源及び資料を保有しているが、わが国の財産であるこれらの貴重な薬用植物資源を保存するとともに、植物、生薬、漢方薬に関する正しい情報を広く提供することは、センターの担う重要な使命のひとつである。センターでは、その情報提供の形態の一つとしてデータベースを選び、保有する資源に情報を付加することにより高付加価値化を進めることを目的として、保有する重要薬用植物約100種について植物の基本情報等を収集し、平成22年3月に「薬用植物データベース」を公開した。

また近年、生薬、漢方薬を取り巻く世界的な状況が変遷するなかで、これらの情報を提供するデータベースについてもより多様な情報が求められるようになっている。そのような時流に対応するため、センターを中心とする研究班では「薬用植物データベース」の基本骨格を引き継ぎ、直観的な操作性を維持しつつ、日本薬局方に関する情報や、成分情報等のユーザーの専門性に応じた多種多様なデータを閲覧可能な「薬用植物総合情報データベース」<http://mpdb.nibio.go.jp>（図1）を構築し、平成25年3月に公開を開始した。本稿では、これら

のデータベースの詳細について紹介したい。

薬用植物資源情報のデータベース化

センターは、平成17年に国立医薬品食品衛生研究所の薬用植物栽培試験場から医薬基盤研究所に移管され、あらたなスタートを切った。その第1期5ヶ年の中期目標として、「医薬基盤研究所薬用植物資源研究センターで保存する植物資源につき、その情報を公開し、研究者等の提供要請に応える」という目標を掲げ、これを実行するための中期計画として「センター保有の重要な薬用植物等100種につき、その特性、成分、生物活性等の情報をデータベース化し公開する」ことを決定した。

センターには多種多様な薬用植物の植物体や種子があるが、これら植物体や種子の単体での価値は限定的であり、いわば「物体」に過ぎない。それらを「資源」たらしめるものはその学名はもちろん、由来、成分、遺伝子型等の「情報」であり、「物体」は「情報」とともに管理されることではじめて「資源」となるのである。我々は、センターの保有する



図1. 薬用植物総合情報データベースホームページ
(<http://mpdb.nibio.go.jp>)

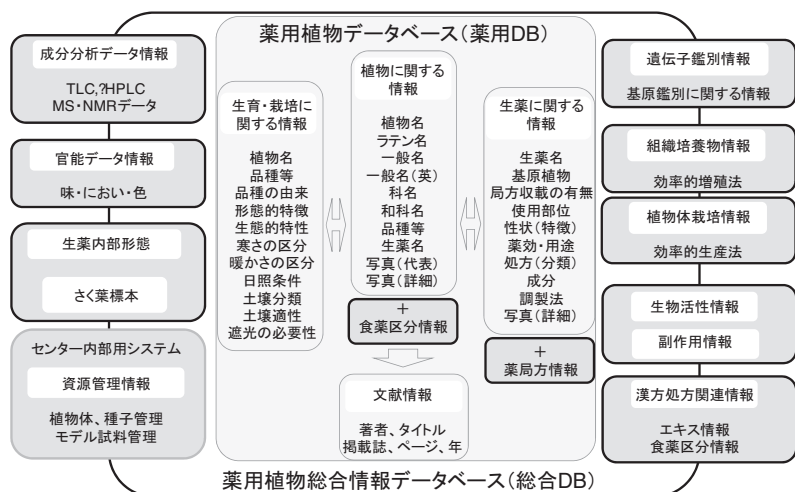


図2. 薬用 DB 及び総合 DB に収載されるデータカテゴリー

重要薬用植物約100種について「情報」とともに提供することで「資源」としての高付加価値化を図ることを目的のひとつとし、「薬用植物データベース」(以下、薬用 DB)を作成し、平成22年3月に公開を開始した。この「初代」薬用 DB の構造はいたってシンプルであり、対象植物の植物情報、生薬情報、生育・栽培に関する情報、そして文献情報を収載するものであった(図2中央部分)。

このなかで、「薬用植物 栽培と品質評価」(薬事日報社)の情報をベースとする栽培情報は、実際の薬用植物栽培の視点に立った情報を収載している点が特徴的であり、また、植物情報中の写真ライブラリーは各植物の、種子や苗から植物の生育の様子、そして花や果実といった各種生育ステージに加え、生薬までのオリジナル写真千点以上を収載しており、これだけでも見ごたえのある内容となっている。

この薬用 DB は、研究者、製薬関係者、薬学生、そして一般の方々まで幅広い層のユーザーを想定し、クリックだけでも操作可能な「眺めて楽しい図鑑」をコンセプトとして設計しており、平成24年には年間約3千件の利用があった。また大手検索サイトで「薬用植物データベース」をキーワードに検索すると、本データベースがトップに表示されるようになり、我が国随一の薬用植物に関するデータベースとして認知されたものと考えている。

薬用植物総合情報データベースへの発展

近年の、漢方薬や生薬への関心の高まりはめざ

ましいものがあり、生薬の安全性確保や有効利用に関する、正しい認識と知識の普及がより重要な課題となっている。また、生薬は天然物であり、基原植物、生育(野生・栽培)環境、調製法等の違いにより、有効成分の含有量等、品質が左右されるため、高品質生薬の安定供給には栽培、加工・調製等の各分野で、生薬及びその基原植物の基礎データに基づいた品質管理が要求される。そのような背景のもと、国民の健康及び薬用植物資源の確保に資するため、生薬の多様性の範囲確認

による品質管理の基礎となる情報、並びに、漢方薬製剤原料となる貴重な遺伝資源の確保と維持に関する情報を広く提供するためのシステムの構築が求められるようになった。

そのような折、厚生労働科学研究費補助金(創薬総合推進研究事業)「漢方薬に使用される薬用植物の総合情報データベース構築のための基盤整備に関する研究」(研究代表者:川原信夫 薬用植物資源研究センター長)が採択され、本研究の枠組みでセンターを中心として、平成22年度から3ヶ年のデータベース構築研究が開始された。

新たに構築する薬用植物総合情報データベース(以下、総合 DB)においては、薬用 DB に収載されている薬用植物及び生薬の基本情報に加え、生薬の成分情報、内部形態情報、遺伝子鑑別情報等の品質管理に関する情報、そして薬用植物の効率的生産、増殖法等の資源確保に関する情報等の各種情報を集積することになったが、既に運用を開始していた薬用 DB は、上記のような多種かつ多量の情報を収載し安定して提供するためには、いささかシステムが脆弱であり拡張性に乏しかったため、基本的情報は引き継ぐものの、システム的には新規に構築することとした。

総合 DB に収載されるデータのカテゴリーは、図2に示すように官能情報(味、色)、さく葉標本情報、遺伝子鑑別情報、組織培養物または植物体の効率的増殖法に関する情報、成分情報、日本薬局方情報、内部形態情報、生物活性情報、副作用情報、エキス情報及び食薬区分情報を含む漢方処

方関連情報と一気に増加した。これに伴い、構築に関わる研究者数も、センター内で完結していた薬用DB構築時とは規模を異にし、研究分担者14名、さらに協力研究者48名を含めると総勢60名を超える大プロジェクトとなった。

また、データベースの構築に着手するにあたりデータを収集する対象生薬としては、漢方処方エキス製剤生産量の約90%を占める重要処方44種¹⁾に配合される重要生薬75種(表1)を中心とすることを決定し、関連データの収集を開始した。

「文献情報」と「実測データ」

総合DBの最大の特徴が、生薬に関する「実測」データを掲載する点である。世に存在する多くのデータベースに掲載されるデータはいわゆる「文献情報」であるが、本総合DBでは「モデル生薬」について実測データを逐一新規に取得し、データベース化を進めている。

ここで、「モデル生薬」について説明したい。「モデル生薬」または「モデル試料」は、日本漢方生薬製剤協会、日本生薬連合会、東京生薬協会の関係各社様のご協力をいただき、国内に流通している生薬のロットから抽出した試料を、センターが提供を受け、それぞれに標本番号を付け管理、保存している試料で、国内流通生薬を代表する検体として、本研究で成分情報や遺伝子情報等の実測データを取得するために用いている。これら一生薬・多検体のモデル試料から得られる実測データは、国内に流通する生薬の多様性、バリエーションを把握する上で重要な指標となるものと考えている。また、同データは、産地や品種、系統等のパラメータによる比較解析の基礎となり、産地による成分等の特性の解析や、遺伝子マーカーの開

発等に寄与できるものと期待される。

本総合DBは文献情報と実測データの両方を掲載しており、例えば、「効率的増殖法」カテゴリでは、これまでに論文として報告されている増殖法に関する情報のサマリーを文献情報に掲載し、一方、センターで行った増殖法に関する実験結果を実測データとして掲載している。同様に遺伝子鑑別情報についても、生薬またはその基原植物の遺伝子鑑別に関する論文情報や、国際遺伝子データベース(DDBJ/EMBL/GenBank)に登録されている遺伝子鑑別に利用可能な遺伝子領域の塩基配列情報を学術情報として掲載する一方、モデル試料の同遺伝子領域の配列情報、そしてそれらを用いた基原植物鑑別の結果等を実測データとして掲載している。総合DBは、このような2本立ての情報構造により、論文化された学術情報と、センター保有の植物資源や、実際に国内に流通している生薬の多様性を反映した実測値の両者を、ユーザーに提供することとした。

データベースシステムの構築

総合DBのデータベースシステムについては、まず、収集したデータを登録するための「データ登録システム」から構築を開始した。登録システムの構築に際し、あらかじめ各データカテゴリの担当者に、どのようなデータ項目が必要で、それらがどのようなデータ形式であるのか(テキスト形式、画像形式、分析機器の汎用データ形式など)、そして予想されるデータサイズなど、データベース構造設計の基本となる情報について聞き取りを行い、カテゴリごとにデータベース構造を固めていった。さらに、カテゴリ間で相互参照するデータ項目などを設定し、最終的なデータベースシステムの仕様が完成し、それに従って登録システムを構築した。そして、データ検索、閲覧時の画面遷移方法について仕様を決定し、インターネット上での公開を担う、「公開システム」の構築へと進んだ。

上記のデータベースの構築、試用による評価、改修、そして再び評価と、登録、検索、及び閲覧に関わるシステムのブラッシュアップを公開に向け何度も繰り返し、平成25年3月に一般への公開

表1. 総合DBでデータ収集の対象とした生薬一覧

最優先5品目	オウゴン	カンゾウ	ショウキョウ	ソウジュツ	ニンジン
	オウレン	ケイヒ	ゴシツ	サイコ	サンシシ
優先15品目	ジオウ	シャクヤク	シャゼンシ	センキュウ	ソウウ
	ダイオウ	トウキ	ビャクジュツ	ブクリョウ	マオウ
	ボタンビ	トウニン	サイシン	ハンゲ	カクコン
二年度以降	タクシャ	バクモンドウ	チョウトウコウ	ゴシュユ	キョウニン
第一優先	ボウイ	モクツウ	チンビ	オウギ	オウバク
25品目	オンジ	キキョウ	コウボク	ゴミシ	サンシュユ
	サンショウ	タイソウ	サンヤク	チモ	ポウフウ
	ケイガイ	ショウマ	キクカ	マンニン	コウベイ
二年度以降	カンキョウ	レンギョウ	チョレイ	コウジン	キジツ
第二優先	ブシ	ハッカ	ドクカツ	シンイ	ビャクシ
30品目	リュウタン	キョウカツ	イレイセン	テンマ	サンソウニン
	モッコウ	リュウガンニク	バクガ	ボクソウ	アキョウ
	ホレイ	リュウコツ	カッセキ	ボウショウ	セツコウ

□ : 動物生薬 ■ : 植物生薬

を開始した。なお、総合 DB の公開により、薬用 DB は公開を終了した。

総合 DB 本体の構築に合わせ、センターの保有する植物体、種子等の資源を管理する、「資源管理システム」も当時使用していたファイルメーカー版から一新した。将来的には、保存種子の発芽試験情報など、総合 DB とのデータの連携を図る予定である。

また、総合 DB で取り扱うモデル生薬の管理を行う「モデル試料管理システム」についても新規に構築した。本管理システムでは、協力企業より提供を受けた、生薬試料の導入履歴管理、標本管理番号管理、研究分担者及び協力者への配布履歴管理、そしてエキスの調製時の情報や在庫管理までを一元的に行っている。なお、これらのシステム構築は株式会社富士通九州システムズに委託した。

2013年6月の時点での、登録データ数の概要は下記のとおりである。登録生薬数135生薬（うち、日本薬局方登録生薬数124生薬）、モデル生薬の登録がある生薬数45生薬、モデル生薬総数751件、登録植物数190植物。実測データの件数については、モデル試料について LC/MS データ件数631件、モデル試料について TLC データ件数363件、などとなっている。

総合 DB の使用法

本総合 DB は「初代」薬用 DB の「クリックだけで閲覧できる」コンセプトを受け継いでおり、直観的な操作で必要な情報にたどりつくことができるはずである。また、専門性の高いデータベースにありがちなユーザー登録等をまったく必要とせず、全公開情報にアクセスできることも、本総合 DB の大きな特徴である。さらに、英語版情報も備えており、生薬、漢方薬、薬用植物の情報の、世界への発信に貢献できるものと期待している。

ここでは、導入部分について操作法を簡単に紹介したい。まず、インターネットブラウザで <http://mpdb.nibio.go.jp> にアクセスすると、図1の画面が表示されるので、「検索する」をクリックすると「生薬検索」、「植物検索」、「化合物検索」、「モデル試料検

索」のタブが出現するので、これらをクリックし、各検索画面へと進む。これらの検索画面のうち、総合、生薬、化合物のものを図3に示す。もしくは、まず全体からキーワードに該当するものを検索したい場合は生薬、植物、化合物情報の主要な項目に対して部分一致で検索を行う「総合検索」も可能である。また、ここで「データ一覧」タブを選択すると、「薬用植物一覧」、「生薬一覧」、「日本薬局方収載生薬一覧」、そして「漢方処方情報一覧」が表示され、収載されている情報の全体像を把握することができる。

「生薬検索」に進んだ場合、生薬関連の項目全体に関する検索、項目を指定しての検索、そして五十音表示が可能である。ここで、たとえば生薬名「オウゴン」を入力し検索すると、生薬「オウゴン」が1件ヒットし、基原植物名や、モデル試料件数が30件、そして関連する遺伝子情報が60件登録されていることなどが表示される。さらに生薬名「オウゴン」をクリックすると詳細な生薬の情報が表示される。以降、興味に応じてクリックし、収載情報の閲覧を進めていただきたい。

総合 DB のデータカテゴリー

総合 DB のデータカテゴリーは多岐にわたり、さらに収載されている情報は多種多様であるため、すべてを解説することはできないが、いくつか代表的なカテゴリー及びその表示機能について紹介したい。

NMR データ：生薬詳細情報から主要成分の化合



図3. 総合 DB の各種検索トップ画面



図4. 生薬オウゴンに含まれるバイカリンのNMR情報の表示例

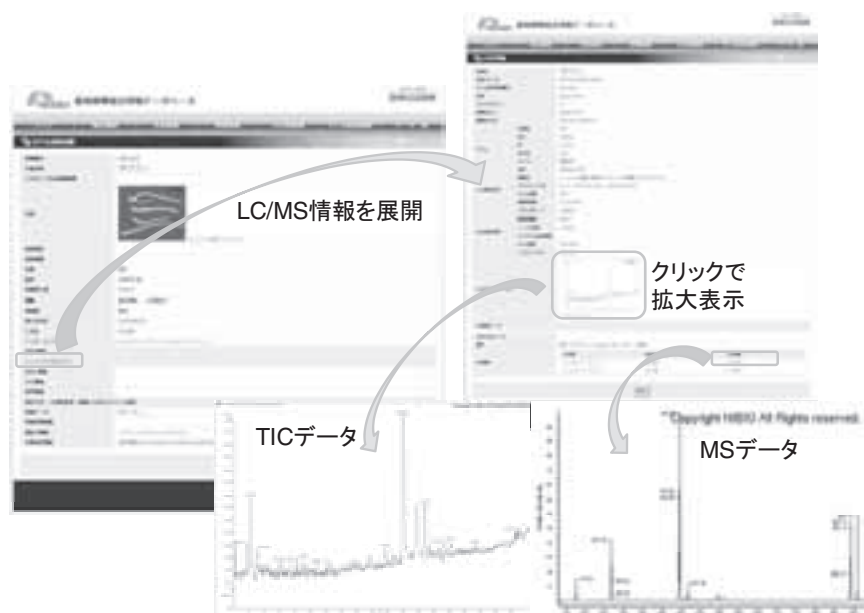


図5. 生薬オウゴンモデル試料のLC/MS情報の表示例

物の ^1H 、 ^{13}C のNMRデータを選択し、それぞれのチャートを閲覧することが可能である。また、FIDファイル、JCAMPファイルとして各データのダウンロードが可能である(図4)。

LC/MSデータ：モデル試料について、エキスの実測LC/MSチャートを収載している。これらの情報はサムネイルで表示されているが、拡大表示、または、JCAMP形式のTICデータファイルをダウンロードすることも可能である。また、主要化合物についてそのMSやMS/MSスペクトル情報を表示またはダウンロードすることも可能である(図5)。

内部形態情報：生薬の内部形態(鏡検)情報は、

日本薬局方²⁾の生薬の性状の項に記載される、適否の判定基準に用いられる重要な情報のひとつである。本総合DBでは内部形態情報の項目に鏡検画像を収載しており、一覧表示から各画像を選択すると高解像度の画像を閲覧することが可能である(図6)。

官能(味)情報：生薬の味の情報もまた、日本薬局方の生薬の性状の項に記載される、適否の判定基準に用いられる重要な情報のひとつである。本総合DBでは味情報について味認識装置³⁾で取得したデータをレーダーチャート形式でまとめ、収載している。例えば、オウゴンの味情報では、モデル試料15検体の各パラメータのデータは、ほぼ同様のパターンに収束していることが見て取れる(図7)。

遺伝子鑑別情報：遺伝子情報を用いた生薬の鑑別については、第十五改正日本薬局方第一追補⁴⁾から「遺伝子情報を利用する生薬の純度試験」として、核rDNA ITS領域の遺伝子配列に基づくソウジュツとビャクジュツの鑑定法を基礎としたビャクジュツ

中のソウジュツに関する純度試験法が、参考情報に収載されている。生薬の基原植物鑑別において客観的な結果が得られやすい手法のひとつとして、遺伝子情報を利用した基原植物の鑑別は今後重要性を増し、適用範囲を拡大すると考えられ、総合DBでも生薬およびその基原植物、そしてモデル試料の遺伝子配列情報及び、関連する遺伝子鑑別の文献情報、そして、国際遺伝子データベース登録の塩基配列情報等を収載している。

TLC確認試験法：日本薬局方には確認試験法として薄層クロマトグラフィー(TLC)を用いた方法が記載されているが、実際にどのような展開パター



図6. 内部形態情報の表示例 (生薬オウゴンモデル試料)

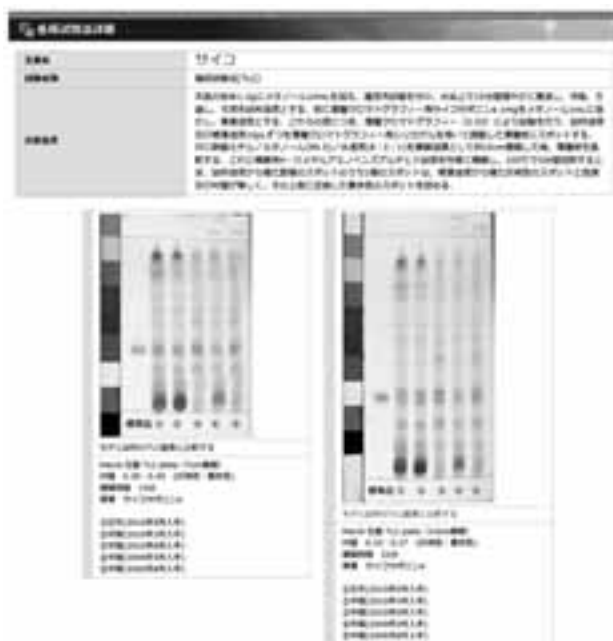


図8. 生薬の確認試験法(TLC)のデータ表示例 (生薬サイコの例)

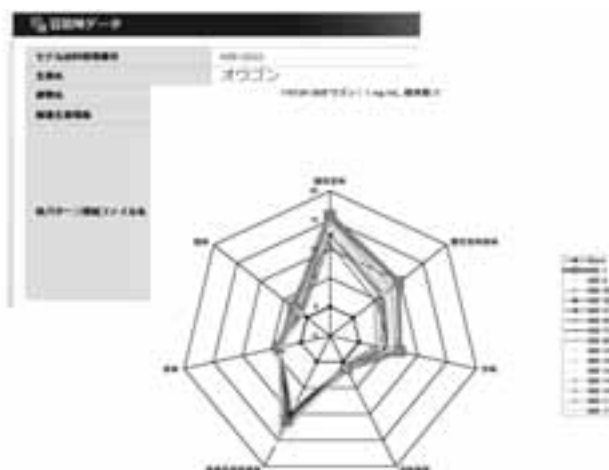


図7. 官能データ(味)の表示例(生薬オウゴンモデル試料、一部拡大)

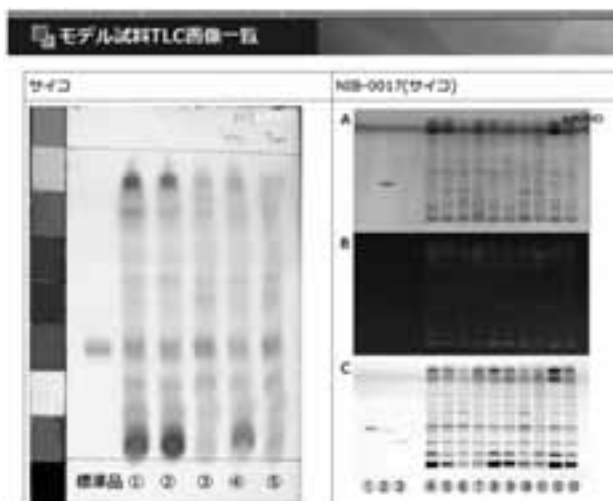


図9. 確認試験法のTLC画像と、モデル生薬との画像比較(生薬サイコの例)

ンになるのか、またその色はどのような色調なのか、文字のみでは把握しにくい面があった。そこで、本総合DBでは、確認試験法で用いられる条件で展開したTLCの画像を掲載し、これを閲覧できるようにした(図8)。さらには、モデル試料のTLCとの比較もできるようにした(図9)。

上記の他、薬用植物の栽培やその機械化に関する情報、無菌培養技術等を駆使した効率的増殖法に関する情報、副作用情報など多種の情報を掲載している。データの収集、入力引き続き行われており、今後掲載データ数はさらに増える見込みである。生薬の品目やカテゴリーによってはデータが少ない、または未収集のものもあるが、長い目で使

い続けていただき、誤植等の指摘や、このようなデータがあればよいなどといったご意見、ご要望をフィードバックしていただけたら幸いです。

なお、図に示しているデータベースのレイアウト、検索、表示機能等は改修等のため変更される可能性があることをご了承いただきたい。

総合DBの今後の展開

センターでの薬用植物のデータベース構築は、薬用DBから、厚生労働科学研究費で遂行された現行の総合DB開発へと歩みを進めて来たが、本

総合DB開発研究は平成25年4月より実質的に第2期目に入り、発展研究へと進んでいる。

第2期となる今期は、各生薬についてデータの取得を継続するとともに、データを収集する生薬を増やし、情報量の拡充を進めて行く予定である。また、新規カテゴリーとして「薬用植物のトランスクリプトミクス・ゲノミクス情報」、稀少薬用植物資源に関する情報「薬用植物レッドデータブック」、また、近年の生薬・薬用植物分野における国際標準化への対応、とくに中国伝統医学の国際標準化(ISO/TC249)に関する情報の提供を行う「ISO/TC249国際標準化情報」の各カテゴリーを新設し、これらの情報の収集、収載を進める予定である。

その中のひとつ、「薬用植物のトランスクリプトミクス・ゲノミクス情報」について詳細をご紹介したい。現在、植物の分子生物学的研究は、薬用そして二次代謝研究の対象としては魅力に乏しいシロイヌナズナやイネといったモデル植物のゲノム解析が完了し、ポストゲノム、そしてポストモデル植物時代の只中にある。次世代シーケンサーの普及により、網羅的な全遺伝子解析は低コスト、短時間化が進んでいる。今後、研究者の対象はより複雑な生合成経路を有する非モデル植物に移行すると考えられるが、薬用植物はまさにそのような非モデル植物の典型であり、未利用遺伝子資源の宝庫である。このデータベース構築研究においては、千葉大学齊藤和季教授を研究分担者とし、「薬用植物のトランスクリプトミクス・ゲノミクス連絡会」のメンバーを中心として、センターの保有する薬用植物資源及び、各研究者の解析対象とする薬用植物の解析情報を収載する計画である。

これらのうち、とくに基盤研の植物資源について構築するEST情報については、植物資源と共に提供可能であることを最大の特徴とし、随時、目的の遺伝子のクローニング等に元植物を使用可能であり、これらの資源と情報のペアは最先端の分子生物学的研究の材料として、即戦力となるものと考えている。

また、今期の課題として、各カテゴリーに収載されているデータ間の関係性について解析を行うことも検討している。例えば、ある生薬について、産地情報と成分情報と遺伝子多型情報間で相関解

析を行い、ある産地に特徴的な成分や遺伝子型、また、遺伝子型と成分との関係、といったカテゴリー横断的な相関解析により、生薬の品質や安全性管理、そして漢方のEBM確立に資する有用な知見が得られる可能性がある。

おわりに

以上述べたように、センターでは薬用DBそして総合DBとデータベースの整備を行ってきたが、我々は、収載される情報が最新であり、また、研究者や専門家の方々の高度な要望に応えられるものであり続けられるよう、日々更新及び拡充を進めている。本データベースが、専門の方だけではなく、幅広い層のユーザーの方々に眺めて楽しめる図鑑として、そして、新たな発想の源として利用されることを願っている。加えて、センターの保有する優れた薬用植物資源を、総合DBの多様な情報と共に活用していただければ幸いである。

謝辞

モデル生薬を提供していただいた、日本漢方生薬製剤協会、日本生薬連合会、東京生薬協会の関係各社様に深く御礼申し上げます。また、データベースの設計・構築からデータ取得、そしてデータの入力のご尽力いただいた、本研究に携わる全ての研究者の方々に深く御礼申し上げます。

本研究は、厚生労働科学研究費補助金創薬基盤推進研究事業「漢方薬に使用される薬用植物の総合情報データベース構築のための基盤整備に関する研究」、「薬用植物栽培並びに関連産業振興を指向した薬用植物総合情報データベースの拡充と情報整備に関する研究」の一環として遂行するものである。

参考文献

- 1) 平成16年「薬事工業生産動態統計年報」厚生労働省医政局経済課、日本漢方生薬製剤協会
- 2) 第十六改正日本薬局方(平成23年3月24日 厚生労働省告示第65号)
- 3) 安食菜穂子ら、生薬学雑誌 59, 164-170 (2005)
- 4) 第十五改正日本薬局方第一追補、参考情報(平成19年9月28日 厚生労働省告示第316号)

薬用植物栽培・品質評価指針の作成

(独) 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 菱田 敦之

1. はじめに

薬用植物栽培・品質評価指針は、日本で唯一の薬用植物の栽培と品質に関する指針である。1992年（昭和63年）に作成を開始して現在Ⅰ～Ⅶまで作成された。また同指針は、「薬用植物 栽培と品質評価」として書籍が発刊されている。

近年、薬用植物の国内栽培の再開が期待される中で、同指針の役割は大きく、生産者、技術者および企業の関心も高い。そこで、薬用植物栽培・品質評価指針の作成の歴史、目的などについて紹介する。

2. 薬用植物を取り巻く状況

日本では、現在、高齢化社会や国民の健康志向を背景に生薬を原料とした漢方エキス製剤の需要が増加している。平成23年度におけるその生産金額は1,320億円で前年度に比べ3.7%増加した。

現在、生薬原料の83%は中国で生産され、近年、中国の経済成長に伴い価格は上昇し、安価で良質な生薬の入手が難しくなっている。新たな生薬の生産地を第三国に求める気運もあり、日本の国内栽培の再開が期待されている。

しかしながら、薬用植物はマイナー作物に分類され、その多くは機械化、省力化栽培技術が確立されていない。また地域の指導者、技術者は非常に少なく、薬用植物の栽培技術の普及が困難な状況にある。

3. 薬用植物の栽培に関する指針の必要性

医薬品原料となる薬用植物は、その利用の特殊性から生産物に一定の品質が求められている。さらに生薬原料となる薬用植物は、伝統的な栽培法や、独特の加工技術があり、これらは熟練した技

術が必要な場合もある。このような理由から、生薬及び医薬品原料となる薬用植物の栽培、加工は、一定の品質を確保するために、伝統的な栽培技術の知見や試験研究の成果を踏まえ公的機関が標準的な栽培法を示した栽培指針を作成することが望ましい。

4. 日本における薬用植物の栽培指針の歴史

明治期以降において薬用植物の栽培に関する研究は、1874年（明治7年）に東京司薬場（現、国立医薬品食品衛生研究所）が設立されたことが始まりである。1877年（明治10年）にフランスよりコルヒクム等25種の種子をとりよせ同場にて栽培試験が開始された。これらの試験成果は、1887年11月（明治20年）に「薬草培養採取法要領」として官報に公示された（図1）。これが、日本の近代における初の薬用植物の栽培指針である。この要領では、ケシ、ジキタリス、ヒヨス、ベラドンナ、チームス（ジャコウソウ）、ラベンデル（ラベンダー）、ウイキョウ、コロシント、纈草（カノコソウ）、アルテアの10種の薬用植物の栽培および収穫法が紹介され、これらの栽培が奨励された。

その後、公的機関による薬用植物の栽培指針はなかったが、一般書籍として、1934年（昭和9年）に刈米、若林「薬用植物栽培法」が出版され52品目の栽培法が紹介された。戦後1970年（昭和45年）に公定書協会編「新しい薬用植物の栽培法」が出版され62品目の栽培法が収載された。これらの執筆者は、薬用植物資源研究センターの前身である薬用植物栽培試験場の関係者が多く参加している。



図1 薬草培養採取法要領（明治20年）
我が国初の薬用植物の栽培に関する指針

5. 薬用植物栽培・品質評価指針

1980年代後半、漢方製剤に用いる生薬の多くが輸入品に依存していたことから、生薬の安定供給、品質向上、薬用植物栽培技術の指導等の要請がなされた。そこで、薬用植物の優良種苗の確保及びこれら薬用植物の栽培技術指導を目的として、1988年（昭和63年）に、「薬用植物実態調査、栽培品質評価指針作成等の事業」が開始された。この成果は、1992年から「薬用植物栽培・品質評価指針Ⅰ～Ⅴ」として報告された（図2）。なお薬用植物栽培・品質評価指針は、「薬用植物 栽培と品質評価」として薬事日報社より出版されている（図3）。

その後、「薬用植物栽培・品質評価指針」は事業母体の変遷を経て、現在、薬用植物資源研究センターが編集を担い、多くの研究者の協力を得て刊行を続けている。最新刊は、2011年に「薬用植物栽培・品質評価指針Ⅺ」及び「薬用植物 栽培と品質評価 Part 12」を刊行し、これまでに合計63品



図2 薬用植物栽培・品質評価指針（一例）



図3 薬用植物 栽培と品質評価（Part 1～12）

目の薬用植物の栽培と品質評価法を収載した（表1）。

5. 薬用植物栽培・品質評価指針の構成

薬用植物栽培・品質評価指針では、日本薬局方に収載された生薬や医薬品の原料となる薬用植物を中心に、この他に世界的に重要度が高い薬用植物も収載対象としている。指針では、基礎的な情報の項目として、「植物名（和名及び学名）」、「利用部位」、「植物の性状」、「生薬の特徴・産地」、栽

表1 「薬用植物 栽培と品質評価」で掲載された薬用植物の品目

巻	品目数	品目名	監修	発行日
Part 1	5	オウレン, ジオウ, ダイオウ, トウキ, ミシマサイコ	厚生省薬務局	1992年9月25日
Part 2	5	ガジュツ, キキョウ, センキュウ, ハトムギ, ベニバナ	厚生省薬務局	1993年11月25日
Part 3	5	エビスグサ, カギカズラ, ケイガイ, シソ, シャクヤク	厚生省薬務局	1994年11月1日
Part 4	5	ウコン, カノコソウ, サフラン, ホソバオケラ, ムラサキ	厚生省薬務局	1995年11月1日
Part 5	5	インドジャボク, オオバナオケラ, オタネニンジン, ゲンノショウコ, ボタン	厚生省薬務局 研究開発振興課	1996年11月1日
Part 6	5	カミツレ, キバナオウギ, ゲンチアナ, コガネバナ, ドクダミ	厚生省健康政策局創薬・新医療技術研究会	1997年11月1日
Part 7	5	オオカラスウリ, キハダ, クコ, クマコケモモ, ヒロハセネガ	厚生省健康政策局創薬・新医療技術研究会	1998年11月1日
Part 8	5	クチナシ, センブリ, トウスケボウフウ, ハナトリカブト, ブクリョウ	厚生省健康政策局創薬・新医療技術研究会	1999年11月1日
Part 9	6	カワラヨモギ, サンショウ, センナ, ヒキオコシ, モッコウ, マオウ	編集:薬用植物栽培・品質評価指針作成検討委員会	2000年12月12日
Part 10	7	アミガサユリ, ウスバサイシン, ウツボグサ, オオバコ, カンゾウ, テンダイウヤク, ヒナタイノコズチ		2002年3月25日
Part 11	5	ウイキョウ, オオツヅラフジ, オミナエシ, カラスビシャク, ヨロイグサ		2005年7月20日
Part 12	5	イカリソウ, エンゴサク, カキドウシ, クソニンジン, トウガン		2011年2月15日

培種の特徴、栽培に関する項目として、「栽培種の特性」、「栽培法」、「栽培歴」、この他の項目として「品質評価法」、特性分類調査表」で構成されている。

本指針における栽培法は、対象となる薬用植物の主産地を想定した標準的な栽培法を示し、必要な作業や注意すべき点等の要点のみを記載している。従って、この要点を踏まえ各地の気候風土や実情、関係法令に合わせ、指針に示された栽培法を適宜改良して実施することが望まれている。

品質評価は、日本薬局方に示された方法を行うことが前提であり、日本薬局方の改訂に際しては最新のものに従う。また日本薬局方の規定に対応する薬用植物の品質評価法がない場合は汎用されている方法に従う。

6. おわりに

薬用植物栽培・品質評価指針は作成開始から20

年が経過した。この間、薬用植物の生産者の減少、農薬取締法の改正等、国内の薬用植物を取り巻く情勢は大きく変化した。現在、薬用植物の栽培経験者が極めて少なく、さらに薬用植物の登録農薬が皆無であることから、省力化、機械化栽培技術など先進的な薬用植物の栽培法が求められている。

このような社会的状況から薬用植物栽培・品質評価指針は国内唯一の指針として期待が大きい。日本における薬用植物の持続的な栽培を推進するためには、トウキ、センキュウおよびシヤクヤクなどの主な薬用植物について最新の試験研究に基づく改訂を行い、国内の栽培化が望まれているウラルカンゾウ等は栽培指針の作成が必要である。さらに、東アジアでは伝統医療の国際標準化が議論され、その医薬品原料となる薬用植物の栽培・品質評価指針は、国際標準化が将来的に必要であると思われる。

ISO/TC249における生薬・薬用植物の国際標準化の現状

国立医薬品食品衛生研究所 生薬部長 袴塚 高志

1. はじめに

現在、ISO（国際標準化機構）において中国伝統医学（Traditional Chinese Medicine: TCM）の国際標準化が進行しつつある。世界中に流通するTCM製品の一部に品質のばらつきがあり、また、定義・表示の不調和により貿易障壁や健康被害が生じている状況において、国際標準化が有効な対応策であることは間違いない。一方、「標準を制する者は市場を制す」と言われるように、国際標準化は単純な規則作りではなく、国益を懸けた経済戦争の一環でもある。本稿では、ISO/TC249（中国伝統医学専門委員会（仮題））における生薬・薬用植物の国際標準化の動向及び日本国内の関連分野への影響について解説し、同時に日本の対応について言及する。

2. ISO 及び国際標準化について

ISOは1947年に発足した国際機関であり、2013年7月の時点で164カ国が参加し、廃止・休止したのものも含めて285の専門委員会（Technical Committee: TC）において議論が進められている。ISOの設立の目的は、世界における標準化及び関連活動の発展の促進であり、これにより物資及びサービスの国際的な取引を容易にすること、及び知的、科学的、技術的及び経済的活動の分野における協力を深めることを目指している。国際標準化機構はInternational Organization for Standardizationの訳語であるが、「ISO」自身はこれの略称ではなく、“平等”を意味するギリシャ語に由来する。その語源の通り、ISOはコンセンサスを基礎とした国際標準の開発を目標とし、ここでのコンセンサスの定義は、「本質的な問題について、重要な利害関係者の中に妥協できない反対意見がなく、かつ、すべての関係者の見解を考慮

することに努める過程及び対立した議論を調和させることに努める過程を経た上での全体的な一致（必ずしも全員的一致を必要としない）」である。もちろん、これは理想であり、法令、習慣、風土、等の固有の特性を持つ国々が集う以上、その特性に影響する案件について議論する場合、全会一致の結論に達することは稀であり、一定の譲歩を共有する円満な解決か、あるいは、満足と不満が不均衡に共存する決着となる場合が多い。

国際社会において類似の技術に対する規格が様々な国または地域ごとに異なる場合、これを整合させて技術的な貿易障壁を取り除くことは、まさに国際規格作成の本質的趣旨である。一方、自国の規格を基に国際規格を策定すること、あるいは、自国の規格をそのまま国際規格に据えることが世界市場における自国の立場を優位にすることもまた事実である。現在提案されているTC249における国際規格案は、ほとんど中国国内の国家標準や地方標準等をベースにしたものであり、これは中国の経済的世界戦略に他ならない。

さて、実際の国際規格作成作業は、関連する案件ごとに設置されるワーキンググループ（WG）で進められる。ISOにおける一般的な国際規格の作成過程は図1に示す通りであり、起草された予備業務項目（Preliminary Work Item: PWI）がWGにて十分に審議され、国際規格案として適切であることをWG内で認められた上で専門委員会（全体会議）にNWIPとして提案され、専門委員会での承認を得て投票に付される。この投票で採択されるとWGにおける本格的な作成段階に入り、作業原案（Working Draft: WD）として仕上げられた後、再び専門委員会へ送られる。WDは専門委員会における議論を経て、委員会原案（Committee Draft: CD）として各国へ回付され、

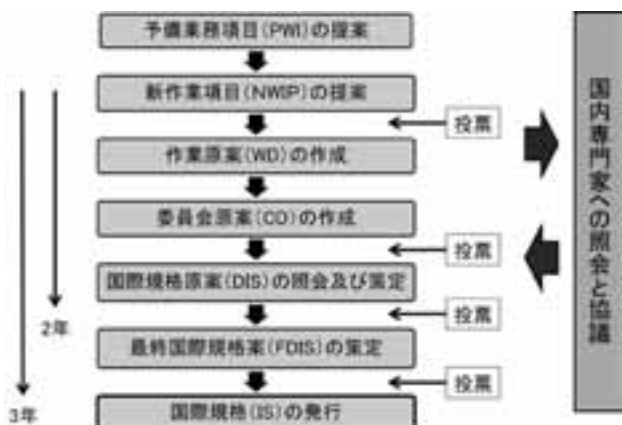


図1 ISO国際規格の作成手順

それに対する各国のコメントが収集される。そのコメント集をもとに専門委員会における審議が行われ、必要であれば改正 CD が作成される。これらの手順を専門委員会のコンセンサスが得られるまで繰り返し、あるいは、投票により決着させ、委員会段階が終了する。その後、順次、照会段階（国際規格原案、Draft International Standard: DIS）、承認段階（最終国際規格案、Final Draft International Standard: FDIS）、発行段階（国際規格、International Standard: IS）へと進むことになる。

3. ISO/TC249設立の経緯

TC249は2009年設立の若い専門委員会であり、幹事国の中国は、世界中に広まる中国伝統医学の正しい実践と製品及びサービスの良好な流通のために国際規格が必要、と主張しつつ本 TC を設立した。中国伝統医学と漢方医学及び韓医学の関係性が明確に規定されず、東洋伝統医学の多様性の喪失が懸念され、また、標準化の対象（スコープ）は1つの専門委員会がカバーできる限度を超えて広範であったため、日本と韓国は本 TC の設立に強く反対したが、投票は賛成多数（賛成12、反対4、棄権7）により可決された。

古代中国医学に端を発する東洋伝統医学は、優れた医学体系であり、中国、日本、韓国のそれぞれの環境で長い年月をかけて発展、成熟し、それぞれの国民の健康維持及び増進に貢献してきた（図2）。中国伝統医学、漢方医学、韓医学は、それぞれ国の医療制度において管理され、また、そこで使用される生薬及び処方それぞれの薬局方

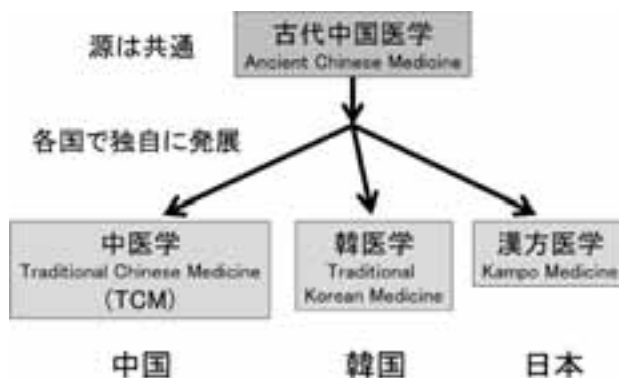


図2 日中韓の伝統医学

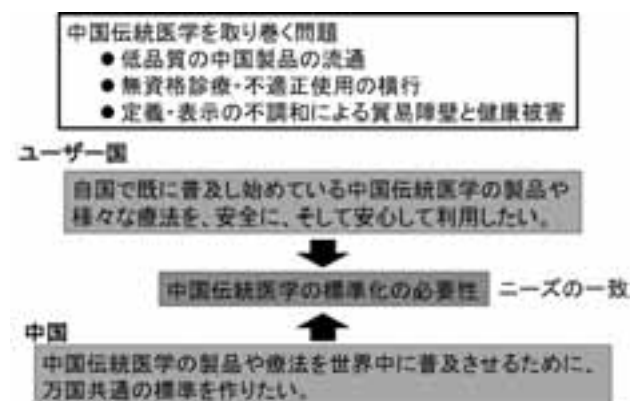


図3 中国伝統医学の国際標準化を要望するユーザー国

等の公定書に記載されている。3国の中ではお互いを異なる医療体系として認識しているが、源が共通であるだけに良く似ていることも確かである。東洋以外の国からすれば、似ている部分は摺り合わせて統一化、標準化すれば良いとの乱暴な議論になりかねず、注意深い対応が必要である。

また、中国のロビー活動が功を奏したことは否めないが、それとは別に、TC249設立に賛成した多くの国は相応の理由を持つものと想像される。様々な国と地域に広まった TCM は、その地の人々の健康管理や疾病治療に貢献しつつ、同時に、低品質製品の流通、無資格診療・不適正使用の横行、名称・用語の不調和による貿易障壁、等の問題を引き起こしている。特に、アリストロキア酸を含む生薬が配合された痩身用 TCM 製品により腎障害が発生した事件は、1990年代のヨーロッパに深刻な健康被害を与えた。従って、TCM 製品のユーザー国である欧米やアフリカの諸国は、TCM の国際標準化により上記の問題が解決されることを期待し、むしろ TC249 の設立を歓迎しているようである。

4. ISO/TC249の現状

現在、TC249における国際規格作成作業は5つの作業グループ（WG1：原材料及び伝統的加工の品質及び安全性、WG2：工業的TCM製品の品質及び安全性、WG3：鍼灸鍼の品質及び安全性、WG4：鍼灸鍼以外の医療機器の品質と安全性、WG5：用語と情報科学）及びTC215（保健医療情報専門委員会）とのJoint Working Groupにおいて進められている（表1）。ISO/TC249は、本年5月に南アフリカで開催された年次総会が4回目を数え、設立当初の混乱を乗り越えて国際的専門委員会としての体裁を整えつつある。以下に、年次総会ごとのトピックスを取り上げ、TC249全体の推移について説明する。

(1) 第1回総会（中国・北京、2010）

第1回TC249総会では、主にTCのタイトル及びスコープについて審議された。前年の意見調整会議において、「Medical Device, Safety and Quality Assurance（医療機器及び安全性と品質の確保）」をスコープ（標準化対象範囲）にすると合意したにも関わらず、中国事務局はスコープとして、1) 医療機器と天然物の品質と安全性の管理、2) 用語や命名法等の情報科学（Informatics）、3) 医療従事者の教育及びトレーニング、4) 教育及び診療機関の運営、5) 研究方法、等と相変わらず多岐に渡るものを主張してきた。当然のように全体会議の議論は収束せず、とりあえず「医療機器と天然物の品質と安全性」を最優先事項とすることが決議され、その規格案策定を担当するTask Force（対策委員会）の設置

とドイツがその幹事となることについて承認された。

また、TC249事務局はタイトルとして「Traditional Chinese Medicine」を主張してきたが、これは漢方医学、韓医学の国際市場性を損ね、その発展を阻害するものであり、また、特定の国名がタイトルに入ることについて各国より反対意見が続出し、タイトルは仮題の「Traditional Chinese Medicine (Provisional)」で決着した。

第1回TC249総会の運営は極めて未熟で不備なものであった。審議に十分な時間が与えられず、事務局のシナリオ通りの中立性に欠ける議事進行が続いた。また、会期中に議事録（Resolution）を確定させなかったため、翌年の全体会議までの間に事務局が無断で修正加筆する事態となった。例えば、第2回総会の直前に配布された前回議事録には、既成事実のように「情報科学（Informatics）」がスコープの一つとして挙げられ、“現時点での優先度は低く、後に考慮される”との但し書きはあるものの、「医療従事者の教育、トレーニング及び臨床」及び「研究方法」がその次に並ぶこととなった。

(2) 第2回総会（オランダ・ハーグ、2011）

第2回総会に先立ち、何の議論も無いまま5件の新業務項目提案（New Work Item Proposal: NWIP）が中国から提出され、そのうち2件（「ニンジンの種子及び種苗」及び「鍼灸の鍼」）は既に投票が開始されていた。ISOにおける一般的な国際規格作成のスケジュールは前述した通りであり（図1）、事前審議の無いNWIPの提出や無断の投票

開始に対し、総会前日の関係国個別打合せでは、欧米のユーザー諸国からも非難の声が噴出した。しかし、いざ総会が始まると、ユーザー諸国からは国際規格作成の実質的な議論の開始を求める意見が出され、タイトルやスコープ等の根幹部分を明確にさせること、適正な運営のための手順・規則を定めること、等の専門委員会の体制整備を要求する日韓との温度差が浮き彫りとなった。

国際規格作成へ向けた作業が開

表1 ISO/TC249におけるワーキンググループ（2013.8）

WG名	WGタイトル（上段英語正名、下段和訳）	幹事国
WG1	Quality and safety of raw materials and traditional processing 原材料及び伝統的加工の品質及び安全性	中国
WG2	Quality and safety of manufactured TCM* products noting that TCM is the provisional title in the scope of TC249 工業的TCM製品の品質及び安全性 TCMはTC249の仮のタイトル	ドイツ
WG3	Quality and safety of acupuncture needles (tentative) 鍼灸鍼の品質及び安全性（仮題）	中国
WG4	Quality and safety of medical devices other than acupuncture needles 鍼灸鍼以外の医療機器の品質と安全性	韓国
WG5	Terminology and Informatics 用語と情報科学	中国・韓国
JWG1	Informatics 情報科学	TC249(WG5) TC215(WG3)

始される中で、第2回総会における最大の成果は作業グループ（WG）の設置であった。「医療機器と天然物の品質と安全性」という広い守備範囲のTask Forceは発展的に解消され、それぞれの専門分野を勘案して、医療機器及び天然物に関して2つずつ、そしてInformaticsに関して1つのWGが設立された（表1）。これ以降、規格作成はWGにおける審議からスタートする方式となり、専門性の高い議論が可能となった。

さらに、タイトル・スコープの先送り問題はさておき、TC249の運営には格段の改善が見られた。議事録は衆人環視の中で会期中に確定された。また、今後、すべてのNWIPは専門委員会において提案の妥当性が検討されるまで投票に移らないこととされた。ただし、「ニンジンの種子及び種苗」及び「滅菌済み単回使用鍼」のNWIPについては、提出のプロセスに不備があったものの、提案内容について総会で説明され、各国の理解が得られたため、締め切りを一定期間延期した上で、有効な投票手続きと見なされることとなった。

（3）第3回総会（韓国・大田、2012）

第3回総会より、初日と最終日に総会を開き、間に2日間のWG会議を挿入するサンドウィッチ型のスケジュールが組まれることとなった。議事は民主的に進行するようになり、運営に関する不満は特段目立たなくなった。前回総会からの約束であるTC249手順書が完成し、議長及び事務局の責任、全体会議及びWG会議における文書と手続き、NWIP提案の進行手順、等について具体的に規定された。また、WG5の案件に関するTC215との連携は本格化し、正式にTC215-TC249合同作業グループ（Joint Working Group: JWG）が発足することとなった。一方、タイトル・スコープ問題は先送りされ、第4回総会にTC249事務局が案を提出することだけが決議された。

（4）第4回総会（南アフリカ・ダーバン）

総会に先立って開催された日中韓3国の円卓会議での協議も空しく、第4回総会でもタイトル問題に決着は付かず、当面、Traditional Chinese Medicine (TCM)（仮題）のまま据え置くことが結論となった。ただし、今回よりインドが積極的参加の姿勢を見せ、TC249のスコープにアーユル

ヴェーダ医学も入れるように提案してきたため、中国事務局はスコープの確定を迫られることとなり、次回総会において話し合われることとなった。

なお、次回の第5回総会は、2014年に京都で開催される予定である。

5. 生薬・薬用植物分野における国際標準化の動向

現在TC249において審議の対象となっている生薬・薬用植物関連の案件について、タイトル、提案国、担当WG及び進行度の一覧を表2に示した。ここでは、生薬・薬用植物の分野の国際標準化の動向について説明するため、これに関与するWG1、WG2及びWG5における審議状況を記述する。

（1）WG1における動向

第2回総会において中国により提案された「オタネニンジンの種子及び種苗」に関する規格案は、TC249において最も規格作成の進行が早く、既にWG及びTCでの審議を終了し、国際規格原案（DIS）としてISO中央事務局に管理が委ねられ、各国代表組織への照会段階に移行している。順調に進めば、来年には国際規格（IS）として発行される見込みである。この規格案は、重量や生存率等の性質によりオタネニンジンの種子及び種苗の等級付けを規定するものであり、他国の利害に抵触しそうな栽培方法、農薬、生薬の品質等の項目に一切言及することはなく、国際規格第一号を一刻も早く成立させたい幹事国の強い意志を感じる提案である。一方、同じく中国から提案された「TCM原料生薬の重金属」に関しては、作業原案（WD）の段階で審議が紛糾している。

（2）WG2における動向

工業的製品を対象とするWG2では、「出発物質と最終製品の品質保証」の規格案をドイツが、「製造工程の一般的要求事項」の規格案を日本が担当している。また、昨年より、日本案の実用例として、「紅参の工業的加工過程における要求事項」の規格案作成が韓国の担当により開始されている。

（3）WG5における動向

生薬、製剤、機器等の形あるものに加えて、用語、分類等も規格化の対象であり、この分野を担当するWG5では既に2つの規格案がWDの段階

表2 ISO/TC249において審議されている生薬・薬用植物関連の国際規格案

規格案タイトル	提案国	担当 WG	進行度 ^{a)}
Ginseng Seeds and Seedlings ? Part 1: Panax ginseng CA Meyer	中国	WG1	A
Heavy metals in natural materials of Traditional Chinese Medicine	中国	WG1	B
Traditional Chinese medicine ? Vocabulary - Part 1: Chinese Materia Medica	中国	WG5	B
Coding System of Chinese Medicine - Part 1: Coding Rules for Decoction Pieces	中国	WG5	B
Herbal decoction apparatus	中国	WG4	B
Quality and Safety of natural materials and manufacturing products made with natural materials used in and as traditional Chinese medicine (TCM)	ドイツ	WG2	C
Quality and Safety of natural materials and manufacturing products in Traditional Chinese Medicine (provisional): General requirements for manufacturing process of finished products	日本	WG2	C
General requirements of manufacturing process for Red Ginseng	韓国	WG2	C
Coding System of Chinese Medicine: Part 2: Codes of Decoction Pieces	中国	WG5	C
Coding System of Chinese Medicine: Part 3: Coding Rules for Chinese Medicines in Supply Chain Management	中国	WG5	C
Coding System of CMs: Part 4: Coding Rules for Formulas and their Codes	中国	WG5	C
Traditional Chinese Medicine ? Categories of TCM Clinical Terminological System	中国	WG5	C

a) 進行度 A: 国際規格原案 (DIS) の投票通過
 進行度 B: 新作業項目 (NWIP) の投票通過
 進行度 C: 新作業項目 (NWIP) の投票準備中

に進んでいる。このうち1つは中国薬典そのものの国際規格化を意図するものであり、もう1つは生薬の定義をコード表示しようとするものである。いずれも原料生薬や製品を正しく流通させるために有用であるが、日本薬局方及び韓国薬局方を擁する日韓にとっては脅威である。

6. ISO/TC249における国際標準化の日本への影響と日本の対応

ISOの国際規格は国家間の経済活動に少なからぬ変化をもたらし、しかもその影響は経済に留まらない。対応を誤れば、生薬価格の高騰、生薬の流通制限、局方規格の改訂、GMP項目の変更、等の実害が次々に発生する。国内向けの産業に国際規格は関係ない、独立国の法令に影響する国際規格が成立するわけがない、等の考えはあくまでも希望的観測であり、WTO/TBT協定（貿易の技術的障壁に関する協定）を盾に貿易障害の低減を求められたとき、その要求を受け入れざるを得ない事態が想定される。さらに、ISOにおける国際標準化では時間的猶予が短いことに留意すべきである。図1に示した通り、国際規格案作成の開始が投票によって認められた時点で、「原則的に3年以内の国際規格発行」という期限が設定される。作成途中で廃案となるケースも少なくないが、数年後に国内へ波及する可能性を想定しておく必要がある。

ここでは、日本への影響が特に大きい3つの案件について解説する。

(1) 提案「TCM原料生薬の重金属」(WG1)

この提案は生薬の重金属含量に関して金属ごとの個別定量を求め、しかも、全生薬均一の上限値を規定している。日本薬局方では特殊な例を除き、鉛換算値で重金属総量について規定しており、個別定量には対応していない。個別定量については世界の趨勢として将来的に対応せざるを得なくなると思われるが、上限値の規定は各国の裁量に任せるべきとの意見が強い。また、全生薬均一の上限値を定めようとするれば、自然と緩い規格値に合わせざるを得なくなるため、安全性確保の観点からも問題があり、提案者と各国メンバーとの粘り強い交渉が続けられている。

(2) 提案「TCM用語 Part 1: 中国の薬用植物」(WG5)

本提案は、500以上の生薬について中国薬典のまま、中国正名、ピンイン名、ラテン名、英名、基原植物/動物/鉱物の名称、活性成分、使用部位、採集時期、採集地での基本的処理（修治の一部）を規定するものである。日本薬局方に収載されている200品目以上の生薬のうち、ラテン名及び基原植物名の2項目に限定したとしても、日中韓3国で一致する生薬はわずかに30品目程度である。これだけの差異がある中で、中国薬典がそのまま国際規格になるとすれば、日本・韓国の薬局方は大きな影響を受ける可能性がある。名称だけの問題ではなく、その他の規格項目も改訂されるとすれば、日本での使用経験の無い規格が適用されることに

なり、安全上の実害の発生が懸念される。また、承認書、製品パッケージ、添付文書などを全面的に改訂せざるを得なくなれば、国内メーカーに多大な時間的・経済的負担を強いることになる。さらには、原料の規格が変われば、そこから製造される処方製剤の有効性・安全性を裏打ちする根拠（長年の使用経験）も失われることになる。これに対しして日本は、本国際規格案に日本薬局方（及び韓国薬局方）を中国薬典と並列で収載するよう要求している。独自に発展した伝統医学に基づく以上、日中韓の薬局方を摺り合わせて統一することは不可能であるため、同じ様式で並列させることが最善の対応策と考えている。実際に、「互いに国際市場性（Global Relevance）を確立している類似の技術・システムが存在する場合、将来的には統一されるべきであるが、現実的に統一が困難であれば、並立させることも選択肢の一つである。」との規定がISOの規則書に明記されている。

（3）提案「中国医薬のコード化 part 1：刻み生薬のコード規則」（WG5）

本提案は、中国薬典と中国国内での流通実態に基づき、刻み生薬の基原植物、使用部位、修治（原料加工）などを10数桁の数字で表記するための規則に関するものであり、中国薬典を国際規格化する試みと同様の趣旨、そして、同程度に危険な提案である。刻み生薬の定義は日中韓3国で独自に規定され、統一することは不可能であることから、互いに不可侵非介入となるしくみが必要である。そこで日本は、コードの上位に国名コード（JKC）を導入し、独立性を保つ方策を提案している。

7. おわりに

日本のTC249対策チームは、4学会と2つのWHO協力センターが加盟する日本東洋医学サミット会議（JLOM）から派遣されている（図4）。ISO本体に対応する国代表機関は経済産業省の審議会である日本工業標準調査会（JISC）が担当し、JLOMはJISCのTC249対応国内審議団体として機能しており、その活動は厚労省及び経産省の支援を受けている。ただし、形式はさておき、日本チームの実態は、病院、大学、研究所並びに企業からボランティアで参集した20人前後の有志であ

り、国策としてTCMの国際標準化に取り組む中国や、国立の伝統医学研究所が主導的に関与する韓国と比較して極めて脆弱である。一方で、限られた人数にも関わらず、対策委員全員がすべての国際会議に参加するだけの資金があるわけではない。今後の国内的課題の一つは、本稿の掲載を含む様々な機会を得て伝統医学国際標準化への国内理解の促進に努め、関連省庁、学会及び業界からの人材、情報並びに資金面での支援を獲得し、継続的に活動できる体制を構築することである。また、実際に対策チームに参画せずとも、対策チームへのアドバイスや国内照会における規格案へのコメント寄稿も専門家としての参加形態の一つであり、今まさに学会及び漢方・生薬業界における当事者意識の発揚が望まれている。

TC249における国際標準化の対象範囲は中国伝統医学だけでなく、漢方医学及び韓医学も含むことは暗黙の了解となりつつある。日中韓の伝統医学が独自性を有することは、TC249参加各国に理解されるようになってきているが、欧米・アフリカ等のユーザー諸国としては、東アジア伝統医学における3国間の調整よりも、国際規格を成立させることによりTCMの安全性及び品質を確保することが優先事項である。ユーザー諸国が日本に望むことは、幹事国の中国と対立軸を形成し続ける姿ではなく、東アジア伝統医学の恩恵を世界中の人々が安心して享受できる状況に導くための立ち振る舞いであり、日本は漢方医学の独自性を確保し、国民の健康と国内の関連産業を守ることを目標としつつも、先進国の一員として、より広い視点からTC249を牽引する責務を担っている。

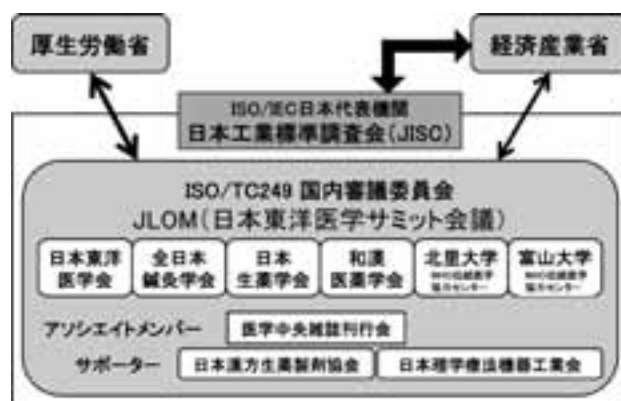


図4 ISO/TC249国内審議委員会の体制

FHH における東アジア地域の生薬・薬用植物の国際調和の現状

(独) 医薬基盤研究所 薬用植物資源研究センター 川原 信夫

1. はじめに

近年、漢方薬あるいは生薬への関心が高まる中で、名称の類似、同名異物等の問題が表面化してきている。生薬の安全性を確保し、有効利用を考える上で、生薬の正しい認識と理解が必須であり、各国で使用されている生薬に関する情報を収集、整理し、共通認識を得ることは生薬、薬用植物の国際調和の観点からも非常に重要と考えられる。このような背景から2002年3月に北京において「生薬・薬用植物に関する国際調和のための西太平洋地区討論会 (FHH)」設立のための国際会議が開催された。本フォーラムでは、西太平洋地区の6カ国7地域(日本、中国、韓国、ベトナム、シンガポール、オーストラリア、香港)の生薬・薬用植物の規制に関する関係者が一堂に会し、生薬・薬用植物の安全性、有効性及び品質に関する技術的な記録とコンセンサスを提供することが目的に掲げられた。日本はその下部組織である Nomenclature and Standardization に関する Sub-Committee 会議を主催することを受諾し、2002年5月、FHH 東京会議が開催された。本会議において以下の5つの専門部会 (Expert working group, EWG) が設立された。

EWG1: Nomenclature

EWG2: Testing Method in Monographs

EWG3: List of Chemical Reference Standards (CRS) and Reference of Medicinal Plant Materials (RMPM)

EWG4: List of Analytically Validated Method

EWG5: Information on General Test

これらの専門部会では、それぞれの分野における各国薬局方の比較表を作成することが課題事項として議決され、EWG 2の責任者となった著者は、試験法及び規格値に関する比較表の作成につ

いて担当することとなった。本稿では、主として著者が FHH の専門部会において取り組んできた各種比較表の作成並びに比較検討により得られた知見の概要について説明する。

2. 西太平洋地区4カ国(日本、中国、韓国、ベトナム)の薬局方収載生薬の比較検討について

1) 各種試験法並びに規格値の比較¹⁾

EWG 2では将来的な国際調和を踏まえ、各国の薬局方収載生薬について共通点と相違点を認識すること目的として、日本、中国、韓国、ベトナム4カ国の薬局方に収載された生薬の試験法並びに規格値について比較表を作成し、比較検討を行った。比較表は、EWG 1 (Nomenclature) の責任者である酒井博士が作成した共通生薬(103種)の比較表をもとに各国の確認試験、純度試験、乾燥減量、灰分、酸不溶性灰分、エキス含量及び定量法の各項目について試験法の設定の有無、試験方法、規格値について作成した。

各国の各種試験法の比較に関して作成した表の一例を表1に示す。この結果、4カ国局方すべてにおいて共通の基原植物に由来する生薬は57種であった。4カ国共通生薬57種に関して比較を行った場合、確認試験、純度試験、灰分の3項目についてはすべての局方においてほぼ設定がなされており、特に TLC 法を用いた確認試験が普及していることが明らかとなった。一方、乾燥減量、酸不溶性灰分、エキス含量等は設定されていない国が多かった。また、定量法に関してはカンゾウ、ボタンピ、ホミカにおいて共通の指標成分が各局方に設定されていたが、試験法や規格値に相違点が認められた。

本比較表より、東アジア地区4カ国の薬局方の

表1 各国薬局方における生薬関連試験法及び規格値の比較 (部分抜粋)

No.	Latin name	Identification / Purification (1) Identification, 2. Bot. description, 3. Bot. micrographs, 4. Bot. macrographs	Loss on drying	Total ash	Sulfur dioxide ash	Extract content	Assay (quantity of content)
1	<i>Adiantum species Blume</i>						
	JP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	(1) (2) (3)	0.1% (W/W, dried)	0.1% (W/W)	0.1% (W/W)	7.0% (Dried extract)	0
	CP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	(1) (2) (3)	0.1% (W/W, dried)	0.1% (W/W)	0.1% (W/W)	7.0% (Dried extract)	0
2	<i>Adiantum species Blume</i>						
	JP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	(1) (2) (3)	0.1% (W/W, dried)	0.1% (W/W)	0.1% (W/W)	7.0% (Dried extract)	0
	CP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	(1) (2) (3)	0.1% (W/W, dried)	0.1% (W/W)	0.1% (W/W)	7.0% (Dried extract)	0
3	<i>Adiantum species Blume</i>						
	JP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	(1) (2) (3)	0.1% (W/W, dried)	0.1% (W/W)	0.1% (W/W)	7.0% (Dried extract)	0
	CP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	(1) (2) (3)	0.1% (W/W, dried)	0.1% (W/W)	0.1% (W/W)	7.0% (Dried extract)	0
4	<i>Adiantum species Blume</i>						
	JP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	(1) (2) (3)	0.1% (W/W, dried)	0.1% (W/W)	0.1% (W/W)	7.0% (Dried extract)	0
	CP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	(1) (2) (3)	0.1% (W/W, dried)	0.1% (W/W)	0.1% (W/W)	7.0% (Dried extract)	0
5	<i>Adiantum species Blume</i>						
	JP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	(1) (2) (3)	0.1% (W/W, dried)	0.1% (W/W)	0.1% (W/W)	7.0% (Dried extract)	0
	CP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	(1) (2) (3)	0.1% (W/W, dried)	0.1% (W/W)	0.1% (W/W)	7.0% (Dried extract)	0
6	<i>Adiantum species Blume</i>						
	JP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	(1) (2) (3)	0.1% (W/W, dried)	0.1% (W/W)	0.1% (W/W)	7.0% (Dried extract)	0
	CP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	(1) (2) (3)	0.1% (W/W, dried)	0.1% (W/W)	0.1% (W/W)	7.0% (Dried extract)	0
7	<i>Adiantum species Blume</i>						
	JP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	(1) (2) (3)	0.1% (W/W, dried)	0.1% (W/W)	0.1% (W/W)	7.0% (Dried extract)	0
	CP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	(1) (2) (3)	0.1% (W/W, dried)	0.1% (W/W)	0.1% (W/W)	7.0% (Dried extract)	0
8	<i>Adiantum species Blume</i>						
	JP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	(1) (2) (3)	0.1% (W/W, dried)	0.1% (W/W)	0.1% (W/W)	7.0% (Dried extract)	0
	CP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	(1) (2) (3)	0.1% (W/W, dried)	0.1% (W/W)	0.1% (W/W)	7.0% (Dried extract)	0
9	<i>Adiantum species Blume</i>						
	JP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	(1) (2) (3)	0.1% (W/W, dried)	0.1% (W/W)	0.1% (W/W)	7.0% (Dried extract)	0
	CP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	(1) (2) (3)	0.1% (W/W, dried)	0.1% (W/W)	0.1% (W/W)	7.0% (Dried extract)	0
10	<i>Adiantum species Blume</i>						
	JP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	(1) (2) (3)	0.1% (W/W, dried)	0.1% (W/W)	0.1% (W/W)	7.0% (Dried extract)	0
	CP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	(1) (2) (3)	0.1% (W/W, dried)	0.1% (W/W)	0.1% (W/W)	7.0% (Dried extract)	0

共通点、相違点が明らかとなった。特にベトナム薬局方 (VP) と中華人民共和国薬典 (CP)、また日本薬局方 (JP) と大韓民国薬局方 (KP) との間にはそれぞれ共通点が多かった。これは局方作成に当り、VP は CP を KP は JP をそれぞれ参考にして作成されているため、このような結果が得られたものと推測された。

2) 確認試験における TLC 条件及び定量法における分析条件の比較²⁾

本検討では前述の比較研究において対象とした共通生薬103種に、CP 2005年版において基原植物の変更、追加等が確認されたモクツウ、ケイガイ、ソボクの3生薬を加えた106種を対象生薬とした。これらの生薬をもとに各国の確認試験における TLC 条件 (展開溶媒、検出方法、呈色、指標成分)

表2 各国薬局方の確認試験法における TLC 条件の比較 (部分抜粋)

No.	Latin name	TLC condition (1) Developing solvent	(2) detection	(3) color tone on TLC	(4) marker compounds
1	<i>Adiantum species Blume</i>				
	JP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	chloroform / methanol (20 : 1)	phenanthroline acid 70, 71F		chloroform acid 20 hydroquinone
	CP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	chloroform / methanol / water (8 : 8 : 8)	1) 20% meth. sol. 2) 20% meth. acid 3) 10% meth. acid		chloroform acid
2	<i>Adiantum species Blume</i>				
	JP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	ethyl acetate / ethanol (20 : 1)	phenanthroline 70		phenanthroline phenanthroline hydroquinone
	CP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	ethyl acetate / ethanol (20 : 1)	phenanthroline 70		phenanthroline phenanthroline hydroquinone
3	<i>Adiantum species Blume</i>				
	JP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	ethyl acetate / ethanol (20 : 1)	phenanthroline 70		phenanthroline phenanthroline hydroquinone
	CP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	ethyl acetate / ethanol (20 : 1)	phenanthroline 70		phenanthroline phenanthroline hydroquinone
4	<i>Adiantum species Blume</i>				
	JP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	ethyl acetate / ethanol (20 : 1)	phenanthroline 70		phenanthroline phenanthroline hydroquinone
	CP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	ethyl acetate / ethanol (20 : 1)	phenanthroline 70		phenanthroline phenanthroline hydroquinone
5	<i>Adiantum species Blume</i>				
	JP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	ethyl acetate / ethanol (20 : 1)	phenanthroline 70		phenanthroline phenanthroline hydroquinone
	CP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	ethyl acetate / ethanol (20 : 1)	phenanthroline 70		phenanthroline phenanthroline hydroquinone
6	<i>Adiantum species Blume</i>				
	JP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	ethyl acetate / ethanol (20 : 1)	phenanthroline 70		phenanthroline phenanthroline hydroquinone
	CP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	ethyl acetate / ethanol (20 : 1)	phenanthroline 70		phenanthroline phenanthroline hydroquinone
7	<i>Adiantum species Blume</i>				
	JP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	ethyl acetate / ethanol (20 : 1)	phenanthroline 70		phenanthroline phenanthroline hydroquinone
	CP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	ethyl acetate / ethanol (20 : 1)	phenanthroline 70		phenanthroline phenanthroline hydroquinone
8	<i>Adiantum species Blume</i>				
	JP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	ethyl acetate / ethanol (20 : 1)	phenanthroline 70		phenanthroline phenanthroline hydroquinone
	CP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	ethyl acetate / ethanol (20 : 1)	phenanthroline 70		phenanthroline phenanthroline hydroquinone
9	<i>Adiantum species Blume</i>				
	JP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	ethyl acetate / ethanol (20 : 1)	phenanthroline 70		phenanthroline phenanthroline hydroquinone
	CP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	ethyl acetate / ethanol (20 : 1)	phenanthroline 70		phenanthroline phenanthroline hydroquinone
10	<i>Adiantum species Blume</i>				
	JP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	ethyl acetate / ethanol (20 : 1)	phenanthroline 70		phenanthroline phenanthroline hydroquinone
	CP RADIX ADIANTUM SPECIOSUM	ethyl acetate / ethanol (20 : 1)	phenanthroline 70		phenanthroline phenanthroline hydroquinone

表3 各国薬局方の定量法における試験条件の比較 (部分抜粋)

No.	Latin name	Assay (T: Not less than)	(T) method	(E) developing solvent	(E) detection
1	<i>Asarum canadense</i> Linné JP PRUNELLA ACORN RADIX	Total Alkaloids 0.7-1.0% (Type 1), 0.1-0.4% (Type 2), 0.4-0.8% (Type 3)	Titration		
2	<i>Asarum canadense</i> Sieberge JP PRUNELLA ACORN RADIX	Hydroquinone 1.0%	HPLC (2006 column)	acetic acid/water (20 : 80)	Fluorescence Light Scattering method
3	<i>Asarum canadense</i> Sieberge of Japan II JP RADIX ANGELICAE SINENSIS	Hydroquinone 1.0-2.0%	HPLC (2006 column)	acetic acid/water (20 : 80)	UV 266 nm
4	<i>Asarum canadense</i> Sieberge JP RADIX ANGELICAE	Hydroquinone 1.0-2.0%	HPLC (2006 column)	acetic acid/water (20 : 80)	Fluorescence Light Scattering method
5	<i>Asarum canadense</i> Sieberge WGA JP RADIX ANGELICAE	Hydroquinone 0.5-1.0%	HPLC (2006 column, LS: 4.0 mm x 150 mm, 5 μm)	1) acetic acid/water (20 : 80) 2) 0.1 M HCl adjust flow rate to elute hydroquinone at ca. 8 min	UV 266 nm
6	<i>Asarum canadense</i> Linné JP RADIX ANGELICAE	Hydroquinone A 1.0%, Hydroquinone B 0.5%	HPLC (2006 column)	Hydroquinone A / acetic acid / acetic acid / 0.1% phosphoric acid (20 : 80 : 10), Hydroquinone B / acetic acid / 0.1% phosphoric acid (20 : 80)	Hydroquinone A : UV 266 nm, Hydroquinone B : UV 266 nm
7	<i>Chelidonium majus</i> Karstén JP RADIX CHELIDONII	Chelidonium 1.0%	HPLC (2006 column)	acetic acid / 10% phosphoric acid solution (10 : 90)	UV 216 nm
8	<i>Chelidonium majus</i> Sieberge JP RADIX CHELIDONII JP RADIX CHELIDONII	Chelidonium 0.5-1.0%	HPLC (2006 column) HPLC (2006 column, LS: 4.0 mm x 150 mm, 5 μm)	1) acetic acid/water (20 : 80) 2) 0.1 M HCl adjust flow rate to elute chelidonium at ca. 10 min	UV 266 nm UV 266 nm
9	<i>Chelidonium majus</i> Sieberge of Europe JP RADIX CHELIDONII JP RADIX CHELIDONII	Chelidonium 0.5-1.0%	HPLC (2006 column) HPLC (2006 column, LS: 4.0 mm x 150 mm, 5 μm)	1) acetic acid/water (20 : 80) 2) 0.1 M HCl adjust flow rate to elute chelidonium at ca. 10 min	UV 266 nm UV 266 nm
10	<i>Chelidonium majus</i> Linné JP RADIX CHELIDONII	Chelidonium 1.0%	HPLC (2006 column)	acetic acid / 10% phosphoric acid solution (10 : 90)	UV 216 nm
11	<i>Chelidonium majus</i> Sieberge JP RADIX CHELIDONII JP RADIX CHELIDONII JP RADIX CHELIDONII JP RADIX CHELIDONII	Total alkaloids 1.0-2.0%	HPLC (2006 column) HPLC (2006 column, LS: 4.0 mm x 150 mm, 5 μm) HPLC (2006 column, LS: 4.0 mm x 150 mm, 5 μm) Titration	acetic acid / 10% phosphoric acid solution (10 : 90) 1) acetic acid/water (20 : 80) 2) 0.1 M HCl adjust flow rate to elute alkaloids at ca. 10 min 1) acetic acid/water (20 : 80) 2) 0.1 M HCl adjust flow rate to elute alkaloids at ca. 10 min	UV 216 nm UV 216 nm UV 216 nm
12	<i>Chelidonium majus</i> Sieberge JP RADIX CHELIDONII	Total alkaloids 1.0-2.0%	Total Alkaloids (absorption) Spectral (HPLC (2006 column))	Total Alkaloids (acetic acid), Total Alkaloids (acetic acid) / water (20 : 80)	UV 276 nm
13	<i>Chelidonium majus</i> Linné JP RADIX CHELIDONII	Chelidonium 0.5-1.0%	HPLC (2006 column)	acetic acid/water (20 : 80)	UV 216 nm
14	<i>Chelidonium majus</i> Sieberge JP RADIX CHELIDONII	Chelidonium 0.5-1.0%	HPLC (2006 column)	acetic acid / 0.2% acetic phosphoric acid solution (20 : 80)	UV 216 nm
15	<i>Chelidonium majus</i> Sieberge JP RADIX CHELIDONII	Chelidonium 0.5-1.0%	HPLC (2006 column)	acetic acid/water (20 : 80)	UV 216 nm
16	<i>Chelidonium majus</i> Sieberge JP RADIX CHELIDONII	Chelidonium 0.5-1.0%	HPLC (2006 column)	acetic acid / acetic phosphoric acid (20 : 80 : 10)	Fluorescence Light Scattering method
17	<i>Chelidonium majus</i> Sieberge JP RADIX CHELIDONII JP RADIX CHELIDONII	Chelidonium 1.0%	HPLC (2006 column) HPLC (2006 column, LS: 4.0 mm x 150 mm, 5 μm)	1) acetic acid/water (20 : 80) 2) adjust flow rate to elute chelidonium at ca. 10 min	UV 266 nm UV 266 nm
18	<i>Chelidonium majus</i> Sieberge JP RADIX CHELIDONII JP RADIX CHELIDONII JP RADIX CHELIDONII JP RADIX CHELIDONII	Chelidonium 0.5-1.0%	HPLC (2006 column) HPLC (2006 column, LS: 4.0 mm x 150 mm, 5 μm) HPLC (2006 column, LS: 4.0 mm x 150 mm, 5 μm) Weight	1) acetic acid/water (20 : 80) 2) adjust flow rate to elute chelidonium at ca. 10 min 1) acetic acid/water (20 : 80) 2) adjust flow rate to elute chelidonium at ca. 10 min 1) acetic acid/water (20 : 80) 2) adjust flow rate to elute chelidonium at ca. 10 min	UV 266 nm UV 266 nm UV 266 nm UV 266 nm

並びに各種試験法を用いた定量法における分析条件(試験方法、溶出溶媒、検出方法)の詳細について比較表を作成した。

確認試験の比較に関して作成した表の一例を表2に示す。この結果、TLC法を用いた確認試験が設定されている生薬は106種の共通生薬のうち89種で、これらのうち4カ国局方すべてにおいて設定されている生薬は15種であった。また、TLCの指標成分に関しては、72生薬に何らかの指標成分が設定されており、特にインヨウカク、サンシシ、シャクヤク、ボタンピの4生薬は4カ国局方すべてにおいて同一の指標成分が設定されていた。

一方、定量法の比較に関して作成した表の一例を表3に示す。定量法が設定されている生薬は106種の共通生薬のうち69種で、これらのうちマオウ、カンゾウ、ボタンピ、オウゴン、ホミカの5生薬は、4カ国すべての局方に定量法が設定されていた。確認試験におけるTLC条件に関してCP及びVPではTLC法に使用する溶媒の種類が非常に多く、かつ多成分系の条件が設定されているのが特徴であると考えられた。定量法に関し

ては、VPでは未だにHPLCによる分析法が確立されておらず、また定量法が設定されている生薬も少なかった。一方、CP 2005年版では2000年版と比較してHPLC法を設定した生薬が飛躍的に増加しており、さらにELSD法等、新たな検出機器の導入も認められた。

3) 生薬関連一般試験法の比較³⁾

我々はさらにEWG 5 (Information on General Tests) の課題事項である4カ国の薬局方に収載された生薬関連一般試験法を精査し、各国の生薬試験法(試料の採取、異物、分析用試料の作成、乾燥減量、灰分、酸不溶性灰分、エキス含量、精油含量、鏡検、重金属、ヒ素等)の各項目について試験法の設定の有無、試験方法について比較表を作成した。

生薬関連一般試験法の比較に関して作成した表の一例を表4に示す。この結果、JPとKPの試験項目、記載内容はほぼ同一であった。他方、CPとVPの試験項目、記載内容はほぼ同一であった。また、鏡検に関してJP及びKPでは装置、鏡検用プレパラートの作成及び性状の項の各要素の観察の

表4 各国薬局方における生薬関連一般試験法の比較 (部分抜粋)

JP	KP	CP	VP
<p>SAMPLING</p> <p>Unless otherwise specified, samples should be taken by the following methods. If necessary, preserve the samples in light containers.</p> <p>(1) When crude drugs to be examined are small pieces, cut or powdered, 30 to 200 g of sample should be taken after mixing thoroughly.</p> <p>(2) When crude drugs to be examined are large pieces, 200 to 1000 g of sample should be taken after mixing thoroughly.</p> <p>(3) When the mass of each single piece of the crude drug is not less than 100 g, not less than 3 pieces should be taken for a sample, or not less than 400 g of the sample should be taken after cutting to a suitable size and mixing thoroughly.</p>	<p>SAMPLING</p> <p>Unless otherwise specified, samples should be taken by the following methods. If necessary, preserve the samples in light containers.</p> <p>(1) When crude drugs to be examined are small pieces, cut or powdered, 30 to 200 g of sample should be taken after mixing thoroughly.</p> <p>(2) When crude drugs to be examined are large pieces, 200 to 1000 g of sample should be taken after mixing thoroughly.</p> <p>(3) When the mass of each single piece of the crude drug is not less than 100 g, not less than 3 pieces should be taken for a sample, or not less than 400 g of the sample should be taken after cutting to a suitable size and mixing thoroughly.</p>	<p>SAMPLING OF CRUDE DRUGS</p> <p>SAMPLING OF CRUDE DRUGS refers to the method used to test the crude drugs for examination. The representativeness of sample affects directly the precision and accuracy of the examination. The procedure for sampling should be followed as follows:</p> <p>1. Examine the combination of the name, source of material, specification and package form of the cargo before sampling. Examine the intrinsic characteristics of package and combination of inside and outside matter, make notes in detail. The abnormal packages should be examined separately.</p> <p>2. The general requirements for sampling of crude drugs in a consignment are as follows: when the total number of package less than 1, the packages are sampled one by one. 1-100 packages, 5 packages are sampled as minimum; 100-1000 packages, 1% are sampled; more than 1000 packages, 1% of the part in excess of 1000 packages are sampled. Previous crude drugs are sampled one by one, regardless of the number of packages.</p> <p>3. If the material is in crushed or powdered form or in pieces of less than 1 cm in size, at least 3-5 portions of sample are taken by suitable means from different parts in each package. If volume of package is small, the amount of sample taken should be not less than 3 times the quantity required for testing. If the number of packages is large, the amount of sample taken is as follows: Common drug: 100-500 g Powdered drug: 25 g Previous drug: 5-10 g</p> <p>As for the drugs of large size or large number, representative samples can be taken on the basis of real situation.</p> <p>4. Mix the samples thoroughly. 1. 5. The total quality of samples taken, if the total quality of consignment is abnormal, the samples are taken by weighing, take an average sample by quartering, and sufficient quantity of sample is obtained for testing and retention.</p> <p>5. The quantity or average sample taken should be not less than 3 times the amount required for analysis, with one third for analysis, another one third for verification and the remaining as retention which should be kept.</p>	<p>SAMPLING OF CRUDE DRUGS</p> <p>SAMPLING OF CRUDE DRUGS refers to the method used to test the crude drugs for examination. The representativeness of sample affects directly the precision and accuracy of the examination. Attention should be paid to the following points while sampling:</p> <p>(1) Verify the name, source of the material, specification and form of packages before sampling. Examine the intrinsic characteristics of the packages; the combination of inside and foreign matter, make notes in detail. Abnormal packages should be examined more carefully.</p> <p>(2) The general requirements for sampling of crude drugs are as follows: For a number of packages: less than 5, every package is sampled; less than 100, 5 packages are sampled; from 100 to 1000, 1% of packages are sampled; over 1000, 10 packages and 1% of the number in excess of 1000 packages are sampled. For previous crude drugs every package is sampled, regardless of the number of packages.</p> <p>(3) If the material is in average or powder form or in pieces of less than 1 cm in size, at least 3-5 portions of sample are taken by suitable means from different pieces in each package. If the number of packages is small, the amount of sample taken should be not less than 3 times the quantity required for testing. If the number of packages is large, the amount of sample taken is as follows: Common drug: 100-500 g Powdered drug: 25 g Previous drug: 5-10 g (unless otherwise specified)</p> <p>For the drugs in large size, a representative sample can be taken from different parts of a package (at 10 cm in depth below the surface for large packages).</p> <p>(4) Mix the samples taken as required for the test sample. If the sample size of drug is small, take an average sample by quartering method as follows: Examine the combination of the name, source of material and form of packages before sampling. Examine the intrinsic characteristics of the packages; the combination of inside and foreign matter, make notes in detail. Abnormal packages should be examined more carefully. The amount of sample taken should be not less than 3 times the quantity required for testing, with one third for analysis, another one third for verification and the remaining as retention which should be kept at least for one year.</p>
<p>Foreign matter</p> <p>Unless otherwise specified, weigh 20 to 100 g of the sample, spread out in a thin layer, and separate the foreign matter by inspecting with the naked eye or with the use of a magnifying glass at 10 magnification. Weigh, and determine the percentage of foreign matter.</p>	<p>Foreign matter</p> <p>Unless otherwise specified, weigh 20 to 100 g of the sample, spread out in a thin layer, and separate the foreign matter by inspecting with the naked eye or with the use of a magnifying glass at 10 magnification. Weigh, and determine the percentage of foreign matter.</p>	<p>Determination of Foreign Matter</p> <p>Foreign matter consists of any of or all of the following:</p> <p>1. The botanical origin of which is the same as that specified in the monograph concerned but the appearance or botanical parts is abnormal.</p> <p>2. The botanical origin of which differs from that specified in the monograph concerned.</p> <p>3. Foreign natural matters such as stones, sand, lumps of soil, etc.</p> <p>(1) Weigh a quantity of the drug as specified in the monograph and spread out in a thin layer. Detect the foreign matter by inspection with naked eye or with a lens (x-15 X), or by the use of a suitable sieve, if necessary. In separate average matter (10 cm in depth below the surface for large packages).</p> <p>(2) Weigh separately each kind of foreign matter and calculate the percentage content.</p>	<p>DETERMINATION OF FOREIGN MATTER IN CRUDE DRUGS</p> <p>Foreign matter in crude drugs consists of any of or all of the following: Foreign natural matter such as stones, sand, lumps of soil. Other matter and other parts of the plant that are not specified as crude drugs.</p> <p>Methods of detection:</p> <p>(1) Weigh a quantity of the crude drug as specified in the monograph and spread out in a thin layer. Detect the foreign matter by inspection with naked eye or with a lens or by use of a suitable sieve, if necessary. In separate the foreign matter. Weigh the foreign matter and calculate the percentage, using the expression: X% = $\frac{m}{M} \times 100$ where: m = Mass of foreign matter (g). M = Mass of test sample being examined (g).</p>
<p>Preparation of the test sample for analysis</p> <p>Preparations are to be made by mixing the sample well. Powdered drugs should be used as they are, and in the case of ungrounded drugs, unless otherwise specified, grind the sample into powder. If the sample cannot be ground into powder, reduce it as finely as possible, spread it out in a thin layer, and withdraw a typical portion for analysis. If necessary, preserve the test sample in a light container.</p> <p>Loss on drying</p> <p>Unless otherwise specified, transfer 2 to 3 g of the test sample for analysis to a tared weighing bottle, and weigh accurately. Dry at 100°C for 3 hours, since to test in a desiccator (unless specified), and weigh accurately. Continue the drying at 100°C, and weigh accurately at 1-hour intervals.</p>	<p>Preparation of the test sample for analysis</p> <p>Preparations are to be made by mixing the sample well. Powdered drugs should be used as they are, and in the case of ungrounded drugs, unless otherwise specified, grind the sample into powder. If the sample cannot be ground into powder, reduce it as finely as possible, spread it out in a thin layer, and withdraw a typical portion for analysis. If necessary, preserve the test sample in a light container.</p> <p>Loss on drying</p> <p>Unless otherwise specified, transfer 2 to 3 g of the test sample for analysis to a tared weighing bottle, and weigh accurately. Dry at 100°C for 3 hours, since to test in a desiccator (unless specified), and weigh accurately. Continue the drying at 100°C, and weigh accurately at 1-hour intervals.</p>	<p>Determination of Loss on Drying</p> <p>With the substance being examined thoroughly, if it is in the form of crystals, reduce them to a size of about 1 mm by crushing. Pass 1 g of the amount specified under individual monographs of the substance being examined in a tared, and weighed, glass or porcelain tared to constant weight under the conditions specified in individual monographs, unless otherwise directed. The substance being</p>	<p>DETERMINATION OF LOSS ON DRYING</p> <p>Loss on drying is the loss of mass, expressed as percentage (m/m), of the test sample being dried under conditions specified in the individual monograph. The loss of mass after drying represents the loss of the volatile matter, one part or the whole of the water, and other volatile substances present in the sample being examined. The determination of loss of drying should not affect heat stability.</p>

各小項目で比較的簡単に記載されているのに対し、CP 及び VP では崩壊した組織のスライド作成法、花粉や胞子のスライド作成法、細胞壁及び細胞内容物の観察方法等、詳細な記載が認められた。このように CP 及び VP では、鏡検による生薬の鑑別が現在においても重要視されていることが示唆された。さらに生薬の品質評価法、生薬の調製・加工等の項目も新規記載されており、興味深い。

4) クリーンアナリシスと国際調和を指向した TLC 条件の比較⁴⁾

近年、環境汚染防止並びに実験者の健康保護を目的として、各種試験における有害試薬の使用を極力排除する“クリーンアナリシス”が世界的に浸透しつつある。日本においても2002年に公示された第十五改正日本薬局方原案作成要領、第一部、第十五改正日本薬局方原案の作成に関する細則において、有害な試薬の扱いと題して、人及び環境への影響を配慮した試験方法となるよう努めるとの記載がなされている⁵⁾。本項目には、ベンゼン、四塩化炭素、水銀化合物等の試薬は原則使用せず、またクロロホルム、ジクロロメタン（塩化メチレ

ン）等のハロゲン化合物は使用について慎重に検討すると記載されている。有害試薬の扱いについては、2007年に公示された第十六改正日本薬局方原案作成要領においても継承され、特にクロロホルム等のハロゲン化合物は代替溶媒がない場合についてのみその使用を認めると記載され、より厳密な表記に変更されている⁶⁾。

このような背景の下、2006年の FHH 会議において、クリーンアナリシスを指向した国際調和の観点から、TLC の展開溶媒として有害試薬を使用している国は、他国の有害試薬を使用しない試験法を参考にして自国の試験法を変更する努力を行うことが重要であるとの提案がなされ、自国内で流通する生薬を用い、有害試薬を使用しない他局の試験法について検討することが承認された。そこで我々は、FHH 諸国の局方に記載された共通生薬の TLC を用いた確認試験法について、各種試験条件の詳細な検討を行い、比較実験を行った。

各国薬局方における TLC を用いた確認試験法に使用される有害試薬の比較表を表5に示す。また、比較検討を行った TLC の写真の一例を図1

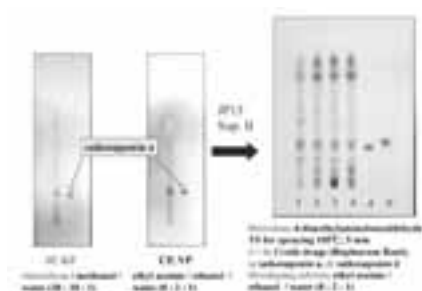


図1-1 *Bupleurum falcatum* Linné (サイコ)

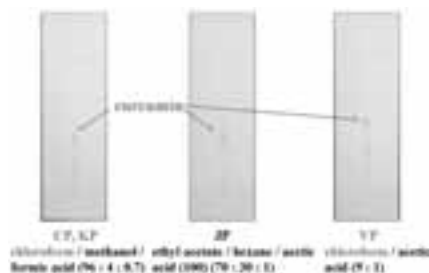


図1-2 *Curcuma longa* Linné (ウコン)

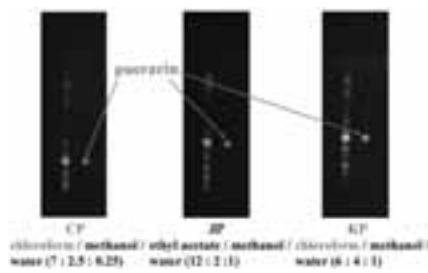


図1-3 *Pueraria lobata* Ohwi (カッコン)

に示す。この結果、サイコ、ケイヒ、サンシュユ、ウコン、マオウ、カンゾウ、コウボク、シャクヤク、キョウニン、オウゴン、キクカ、ジャシヨウシ、リュウタン、カッコン及びカイカの15生薬において、いずれかの薬局方の確認試験に有害試薬が使用されていることが明らかとなった。そこでこれら15種の生薬について、各国局方の試験条件により TLC 検討を行った結果、サンシュユ、コウボク及びキクカを除く12生薬では、すべて有害試薬を使用しない方法でも同一の指標成分が確認可能であることが示された。特にサイコでは、JP 及び KP でクロロホルムを使用しているのに対し、CP 及び VP では有害溶媒を使用しておらず、CP 及び VP 法を用いても国内流通生薬の確認が可能であることが明らかとなった。そこでサイコに関して、日本薬局方生薬等委員会では、確認試験法における試験条件の再検討を行い、検出試薬の違いによる呈色の比較検討を行った。この結果、噴霧用4-ジメチルアミノベンズアルデヒド試液では、saikosaponin a 及び d の呈色が異なることが確認され、本噴霧試液を用いることにより、両化合物を同時に分別、検出することが可能となった。本検討により第15改正日本薬局方第二追補では、サイコの確認試験について、有害試薬を用いず、かつ検出の容易な試験法に変更するに至った。

第6回 FHH 会議(2008年)以降、クリーンアナリシスにおける国際調和の観点から、我が国も含め有害試薬を使用している国は、他国の有害試薬を使用しない試験法を参考として自国の試験法を変更する検討が継続的になされている。

3. おわりに

2010年に中華人民共和国薬典2010年版が刊行さ

れ、2011年4月には第16改正日本薬局方が施行されている。また韓国、ベトナムにおいても順次薬局方の改正が予定されており、引き続き FHH 会議では、各種比較表の更新、クリーンアナリシスに関する調和、副作用情報の共有等、新たな課題に積極的に取り組んでいく方針である。

一方、WHO が主催する IRCH (International Regulatory Cooperation for Herbal Medicines) の活動も進捗しており、生薬・薬用植物の規制等に関わる国際協調の潮流は、今後さらに加速していくものと考えられる。我が国がアジア諸国の代表として国際協調に貢献し、世界にその存在感を十分にアピールするためには、産官学が一体となった積極的かつ継続的な活動を展開していくことが必須である。本研究を通じて作成した各種比較表が今後の活動の一助となれば幸いである。

References

- 1) Kawahara, N., Sakai, E., Itokazu, N., Satake, M., Goda, Y. *The Japanese Journal of Pharmacognosy*, 60, (1), 39-50 (2006).
- 2) Kawahara, N., Sakai, E., Itokazu, N., Satake, M., Goda, Y. *The Japanese Journal of Pharmacognosy*, 60, (2), 73-85 (2006).
- 3) Kawahara, N., Itokazu, N., Satake, M., Goda, Y. *The Japanese Journal of Pharmacognosy*, 61, (1), 44-57 (2007).
- 4) Kawahara, N., Ido, Y., Nakajima, I., Kawasaki, T., Sakai, E., Goda, Y.: *The Japanese Journal of Pharmacognosy*, 62, 72-78 (2008).
- 5) *Japanese Pharmacopoeial Forum*, 11 (1), 84-100 (2002).
- 6) *Japanese Pharmacopoeial Forum*, 16 (1), 161-200 (2007).

表5 各国薬局方の確認試験法における TLC 溶媒条件の比較 (部分抜粋)

No.	Latin name	TLC condition (developing solvent)
1	<i>Bigelovium bicolorum</i> Linné (サイコ)	
	CP RADIX BIPLERURI	ethyl acetate / ethanol / water (8 : 2 : 1)
	JP BIPLERURI RADIX	chloroform / methanol / water (30 : 10 : 1)
	KP BIPLERURI RADIX	chloroform / methanol / water (30 : 10 : 1)
	VP RADIX BIPLERURI	ethyl acetate / ethanol / water (8 : 2 : 1)
2	<i>Cinnamomum cassia</i> Blume (ケイヒ)	
	CP CORTEX CINNAMOMI	petroleum ether / ethyl acetate (17 : 3)
	JP CINNAMOMI CORTEX	hexane / ethyl acetate (2 : 1)
	KP CINNAMOMI CORTEX	hexane / ethyl acetate (2 : 1)
	VP CORTEX CINNAMOMI	n-hexane / chloroform / ethyl acetate (4 : 1 : 1)
3	<i>Cornus officinalis</i> Siebold et Zuccarini (サンシユユ)	
	CP FRUCTUS CORNI	toluene / ethyl acetate / formic acid (20 : 4 : 0.5)
	JP CORNI FRUCTUS	ethyl acetate / water / formic acid (6 : 1 : 1)
	KP CORNI FRUCTUS	ethyl acetate / water / formic acid (6 : 1 : 1)
	VP FRUCTUS CORNI OFFICINALIS	cyclohexane / chloroform / ethyl acetate (20 : 5 : 8)
4	<i>Curcuma longa</i> Linné (ウコン)	
	CP RHIZOMA CURCUMAE LONGAE	chloroform / methanol / formic acid (96 : 4 : 0.7)
	JP CURCUMAE RHIZOMA	ethyl acetate / hexane / acetic acid (100) (70 : 30 : 1)
	KP CURCUMAE LONGAE RHIZOMA	chloroform / methanol / formic acid (96 : 4 : 0.7)
	VP RHIZOMA CURCUMAE LONGAE	chloroform / acetic acid (9 : 1)
5	<i>Ephedra sinica</i> Stapf (マオウ)	
	CP HERBA EPHEDRAE	chloroform / methanol / concentrated ammonia (20 : 5 : 0.5)
	JP EPHEDRAE HERBA	1-butanol / water / acetic acid (100) (7 : 2 : 1)
	KP EPHEDRAE HERBA	n-butanol / water / acetic acid (7 : 2 : 1)
	VP HERBA EPHEDRAE	chloroform / methanol / ammonia (20 : 5 : 0.5)
6	<i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fischer, <i>G. glabra</i> Linné (カンゾウ)	
	CP RADIX ET RHIZOMA GLYCYRRHIZAE	ethyl acetate / formic acid / glacial acetic acid / water (15 : 1 : 1 : 2)
	JP GLYCYRRHIZAE RADIX	1-butanol / water / acetic acid (100) (7 : 2 : 1)
	KP GLYCYRRHIZAE RADIX	n-butanol / water / acetic acid (7 : 2 : 1)
	VP RADIX GLYCYRRHIZAE	petroleum ether / benzene / ethyl acetate / glacial acetic acid (10 : 20 : 7 : 0.5)
7	<i>Magnolia officinalis</i> Rehd. et Wilson var. <i>biloba</i> Rehd. et Wilson (コウボク)	
	CP CORTEX MAGNOLIAE OFFICINALIS	benzene / methanol (27 : 1)
	JP MAGNOLIAE CORTEX	1-butanol / water / acetic acid (100) (4 : 2 : 1)
	KP MAGNOLIAE CORTEX	n-butanol / water / acetic acid (4 : 2 : 1)
	VP CORTEX MAGNOLIAE OFFICINALIS	benzene / methanol (27 : 1)
8	<i>Paeonia officinalis</i> Pall. (シャクヤク)	
	CP RADIX PAEONIAE ALBA	chloroform / ethyl acetate / methanol / formic acid (40 : 5 : 10 : 0.2)
	JP PAEONIAE RADIX	acetone / ethyl acetate / acetic acid (100) (10 : 10 : 1)
	KP PAEONIAE RADIX	acetone / ethyl acetate / glacial acetic acid (26 : 14 : 5)
	VP RADIX PAEONIAE	chloroform / ethyl acetate / methanol / formic acid (40 : 5 : 10 : 0.2)
9	<i>Panax armeniacum</i> Linné, <i>P. armeniacum</i> Linné var. <i>asa</i> Maximowicz (キウニン)	
	CP SEMEN ARMENIACAE AMARUM	chloroform / ethyl acetate / methanol / water (15 : 40 : 22 : 10)
	JP ARMENIACAE SEMEN	ethyl acetate / methanol / water (7 : 3 : 1)
	KP ARMENIACAE SEMEN	ethyl acetate / methanol / water (7 : 3 : 1)
	VP SEMEN ARMENIACAE AMARUM	chloroform / ethyl acetate / methanol / water (15 : 40 : 22 : 10)
10	<i>Scutellaria baicalensis</i> Georgi (オウゴン)	
	CP RADIX SCUTELLARIAE	toluene / ethyl acetate / methanol / formic acid (10 : 3 : 1 : 2)
	JP SCUTELLARIAE RADIX	1-butanol / water / acetic acid (4 : 2 : 1)
	KP SCUTELLARIAE RADIX	chloroform / methanol / glacial acetic acid (20 : 10 : 3)
	VP RADIX SCUTELLARIAE	toluene / ethyl acetate / methanol / formic acid (10 : 3 : 1 : 2)
11	<i>Chrysanthemum indicum</i> Linné (キクカ)	
	CP FLOS CHRYSANTHEMI INDICI	ethyl acetate / butanone / chloroform / formic acid / water (15 : 15 : 6 : 4 : 1)
	JP CHRYSANTHEMI FLOS	ethyl acetate / 2-butanone / water / formic acid (25 : 3 : 1 : 1)
	VP FLOS CHRYSANTHEMI INDICI	ethyl acetate / formic acid / water (8 : 1 : 1)
	VP FLOS CHRYSANTHEMI INDICI	ethyl acetate / formic acid / water (8 : 1 : 1)
12	<i>Cnidium monnieri</i> Casson (ジャシノウシ)	
	CP FRUCTUS CNIDI	toluene / ethyl acetate / n-hexane (3 : 3 : 2)
	JP CNIDI MONNIERIS FRUCTUS	hexane / ethyl acetate (2 : 1)
	KP FRUCTUS CNIDI	benzene / ethyl acetate (30 : 1)
	VP FRUCTUS CNIDI	benzene / ethyl acetate (30 : 1)
13	<i>Gentiana scabra</i> Blume (リュウタン)	
	CP RADIX ET RHIZOMA GENTIANAE	ethyl acetate / methanol / water (20 : 2 : 1)
	JP GENTIANAE SCABRAE RADIX	ethyl acetate / ethanol (99.5) / water (8 : 2 : 1)
	KP GENTIANAE SCABRAE RADIX	chloroform / methanol / water (30 : 10 : 1)
	VP RADIX ET RHIZOMA GENTIANAE	ethyl acetate / methanol / water (20 : 2 : 1)
14	<i>Pueraria lobata</i> Ohwi (カッコン)	
	CP RADIX PUERARIAE LOBATAE	chloroform / methanol / water (7 : 2.5 : 0.25)
	JP PUERARIAE RADIX	ethyl acetate / methanol / water (12 : 2 : 1)
	KP PUERARIAE RADIX	chloroform / methanol / water (6 : 4 : 1)
	VP RADIX PUERARIAE LOBATAE	chloroform / methanol / water (7 : 2.5 : 0.25)
15	<i>Sophora japonica</i> Linné (カイカ、例外)	
	CP FLOS SOPHORAE	ethyl acetate / formic acid / water (8 : 1 : 1)
	JP SOPHORAE FLOS	chloroform / methanol / water (6 : 4 : 1)
	KP SOPHORAE FLOS	ethyl acetate / formic acid / water (8 : 1 : 1)
	VP FLOS SOPHORAE	ethyl acetate / formic acid / water (8 : 1 : 1)

特集 地域における特徴的な取り組み

北海道における薬用作物の生産振興について

北海道食の安全推進局食品政策課主幹 中島 和彦

○ 北海道における薬用作物の生産拡大の期待

漢方薬に使用される薬用作物等の需要が高まっている中、主たる原料供給国である中国の人件費高騰等による輸入価格の上昇や遺伝資源の保護等の関連により、生薬の十分な確保が厳しくなると危惧されることから、漢方・生薬製剤を製造する企業（以下、「製薬企業」という。）では、薬用作物の日本国内での生産拡大に期待を寄せています。特に、北海道は、北方系の薬用作物の栽培適地であることや、薬用作物の大規模栽培による低コスト生産の可能性が高いことから、北海道での生産拡大が期待されています。

○ 薬用作物の生産状況について

国内での薬用作物の生産は、平成初期から比べると作付面積及び生産量ともに大きく減少し、平成21年では1,839haの作付けとなっています。都道府県別では、北海道は、鳥根県の216haに次いで、全国第2位の212haの作付け、698tの生産量となっています。北海道では、平成9年に235haの作付けがありましたが、その後、急激に減少し、13年には115haまで落ち込みました。しかし、その後、18年から再び作付けが増加しており、21年には

212haとなっています。品目別では、18年以降、センキュウ（川芎）の作付けが増加しており、また、トリカブト（附子）類、キバナオウギ（黄耆）類も増加傾向です。一方、ダイオウ（大黃）の作付けは減少傾向です。21年では、センキュウが129haの作付け、517tの生産量と最も多く、ダイオウの23ha、トリカブト類の22ha、キバナオウギ類の17ha、トウキ（当帰）類の16haの順に多く生産されています。また、地域的には十勝、オホーツク、石狩、空知及び上川管内で主に生産されています。

○ 国内における薬用作物の生産拡大に向けた動き

このような状況の中、農林水産省及び厚生労働省は、平成24年に、薬用作物の生産振興を進めていくための情報交換会を開催しました。この会議では、国内での生産拡大に向けて、薬用作物に使用できる農薬が少ないことや機械化が進んでいないことなどの技術的な課題が改めて提起されるとともに、日本漢方生薬製剤協会（以下、「日漢協」という。）から優先的に国内で生産拡大して欲しい品目が提示されたところです。

また、農林水産省は、総理大臣が議長を務める産業競争力会議の中で「攻めの農林水産業の具体化の方向」の資料を提出し、医食農連携など多様な業種との連携強化の政策手法の一つとして「薬用作物国産化のニーズに応えた産地形成」を明記しているところです。

さらに、こうした国内における薬用作物の生産拡大を進める取組の一環として、国（農林水産省及び厚生労働省）と日漢協では、薬用作物の産地化を指向する関係者を参集して、生産及び需給情報等についての説明及び意見交換を行う会議を開催

表 薬用作物の主な都道府県別の栽培状況（H21年産）

都道府県名	栽培戸数	栽培面積				生産量
		転作面積	契約面積	収穫面積		
	戸	a	a	a	a	kg
1 鳥根県	336	21,626	10,216	13,649	15,505	1,753,839
2 北海道	152	21,169	0	6,914	6,342	698,248
3 栃木県	147	21,158	19,010	15,290	21,158	539,975
4 和歌山県	1,265	19,640	245	1,305	1,145	164,080
5 富山県	270	15,919	0	14,680	14,837	250,908
全 国	6,372	183,896	43,151	99,694	123,824	9,311,548

資料:薬用作物（生薬）に関する資料（H21年産）（財）日本特産農産物協会（H23）

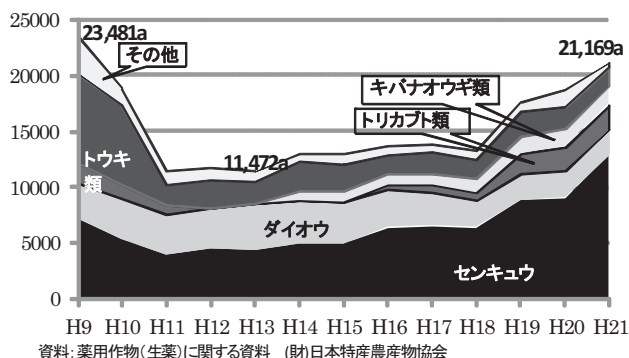


図 北海道内における薬用作物の作付面積の推移 (a)

表 道内における薬用作物の栽培状況(H21年)

薬用作物名	作付面積	生産量	主な生産地域
センキュウ	12,907	517	十勝、オホーツク、石狩及び空知管内
ダイオウ	2,334	70	十勝及び上川管内
トリカブト類	2,170	34	石狩及び十勝管内
キバナオウギ類	1,737	25	十勝管内
トウキ類	1,627	26	空知、オホーツク、上川及び十勝管内
ジオウ	170	23	十勝管内
カノコソウ	140	3.0	上川管内
その他	84		
合計	21,169	698	

資料：薬用作物（生薬）に関する資料（H21年産）（財）日本特産農産物協会（H23）

し、産地化を促進しています。この会議の中では、日漢協から北海道内において生産を拡大したい品目が提示され、具体的には、これまで契約栽培がなかったものの今後生産拡大を図りたい品目として、トウキやセンキュウ、オタネニンジン、ソウジュツ、シャクヤク、マオウ、オウギ、オウゴン、ハンゲなどといった品目が、また、既に産地化されているがさらに優先的に生産拡大を図りたいものとして、トウキやカンゾウ、センキュウ、オウギなどの品目が提示されたところです。

○ 北海道内における薬用作物の生産拡大に向けた動き

国内の製薬企業が、国内及び中国以外の国での薬用作物の生産を拡大するなどして中国のカントリーリスクをヘッジしようとしている中で、平成21年には、大手製薬企業が、北海道を国内栽培の拠点と位置づけ、夕張市に生産・加工・保管拠点を設立し、道内各地の現地と生産拡大に向けた取組を積極的に展開しています。

また、北海道内の複数の市町村では、農業経営

の多角化を図る観点などから、薬用作物を新たな品目として導入したいと考えており、実証ほ場を設けて試作試験を実施したり、地域の関係者と協議会を設置するなどして導入に向けた検討を進めています。

○ 薬用作物の生産拡大に当たっての課題等について

このように、北海道内における薬用作物の生産拡大が期待されているところですが、栽培に当たっては、次のような課題があり、生産が順調に進んでいる状況にまでは至っていません。

一つには、薬用作物に使用できる農薬が少ないことがあります。薬用作物の低コスト・省力栽培を図るためには、農薬使用による除草の効率化や的確な病害虫防除が有効です。しかし、薬用作物は作付面積が少ないことから、農薬メーカーが農薬登録に当たって薬用作物を適応対象としないことが多く、生産者などが自ら試験を実施して適用拡大の申請を行う必要があります。国は、この負担を軽減し、農薬登録を円滑にできる支援制度を設け、主な薬用作物の適用農薬が次第に拡大しつつありますが、今後とも薬用作物に使用できる農薬の登録拡大を進めていく必要があります。

二つ目には、薬用作物生産の低コスト化・省力化を図るための機械化が進んでいない状況にあります。薬用作物の栽培に当たって、播種・定植、収穫、調製等の作業の機械化を進めて行くことが必要です。しかし、薬用作物の栽培は、水稲や小麦などの主要品目と異なり栽培面積が少ないことから、専用機械が開発されたとしてもその普及が限定的で、開発コストが高額になると想定されるので、他品目の農業機械の汎用的な利用を検討していくことが必要と考えています。

さらに、北海道内では、昭和60年代までは、農林水産省北海道農業試験場や北海道立農業試験場において、薬用作物の栽培に関する試験研究が行われ、成果を公表していましたが、現在では、(独)医薬品基盤研究所薬用植物資源研究センター北海道研究部などにおいて試験研究が行われているものの、道内において薬用作物の栽培などに関する知識と経験を有する研究員や普及指導員などの技術者が少ない現状にあります。今後、道内において生産

振興を図っていくためには、地域ニーズに的確に対応できる技術者の育成・確保が課題となっています。

また、薬用作物は、生産者らと取引先との契約により栽培されており、製薬企業等に直接出荷・流通され、市場での流通がありません。さらに、保険適用・薬局処方エキス製剤用途では低コスト生産の追求、一般用医薬品用途の場合には、手間をかけても色や臭い、形状等が優れたものが求められるなど、利用用途によっても求められるニーズや価格が大きく異なります。こう

いった事情などから、先に記した農薬や栽培技術の課題なども含めて、産地間における栽培技術などの情報共有が希薄であり、薬用作物の産地化に向けては、産地への情報提供が求められています。

○ 北海道における薬用作物の生産拡大に向けて

本道農業は、大規模で専門的な農業経営を展開していますが、農業経営の安定を図るためにも、薬用作物を導入などによる農業経営の多角化を図ることも有効と考えています。

このため、北海道では、薬用作物の生産振興に向けて、現状と課題を整理するとともに、諸課題の解決手法などを検討する、庁内の関係部局等の職員による研究会を設置し、薬用作物の専門家などをお招きしながら検討を進めているところです。

また、薬用作物の振興については、国レベルで検討が進められているとともに、北海道内においても、大手製薬企業の生産・加工・保管拠点の設立などをきっかけとして、薬用作物の生産拡大に向けた気運が高まっています。

こうした情勢を踏まえ、北海道としては、国や日漢協などと連携しながら、道内において薬用作物に関する情報交換会を開催し、産地化に向けた中長期な需給状況や栽培に当たっての課題などについて情報共有できる場づくりを設定していき

表 北海道内において薬用作物を対象としてマイナー作物等試験により登録されている農薬 (H23.5月現在)

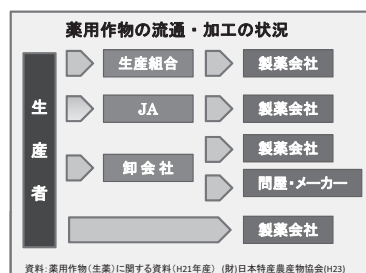
薬用作物名	農薬の種類	商品名	種類名	対象病害虫等
1 センキュウ	殺虫剤	コテツフロアブル	クロルフェナピル水和剤	ハダニ類
2	殺菌剤	ダコニールエース	T P N水和剤	べと病
3	殺菌剤	ベンレート水和剤	ベノミル水和剤	黒色根腐病
4	除草剤	ワンサイドP乳剤	フルアジポップP	畑地一年生雑草
5 ダイオウ	殺虫剤	オルトラン水和剤	アセフェート水和剤	アブラムシ
6	殺菌剤	リゾレックス粉剤	トルクロホスメチル粉剤	立枯症
7 トリカブト	除草剤	ナブ乳剤	セトキシジム乳剤	畑地1年生雑草
8	除草剤	ゴーゴーサン乳剤	ペンディメタリン乳剤	畑地1年生雑草
9 オウギ	殺虫剤	DDVP 乳剤	DDVP 乳剤	アブラムシ類
10	除草剤	ロロックス	リニュロン水和剤	畑地1年生雑草
11	殺虫剤	ペイオフME乳剤	フルシトリネート液剤	アブラムシ
12 トウキ	殺虫剤	DDVP 乳剤	DDVP 乳剤	アブラムシ類
13	殺菌剤	エムダイファー水和剤	マンネブ水和剤	べと病

注) DDVP 乳剤は、登録を受けたものの、現在は登録失効。

いと考えています。また、現場段階においては、農業改良普及センターが、薬用作物に係る地域課題に対応し、栽培マニュアルを策定するなどして産地化に向けて取り組んでいるところです。

さらに、今後は、薬用作物の生産振興に向けて取り組んでいくため、農業改良普及センターや農業試験場などの技術者による研修会等を実施し、技術者の薬用作物に関する技術的なネットワークづくりを推進していくとともに、薬用作物の農業登録を推進するための製薬企業への技術指導など自立的な取組を促進したいと考えています。

こうした取組を進めながら、道内における薬用作物栽培の諸課題を克服することによって生産が拡大し、本道農業及び漢方・生薬製剤産業の両者の振興が図られ、本道経済の活性化の一助となればと考えているところです。



特集 地域における特徴的な取り組み

トウキ原種苗の安定生産に向けた取り組み

(公財)日本特産農作物種苗協会 網走特産種苗センター場長 鈴木 清史

1、はじめに

網走特産種苗センターは、公益財団法人日本特産農作物種苗協会が北海道内に配置している2事務所（種苗生産農場を運営）の一つで、網走郡大空町女満別湖南地区にある（もう一箇所は、幕別町に配置）。

当センターは、昭和43年に開設され、以来、主に地域の特産物である各種豆類、馬鈴しょ、麦類、ナガイモ、薬草等の原種苗の生産・配布事業を行ってきた。

2、トウキ種苗の生産・配布

当センターにおけるトウキの種苗生産は、開設間もない昭和49年にも実績があるが、継続して栽培するようになったのは、平成5年に「薬用植物等難増殖作物の採種技術体系の確立に関する調査」を行うことになった以降である。その後、試験調査を含め20年程栽培を続けており、網走地区に大深系の苗を供給している（写真1）。

3、年次変動が大きかった生産実績

トウキ苗を、毎年10万本程供給してきたが、生産実績（単位面積当たりの生産本数）の年次変動

は非常に大きく、極低収となる年もあり、生産の安定化が長年の課題であった。

年次変動が大きかった主な原因は、出芽率が年により大きく変動することであり、出芽率低下の主な要因は、①種子の発芽能力が高くないこと。②は種床土壌の乾燥により出芽率が低下すること。③雨にたたかれて、は種床土壌表面に土壌の硬化膜（クラスト）ができ出芽を妨げること、等が考えられた。

平成19年から24年にかけて、低収量要因である出芽率および規格内率改善について、集中して改善対策に取り組み（表1、図1）、現在は、ほぼ安定した苗生産が可能な技術確立が図られつつある。以下にその概要を紹介する。

4、出芽率向上への取り組み

(1) 選種方法の改善による発芽率改善

平成22年の当センター事例（図2）では、慣行選別種子（試験では、大きな夾雑物を5.0mmと2.0mmの篩で除き、極小さな夾雑物と未熟種子を1.0mmの篩で除いたもの）のほ場出芽率は、約40%と低かったが、篩選別種子（通常1.8mm以上2.0mm以下に調製したもの）は約25ポイント、比重選別種子（慣行選別種子を、約10分間水に浸漬攪拌後沈殿したもの）は約30ポイント、篩と比重



写真1 育苗中のトウキ苗

表1 低収要因別の取り組み内容

低収要因	改善方向	取り組み内容
出芽数が少ない	種子の発芽能力を高める	(1) 選種方法の改善による発芽率改善 (2) 種子生産方法の改善による優良種子の確保
	土壌の乾燥による出芽率低下防止	(1) 鎮圧による乾燥防止 (2) かん水方法の改善による乾燥防止 (3) 被覆資材使用による乾燥防止
	クラスト形成防止による出芽率低下防	(1) 被覆資材使用によるクラスト化防止
規格内率が低い	規格外苗を少なくする栽培方法の工夫	(1) 高畦栽培による作土深の確保 (2) 適正栽植本数による規格内率改善 (3) 葉切り処理による大苗化防止と良質苗確保 (4) 極小苗削減対策

年度	種子発芽能力改善		土壌の乾燥防止対策			クラスト防止	規格外苗の減少対策				
	選別方法 比重(水)選別	種子生産 農場生産	鎮圧 コンパネ	少量かん水 水量約4mm	適量かん水 水量20mm	被覆資材 モミガラ被覆	は種床 半高畦栽培	は種床 高畦栽培	栽植本数 適正化	大苗防止 剪葉	極小苗防止 比重(水)選別
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											

図1 栽培改善技術の取り組み項目の変遷(平成14~25年)

選別を併用処理した区は43ポイント慣行選別種子より高く、大幅に出芽率が改善された。平成22年以降は、1.3mm以下の未熟種子等を除いた後、比重選別処理を行った種子を用いて育苗している。

(2) 種子生産方法の改善による優良種子の確保
育苗に使用する種子は、毎年契約先から提供を受けたものを使用してきた。しかし、年により発芽率が低かったり変動が大きいこともあり、苗生産を安定させるためには、育苗に使う種子の改善が必要であった。

当センターでのトウキの種子生産は、省力的な栽培方法で採種し、選種方法の工夫により高い発芽率を有する種子を得るように努め、平成23年から採種を行っている。平成23年の当センターでの調査事例では、完熟割合が2割程度の花序から採った種子でも約62%の発芽率があり、完熟割合が約7割で71%、8割で発芽率72%であった。同年に、3年生株で平均完熟率7~8割で収穫した当センター産の種子(1.3mm篩済み)の発芽率は、約72%であり、同じく24年産の種子は、約75%であった。当センターでの採種により、十分に発芽率の高い

種子を収穫することができることが確認された。
また、選種方法の改善による発芽率改善の項で述べたように、選種の効果は高く、24年産の種子についても、篩選別や比重選別を行うことにより80%以上の発芽率を得ることが可能であった。

現在、契約会社との連携の下に、信頼できる特性を有する種子を、当センターほ場で生産・選別する方式で種子を確保している。

(3) 乾燥防止策の改善

① 鎮圧による乾燥防止

覆土後土壌表面を鎮圧する作業は、均一に出芽させるのに有効であり、栽培当初から実施している。現在は、覆土後とモミガラ被覆後の2回、軽めの鎮圧を行っている。

② かん水方法の改善による乾燥防止

は種後の乾燥対策として、当初からブームスプレーヤーを使用して約4mm相当量のかん水を行っていたが、平成19年は、比較的降水量が多い年であったが、試験では、は種時の20mmかん水に加えて、出芽時期にかん水を2回追加した処理の効果が認められた(図3)。以後、は種時に20mm相当量のかん水を実施し、必要に応じて追加かん水を行っている。また、随時かん水作業が可能な場所で育苗することにし、施設の近くに4年輪作が可能となる場所を定めて栽培している。

③ 被覆資材(モミガラ)使用による乾燥防止

平成19年の試験で、は種時に20mmかん水+モミガラ被覆を行う処理の効果が、追加かん水処理以上に大きいことが確認された(図3)。モ

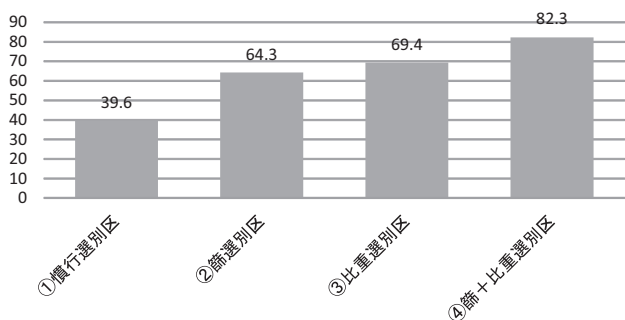


図2 種子選別方法と出芽率 (H22年・%)

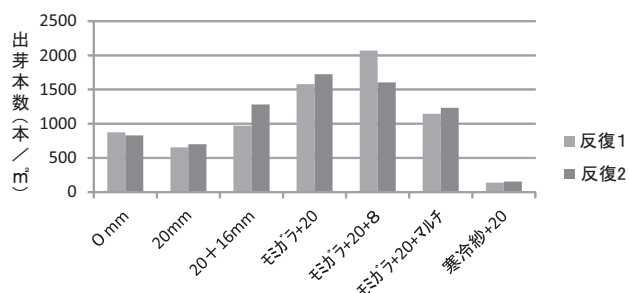


図3 かん水・モミガラ処理と出芽本数 (平成19年)

ミガラ被覆+追加かん水は効果がさらに上積みされた。この年以降、覆土後にモミガラを被覆し、かん水する方法により育苗している。

(4) は種床表面土壌のクラスト化防止

は種時のかん水や降雨により、は種床表面に土壌の硬化膜(クラスト)が形成され出芽率が大きく低下する現象が度々認められている。このクラスト化防止にもモミガラ被覆の効果が大きく、モミガラ被覆をしたは種床には、土壌の硬化膜は形成されていない。モミガラ被覆は、トウキのは種床表面の水分保持と合わせてクラスト形成防止の効果が大きく、当センターのトウキ育苗における必須技術となっている。

5、規格内率改善による良質苗の確保

単位面積当たりの苗生産本数の変動が大きいため、出芽率を改善して苗本数を確保することが優先改善事項であったが、並行して規格内率を向上させ、良質苗を確保する取り組みも実施した。

(1) 高畦栽培による作土深の確保

従来、は種床は、ロータリー耕で碎土した後、トラクターのタイヤ跡を利用した、簡易的な半高畦栽培を行ってきたが、十分な作土深が得られず苗の根長もやや短かった。平成22年からは、高畦成形に対応したロータリーを導入し、高畦栽培(写真2)を行っており、十分な作土深を確保できるようになっており、苗の根長(20~30cm程度)も十分に確保されるようになった。

(2) 適正栽植本数による規格内率改善

適正栽植本数がどの位か検討を行った。種子の出芽率が想定より低い等のため、明確な傾向を掴むことはできなかったが、m²当たり1,200~1,300本程度が面積当たりの規格内(ここでは、根頭部径4~8mmを目標)本数を多く確保できるものと



写真2 高畦成形作業

推察された(図4、5)。現在、m²当たり1,250本の出芽本数を目安にしては種量を決定している。

(3) 葉切り処理による大苗化防止と良質苗確保

本ほ栽培では、使用する苗は、ある程度太い方が収量は多くなる。しかし、太過ぎると抽だいし易くなることから、苗収穫時に根頭部の直径が4.0~8.0mm規格の苗割合を高めることを目標に育苗しており、8.5mm以上の苗は選別除去している。

苗が太くなりすぎないように、は種量を調整するとともに、は種時の施肥は、極少量(10a当たり窒素成分で1.5kg程度)に抑えて栽培している。それでも大苗割合が高くなってしまいう年が時々ある。その場合は、下位葉を残して上・中位葉を刈

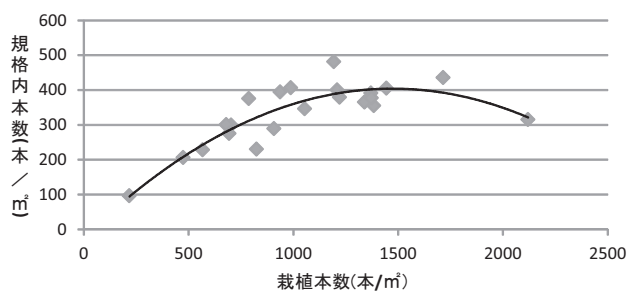


図4 栽植本数と規格内本数 (平成19~24年試験込み)

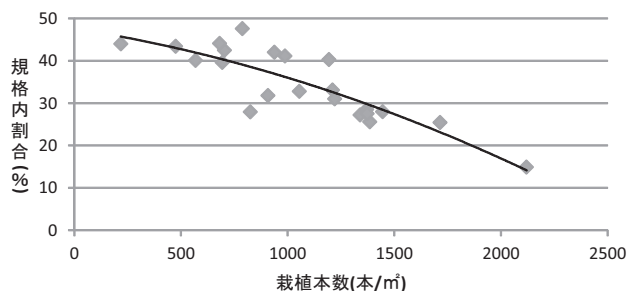


図5 栽植本数と規格内割合 (平成19~24年試験込み)

り取る「葉切り処理（剪葉）」により根部の肥大を抑制することが可能であることが調査結果からも確認された。

現在当センターでは、定期的に生育調査を実施し、「9月中旬の掘取り調査時点で、調査株の上位半数の根頭部直径が6.0mmを越える場合、葉切り処理を実施し、大苗化を防止している。

（4）極小苗削減対策

苗生産を続けているが、毎年直径1.0～2.0mm程度の極小苗が多く生産され、規格外割合を高めていることから、極小苗を少なくすることが大きな課題の一つでもあった。

極小苗が多くなる原因の一つは、は種床の乾燥により出芽揃いが悪く、時期遅れで出芽してくる種子が多くなるためであった。これは、かん水量やかん水方法の見直しにより一定程度改善することができた。

原因のもう一つは、使用した種子の中に、未熟種子が多く含まれることであった。

トウキは、複散形花序で、第1花序から順次開花結実するが、花序数も多く、登熟期間も長いことから、種子を一度に収穫した場合、収穫種子に、完熟した種子から未熟な種子まで、熟度の異なる種子が広く混在している。

セリ科の種子は、成熟すると、子房下位で分果する（2個に分かれる）が、種子を一度に収穫すると様々な熟度の種子が含まれ、特に熟度の低いものは未分果種子の割合が高く（平成22年使用種子では、未分果種子割合は約38%、写真3）、これを種子として使うと、見かけの粒数よりかなり多い種子粒数がは種されてしまい、出芽が遅れ、弱々しい苗が多数育ち、極小苗割合を高めてしまうことが確認された。

未熟種子は、粒径も小さいことから、篩選別である程度選別した後、水に浸漬攪拌して比重選別



分果した1粒種子 (61.8%) 未分果の2粒種子 (38.2%) 夾雑物 -

写真3 分果種子と未分果種子例（平成22年度）

処理を行うと、未分果種子の殆どが分離して水に浮かび除かれることが確認された。特に水浸漬による比重選別は、極小苗対策として効果的であった。現在は、小粒の未熟種子を篩選別である程度除いた後、比重選別を行って未分果種子を除き、発芽率を高めた種子を使用することにより、極小苗をある程度減らすことが可能となった。

6、おわりに

良質苗を栽培・配布するための、最近の改善対策への取り組みを中心に、当センターの種苗生産の概要を紹介させていただいた。

試行錯誤で実施した様々な栽培技術の工夫により、安定したトウキの種苗生産がある程度可能となった（図6、図7、写真4、5、6、7）。

しかし、予想を大きく上回る気象条件の変動も見られ、また、突発的な課題が発生したり、人為的な作業ミスや作業ムラ等も発生することがある。

それらの事象や課題を一つ一つ解決しながら、今後も生産者・実需者の方々の要望に添った、良質な種苗の生産・供給に努めていきたい。

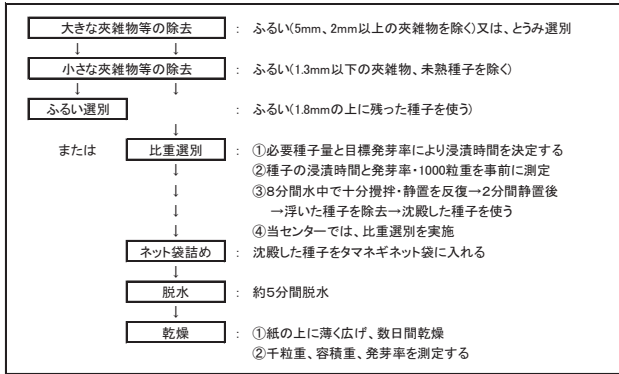


図6 網走センターにおける種子選別の作業工程



写真4 は種床には種、覆土後モミガラで被覆

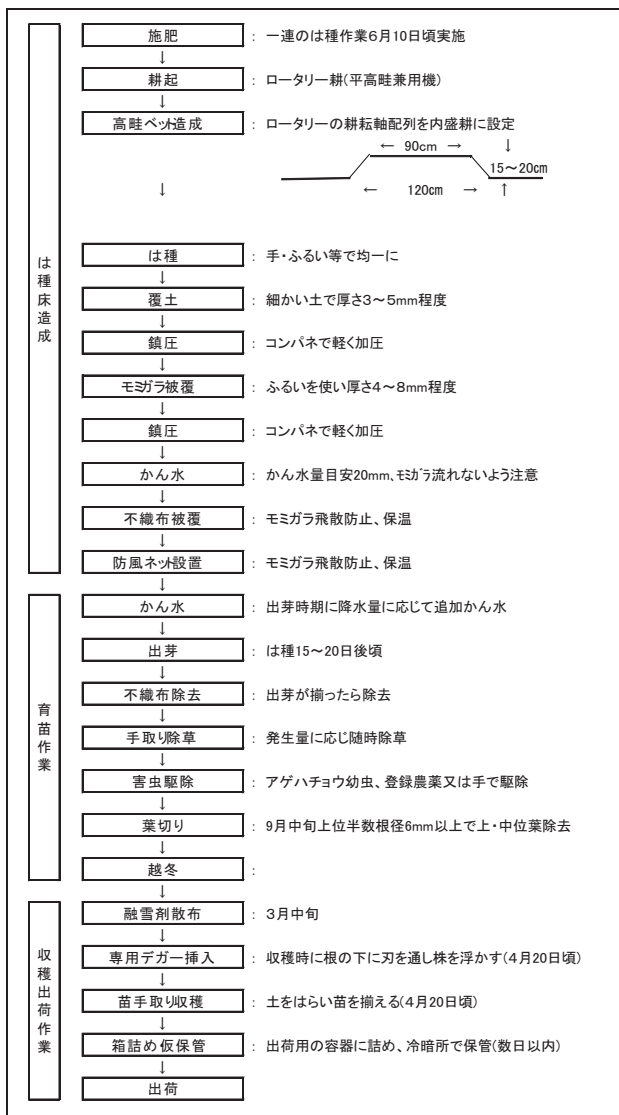


図7 網走センターにおける育苗作業工程



写真5 かん水後不織布をかけ防風ネットを張り、は種完了



写真6 デガーで土と一緒に苗を浮かせ、人力で収穫



写真7 収穫され、段ボール容器に入れられたトウキの苗

特集 地域における特徴的な取り組み

地方自治体と連携した甘草栽培プロジェクト

株式会社新日本医薬 岩国本郷研究所 吉岡 達文
新日本製薬株式会社 開発事業室 長根 寿陽

1. はじめに

重要生薬甘草の基原植物であるウラルカンゾウ (*Glycyrriza uralensis* Fisher) 及びスペインカンゾウ (*G. glabra* Linne) はマメ科の薬用植物であり、根及びストロン（走出枝）が生薬として利用され、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。ウラルカンゾウは主に漢方薬向けに使用され、漢方処方約70%に配合されており、日本薬局方ではグリチルリチン酸を2.5%以上含む事が規定されている。また、スペインカンゾウは、医薬品（肝臓疾患改善薬）、化粧品、甘味料、矯味料として甘草抽出物が利用されている。日本ではこれらのほぼ全量を輸入に頼っており、その主な供給元は中国である。近年、甘草資源の枯渇や品質の低下などが危惧される状況の中、甘草の安定供給に向けた対策が必要であると考えられるようになった。特に、2000年6月に、中国政府から草原資源の生態環境の保護と砂漠化防止のため、野生カンゾウの乱採取や自由な販売を禁止する通知が出され、国内での栽培が急務であると考えられるようになった。新日本製薬グループ・(株)新日本医薬岩国本郷研究所では2007年から長い筒を利用した筒栽培と呼ばれる栽培法を用いて、カンゾウの栽培研究を行ってきた。この栽培方法により、カンゾウの根が2年間の栽培期間で十分な大きさに生長し、グリチルリチン酸含量も日本薬局方の基準に適合する事が確認する事ができたが、この方法はコスト高の方法であり、よりコストダウンした栽培方法の必要性から、ストロン抑制短筒栽培法を開発し、2011年2月にカンゾウ属植物の栽培方法として2件の特許出願を行なった。

(特開2012-170343 特開2012-170344)

この新規な栽培方法を用いて、2011年3月より

全国の自治体と連携し、カンゾウ実用栽培試験を開始した。

2. ストロン抑制短筒栽培法

マメ科の多年草であるウラルカンゾウは、中央アジアから中国西北部、モンゴル、中国東北部の乾燥地帯に分布する。一方、スペインカンゾウはヨーロッパからトルコ、ロシア、中央アジア、中国西北部の乾燥地帯に分布する。これらの地上部は50cm～2 m程度に生育し、根は1 m～2 m、時には水を求めて10m程度まで伸張する。又、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が、利用可能な大きさに根が肥大するには5年以上の期間が必要だと言われている。岩国本郷研究所ではこのストロンの生長を抑制することにより、根の生長が優先され、根が2年間の栽培で利用可能な大きさに生育する方法を開発した。その模式図を図-1に示す。

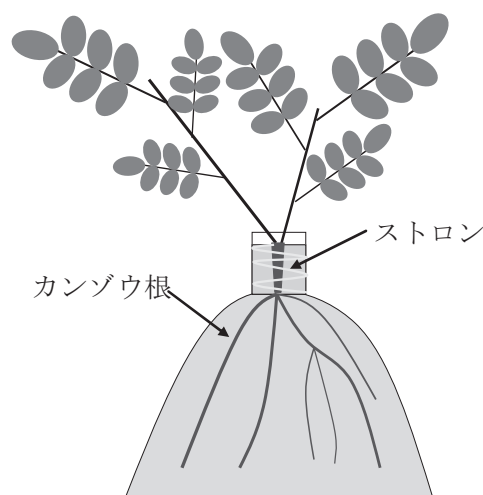


図-1 ストロン抑制栽培法模式図

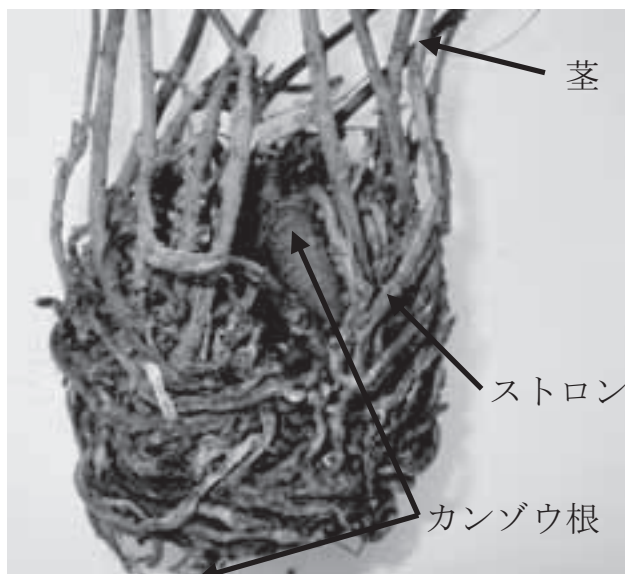


図-2 筒側面に沿って生長したストロン

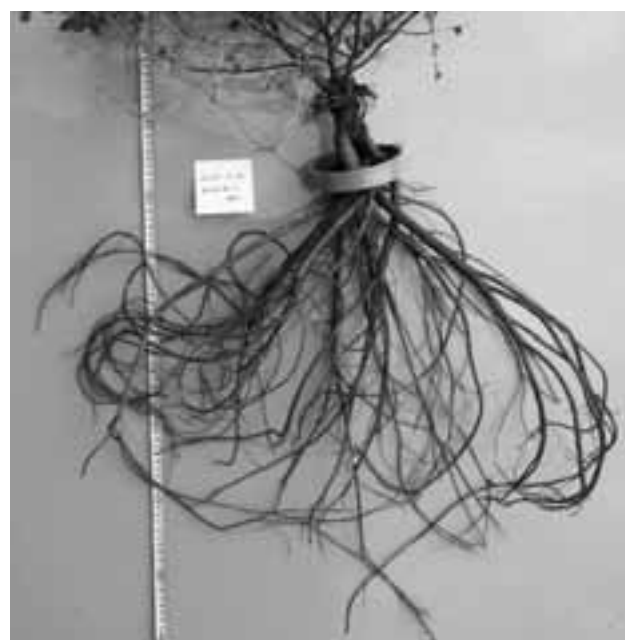


図-3 栽培期間6ヶ月のカンゾウ根

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為生育を抑制され、その結果根の生育が優先されるようになる。ストロンの生育の様子を図-2に示す。

根は垂直方向に生育する為、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-3に示す。

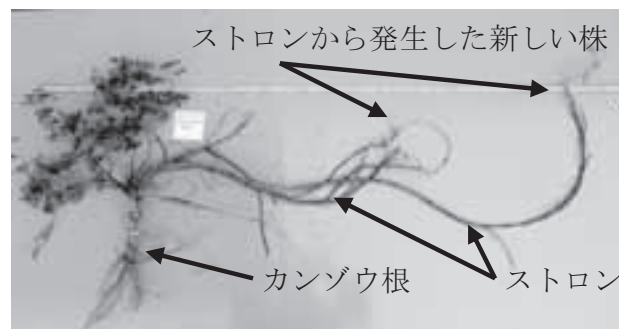


図-4 ストロンを抑制しない場合の株の様子

図-3のカンゾウはモンゴル由来の種子から育苗した苗を移植し、露地圃場で6ヶ月栽培した株であり、収穫時、根の生重量は490gであった。

ストロンを抑制しない場合の生育の例を図-4に示す。

3. 各自治体での試験栽培状況

2011年春より、青森県新郷村、宮城県岩沼市、新潟県胎内市、鳥根県奥出雲町、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。宮城県岩沼市での栽培は、NPO 法人「薬用植物普及協会みやぎ」が中心となり、震災における津波被災地での栽培に取り組んでいる。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なった。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へ、ポットのまま定植を実施した。試験圃場は多くの地区で耕作放棄地の対策を考慮し、荒廃した農地を草刈り・耕起し復元した後、より野生に近い栽培条件を考慮し、無施肥にて試験を開始した。熊本県湯前町の例を図-5に示す。写真手前側の復元した農地でカンゾウを栽培している。写真奥側の農地は草が繁茂し荒廃したままである。

提供したスペインカンゾウ苗、ウラルカンゾウ苗は、種子由来、ストロン由来、培養苗などであるが、全地区において、同一品種のクローン苗の栽培も試みた。北から南の気候や土壌条件の異なる圃場において、同一品種を栽培し、岩国栽培品との比較を行うとともに栽培の可能性を検証した。この結果、各地で生育状況等の差異が生じたが、全国の栽培で明らかになった問題点を改善する事により、ほぼ全国で実用栽培が可能であるとの確信を



図-5 熊本県湯前町のカンゾウ栽培圃場



図-6 畝間の雑草が蒸れの原因となる



図-7 蒸れにより病害の発生した株



図-8 定植2ヵ月後のスペインカンゾウ
(山口県岩国市)



図-9 青森県新郷村の定植後5ヶ月の様子
(初期成育が悪く生育不良だった。)



図-10 定植後4ヶ月のウラルカンゾウ
(新潟県胎内市)

得る事ができた。各地での栽培の様子を図-6、図-7、図-8、図-9、図-10、図-11、図-12に示す。

また、2013年以降は苗の生産を各地で実施できる様、岩国本郷研究所において研修を実施した。各地区で育苗用施設、組織培養施設等の準備が進んでいる。

研修の様子を図-13、図-14、図-15に示す。

4. 実用栽培における問題点

1) 畝はマルチにより草が抑制されるが、畝間に草が繁茂し、病虫害の発生原因となった。除

草剤は農薬登録が無い為使用が出来ないので、防草シートやマルチを畝間へ敷く方法を取ったが、コスト高の1要因となった。

2) 栽培2年目の春に萌芽しない株が多く見られた。これはハウス内の栽培では起こらない為、低温や霜害と考えているが、実生苗では起こり難く、ストロン苗や培養苗で多く見られた。本来カンゾウは低温環境に対して適応性が高いと考えていた為予想外であった。反面、低温地域が生育適地と考えていたが、熊本県合志市の様に夏場高温になる地域でもウラルカンゾウの生育は旺盛であった。



図-11 定植後14ヶ月のスペインカンゾウ
(熊本県合志市)



図-12 2年栽培したカンゾウと生産者
(熊本県合志市)



図-13 苗生産方法の研修（甲州市）



図-14 苗生産方法の研修
（胎内市、新郷村）



図-15 収穫・調整方法の研修（湯前町）



図-16 振動掘取り機での収穫の様子
（収穫研修 合志市）

- 3) マルチで覆った畝はある程度水分が保持される為根はそれほど長く伸張しないと考えていたが、予想より地中深く根が伸び、甘藷用の振動掘取り機で収穫する場合に根を切断してしまう事態が発生した。特にスペインカンゾウにおいて顕著であった。振動掘取り機での収穫の様子は図-16に示す。
- 4) 圃場へポット苗を設置後、根が畝内にスムーズに伸びていかず、初期成育が不良となり、その後の生育も不良な場合があった。青森県新郷村や鳥根県奥出雲町の標高の高い圃場など冷涼な気候の地域は、生育期間が短くなる為、初期成育は、収穫量へ大きく影響する為重要である。
- 5) 収穫後の洗浄・調整作業に相当の労力が必要であり、各栽培地で調整の仕上がり程度に差異が発生した。今後、機械化等で均一な洗浄・調整が出来る方法の検討が必要である。

- 6) 収穫した選抜種のウラルカンゾウのグリチルリチン酸含量に栽培地により差異が生じた。選抜種は、岩国での通常の筒栽培で2.5%～3%程度の含量になる品種であり、生育状態の違い、土質、気候でグリチルリチン酸含量に変化が生じる可能性がある。しかし全てのサンプルにおいて、筒内より筒外のカンゾウ根で高い含量が確認され、3%を超えるものも多く、今後条件設定により、安定的にグリチルリチン酸高含量のカンゾウ根を収穫できる可能性が確認された。
- 7) グリチルリチン酸高含量の甘草を収穫する為、今後更なる品種改良の必要がある。又、全国で選抜品種のクローン苗を大量生産する必要がある。カンゾウクローン苗の生産方法には、組織培養、ストロンさし芽、地上部さし芽などの方法がある。しかし、カンゾウに対して農薬登録が無い為、ホルモン剤、殺菌



図-17 健康都市フォーラム（合志市）

剤などを使用する事が出来ない。この為、組織培養もホルモン剤を使用できず、挿し芽においても殺菌剤等が使用できない為、カビなどの原因で枯死する株が多く、良質な苗に生育する割合がまだ低い。この為コスト高の要因となっている。

今後、高品質カンゾウの大量、安定供給を実現する為に、様々な問題を解決する必要がある。その為に、2013年4月24日に、連携している全国の自治体と「全国甘草栽培協議会」を設立した。

5. 全国甘草栽培協議会

この会の目的は、甘草の国内栽培に取り組む産地が相互の連携を密にし、栽培技術等における共通課題の解決に取り組むとともに、甘草を活用した地域振興につながる需要拡大を図る活動を推進し、甘草生産地の共助・共働体制を確立して、国内における安定生産・安定供給の実現を図る事を目的としている。その目的達成の為に、以下の事業を行なうことが計画されている。

- 1) 事業の効果的・効率的な実施を図る為の検討会の開催。
 - 2) 需要・消費動向等の調査実施。
 - 3) 生産・加工技術等の課題解決実証の実施。
 - 4) 需要拡大・普及啓発に関する取組みの実施。
 - 5) その他目的達成のために必要な事業。
- また、現時点での構成員を以下に示す。

- 1) 新潟県胎内市
- 2) 熊本県合志市
- 3) 青森県新郷村



図-18 甘草配合茶（左:合志市 右:胎内市）

- 4) 山梨県甲州市
- 5) 新日本製薬 株式会社
- 6) 株式会社 新日本医薬

さらに、各地域で甘草の事を正しく理解して頂くための健康フォーラムなどが開催されている。さらに、自治体によっては国産甘草を配合したお茶を製造し、色々なイベントで市民の皆様に配布する事により、カンゾウ栽培を地域の皆様にアピールしている。これらの活動にも出来るだけ協力をしている。この様子を図-17に、製造したティーパックの写真を図-18に示す。

5. 終わりに

国内では困難と考えられていた甘草栽培によりやく可能性が見えてきた。しかし、問題は山積みである。特に、多くの薬用植物に農薬登録が無い為、農薬が使用できない現実がある。今後、世界中で薬用植物資源の消費が増加する事も予測される状況下、これらへの対応が急がれる。しかし、ひとつひとつ、連携している自治体と協力して問題を解決しながら、カンゾウ国内栽培を実現できる様、今後も努力を続けたいと考えている。

6. 参考文献

- 1) 末岡昭宣 薬用植物フォーラム2012講演要旨集 (2012)
- 2) 末岡昭宣, 酒井美保, 吉岡達文, 草野源次郎, 芝野真喜雄 第6回甘草に関するシンポジウム研究発表記録 甘草研究最前線2013 (2013)

特集 地域における特徴的な取り組み

長野県における薬用作物の生産体制整備について

長野県農政部園芸畜産課 堀 澄人

1 長野県における薬用作物の栽培状況について

長野県の特用作物は、多様な自然環境条件を生かして葉たばこやホップ、わさび、薬用作物、山菜類など、中山間地域の重要な作物として、適地適作を基調に導入されてきた。このうち、薬用作物は古くから山採りに加え栽培も行われ、特に薬用人参やセンブリ、甘茶やキハダなどの多くが取引され、昭和60年代まで栽培面積は増加傾向にあったものの、以降は栽培戸数とともに激減している（表1）。

本県の代表的な品目であった薬用人参については、販売単価の低下や栽培者の高齢化により減少しており、またセンブリやトチュウなど、県としてこれまで生産振興に努めた品目についても、導

入後の販売環境の変化等により栽培の定着・拡大はできなかった（表2）。

一方、平成20年以降、薬草（生薬原料）の国内産需要の高まりを踏まえ、中山間地域の活性化や遊休農地の解消に向けた対応策のひとつとして薬用作物生産の検討と対応を開始し、薬草種苗の供給体制を含む、生産振興に向けた体制整備を進めている。

2 生産体制の整備について

（1）基本的な推進の考え方

生薬・漢方の需要は堅実ではあるが、市場流通されている農産物とは性質が異なることから、実需者から需要動向等の情報収集に努めるとも

表1 薬用作物の栽培戸数および栽培面積の推移

		1983 (昭和58年)	1988 (昭和63年)	1993 (平成5年)	1998 (平成10年)	2003 (平成15年)	2008 (平成20年)
長野県	栽培戸数（戸）	3,681	5,629	2,116	1,499	353	231
	栽培面積（a）	49,777	75,653	38,810	26,006	6,666	4,865
全国	栽培戸数（戸）	16,200	26,108	14,181	10,418	5,981	6,938
	栽培面積（a）	271,161	391,644	283,442	166,571	123,546	149,738

データ引用先；薬用植物（生薬）需給の現状と将来展望：（財）日本特殊農産物協会 平成11年3月
薬用作物（生薬）に関する資料：（財）日本特産農産物協会

表2 薬用人参、センブリ、トチュウの生産状況の推移

		1983 (昭和58年)	1988 (昭和63年)	1993 (平成5年)	1998 (平成10年)	2003 (平成15年)	2008 (平成20年)
薬用人参	栽培面積（ha）	384	382	161	67	22	7
	生産量（t）	493	320	126	62	24	7
センブリ	栽培面積（ha）	13	10	9	5	3	10
	生産量（t）	5	11	21	9	11	3
トチュウ	栽培面積（ha）			150	130	14	0.5
	生産量（t）			150	120	3	3

データ引用先；薬用作物（生薬）に関する資料：（財）日本特産農産物協会
長野県の園芸特産：長野県農政部

※ 昭和58年ならびに昭和63年の「トチュウ」についてはデータ無し



写真1 薬草栽培研修会開催の様子



写真2 種苗増殖ほ場の様子

に、導入にあたっては、本県に適した品目を選定しつつ、実需者との契約栽培を基本としている。

(2) 体制整備の状況

上記の基本的な考え方にに基づき、農政部局（農政部）と薬務部局（健康福祉部）とが連携し、図1のような「需要に見合った薬草の生産体制整備」に取り組んでいる。

推進の方向性として、「ア 薬草栽培に関心があり、小規模であっても薬草栽培に取り組みたい希望者に対応する県内業者への契約出荷ルート（薬草栽培の底辺拡大）」と、「イ 一定量をまとめて栽培できる地域や企業に向けた契約出荷ルート（薬草産地の育成）」の現在2本の推進体制を整備している。

(3) 体制整備の主な内容について

ア 薬草栽培の底辺拡大に向けた取組

県は、県内の生薬関係企業等で構成される「長野県薬草生産振興組合」と推進品目を定めた体制をとっている。

年数回、栽培者や薬草栽培に関心がある者に対し研修会を開催しているが、年度当初の研修会において、実需者の長野県薬草生産振興組合から、その年の契約条件が提示され、条件に基づいた生産・出荷契約が結ばれている。

なお、薬草栽培を希望する者が実際に栽培に着手するためには、種苗入手が大きな課題となることから、一部品目については県が種苗増殖を行い希望者への供給体制を整備している。

イ 薬草産地の育成に向けた取組について
薬草栽培を経営品目として位置付けた導入

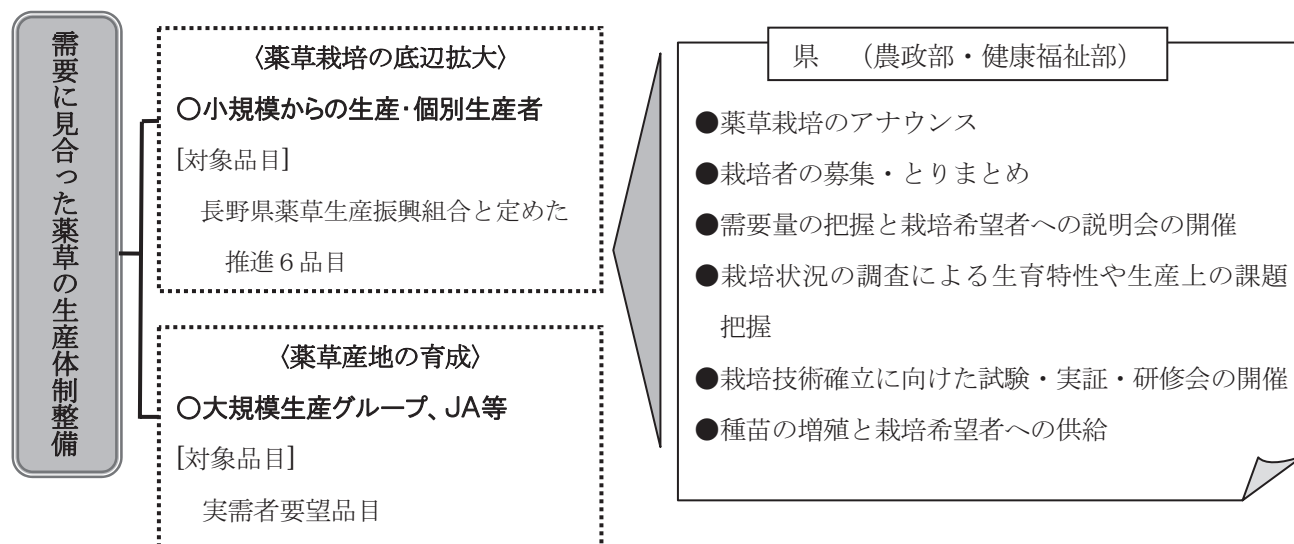


図1 長野県における薬草の生産体制整備

を目指す農業者、法人、JA 等に対しては、漢方製剤メーカーとの契約栽培を推進している。

産地育成には、まとまりのある一定規模の作付が必要となることから、魅力ある品目とすることで生産者を確保する必要がある。このため収益性の向上（単収向上）に向けた栽培技術の確立や、作付面積の拡大を可能とするための省力化技術の検討、使用可能な農薬の適用拡大試験など、生産上の課題解決に取り組んでいる。

なお、薬草の産地育成に関しては、生産・流通上の課題も少なくないことから、県では実需者や大口の栽培者等と、役割分担の明確化や相互調整を図るための「薬草生産連絡会議」を組織して課題解決に取り組んでいる。

3 種苗の供給体制整備について

既に記載のとおり、長野県では新たに薬草栽培の検討を開始するに当たり、種苗の供給体制を整備する必要があった。このため平成20年と21年に（独）医薬基盤研究所薬用植物資源研究センターに協力を仰ぎ、県で定めた推進品目のうち4品目（トウキ、カノコソウ、センキュウ、ウイキョウ）について種苗の譲渡を受け、以降農業関係試験場において毎年少量ではあるが増殖・採種を行っている。

採種した種苗は、毎年春に開催する薬草栽培研修会において、栽培希望者から提出される「薬草栽培用種苗の希望調書」に基づき、長野県薬草生産振興組合への契約販売を前提として販売している。

なお、本県では特用作物の生産が盛んな時代は、県農業関係試験場において、薬用作物の試験研究課題を設定し、専門の研究員が配置されていた。しかし現在は、薬用作物に関する課題化はしておらず、葉洋菜等に関する試験研究に取り組む研究員が、薬用植物資源研究センターからの指導を受け、主たる業務の合間に採種作業に取り組んでいるのが実態である。採種用親株自体の栽培技術に不明な部分が多いことに加え、雑草や虫害、高温障害の発生や不安定な発芽率など、多くの課題を抱えながらの取り組みであり、採種担当者に負担をかけながら続けている状況にある。

県として薬草種苗の供給体制を長期に亘り継続することは諸情勢により困難であることから、今後は種苗提供を行った栽培者が地域の中核となり、栽培技術の普及だけでなく、自ら種苗増殖にも取り組み、種苗供給者としての役割も果たすようリーダー育成・体制整備を進めることも必要と考えている。

4 最後に

長野県における新たな薬草栽培の体制整備、特に種苗供給体制について取組状況を紹介してきたが、本県の代表的な品目である薬用人参でさえも、栽培者の減少や高齢化により採種が困難な状況となっている。

今後、生薬原料の国内産需要の高まりをふまえた産地の育成を図る上では、国や実需者段階が中心となり、採種に取り組む地域や機関との連携により現場の抱える問題点を踏まえ、効率的かつ安定的な採種技術の早期確立や、広域的な種苗供給体制が構築されることを期待している。

里地・里山の有用植物に対する地域住民の関心度の改善と 保全活用に資する地域での取り組み

信州大学農学部森林科学科 上原 三知

1. はじめに

里地・里山は長い歴史的な人間の利用により維持されてきた二次的な自然環境であった。そのような中で、2010年に日本で開催されたCOP10(生物多様性条約第10回締約国会議)において実効性のある生物多様性の保全が求められている。しかし、高齢化・過疎化が進む農山村地域において、失われつつある里地・里山の持続的利用に関する知識・技術とその次世代への継承、持続的な里山保全の仕組みに関する問題提起は少ない。そこで本稿では1.世代別の有用植物とその自生環境に関する知識を比較し、共有する取り組みと、2.里山林の林床における山野草の多様性を障害者とともに保全した事例を紹介したい。

2. 有用植物の保全に対する地域住民の意識改善

里地・里山の保全には、人(利用者)の継続的な関わりが不可欠である。特に人口の都市集中と農山村の過疎・高齢化という二極化が進む中で、故郷の農林地を将来的に相続する後継者層への里地・里山の保全・利用に関する知識や体験の継承は重要な課題である。

本稿では、「にほんの里100選」に選定された長野県飯田市上村下栗地区における取り組みを紹介する。下栗地区は、標高1000mの急傾斜地に立地し、重要無形民族文化財『霜月祭り』などの神楽も有名な地区である。

1) 有用植物の認知度の比較

住民の有用植物の認知度や、その用途に関する既往調査はアンケートやヒアリングが多い^{1,2,3)}。これは標準的な手法であるが、地元固有の呼名(方言)で認知している場合はその適切な評価が難しい。また、今回、対象とした里地・里山の利用経験や、植物の種名などの知識が乏しいと思われる

若い世代への聞き取りにはなじまない。

よって本調査では、実際の花実のカラー写真が1種ごとに掲載された長野県の薬草図鑑⁴⁾の117種の植物写真を例示して、その認知度を調査した。認知度は、3点:地区内で生育場所も知っている(いた)、2点:地区内で見たことはある(場所まではわからない)、1点:名前や、植物は知っている(地区内にある/あったかどうかは不明)、0点:全く知らないという4段階で集計した。

下栗地区の約50戸の内、後継者が同居するのはわずか数戸のみである。本調査は協力いただいた小学校跡地の宿泊施設の管理運営を担う父70才、母69才と飯田市の市街地中心から定期的にロッジを手伝いに訪れる長男44才の世帯を対象とした。

世帯主の男性(70才)は、猟暦40年と周辺の里山の環境に詳しく、定期的に民宿を手伝う飯田市在住の長男(44歳)もロッジで提供する山菜等に関心を持っており、調査対象として最適と判断した。

2) 有用植物の認知と利用経験との関係性

表-1は、地区内の有用植物に関する一家(3名)のヒアリング調査結果である。有用植物の認知種数だけを見ると父(82種)>長男(81種)>母(54種)の順となったが、自生環境の認知も含めた1種あたりの平均認知度の得点では父(2.7点)>母(2.4点)>息子(2.3点)と順番が入れ替わる結果となった。この家族は、宿泊施設において山野草を食材として提供する立場にあり、認知度が高い結果になった。

薬用・食用の経験では、薬草の商品としての採取経験がある父親が最も高い値(36種)を示し、母と長男にはそれほど大きな差がみられなかった。

家族3名の誰かに地区内におけるその植物の増減の認識がある植物の81.5%(22種/27種)に使用経験(薬用・食用)があったが、増減の認識がない植物は21.1%(19種/90種)しか使用経験(薬用・食

要因であると考えられる。

3. 有用植物の保全に対する市民参加の可能性

1980年代の初頭から、里山の保全に関しては、近代造園学(ランドスケープ研究)として、いくつかの具体的な環境保全手法が研究を通じて提案されてきた^{5,6,7,8)}。さらに、市民参加を通じたその環境保全の実践に関する既往研究も進められてきた^{9,10,11)}。

しかしながら、少子高齢化が進む日本では、これまで活動を支えてきたNPO(市民)の高齢化や、参加者の縮小が避けられない。また、現状でも、我国では、専門家(研究者や環境NPO)により管理が望まれる里地・里山の約5%の面積しか管理できていないとの報告がある。

1) 今後の持続的な里山保全の担い手

持続的な環境保全の実現に向けて下記(図-1)のような対立課題の解消が重要だと考えた。

1. 専門家による管理は具体的な環境保全効果が期待できるが、その管理面積が限定的なものになる。
2. 素人による環境保全は専門家のレベルには達しないが、多くの参加者による管理の可能性がある。

そこで、英国BTCV(British Trust for Conservation Volunteers)の環境保全活動をヒントに、誰もが参加できる内容でありながら、実際の環境保全効果が期待できるプログラムの企画とその検証



写真1 環境保全の目標と目的の単純化の工夫



写真2 素人にも実現可能な伝統的な里地・里山管理の実践例

を三井物産の環境基金を活用し、山梨県の社会福祉法人「緑の風」の障害者・スタッフとともに行った3年間のアクションリサーチの結果を報告する。

2) バリアフリーな環境保全の可能性

a. 環境保全の活動目標の単純化

このプロジェクトでは、写真-1のように、管理対象(植物)を明確に提示する仕組みを考えた。この目標をラミネート(標本)化することで、障害者や素人の方々にも、外来種やつる性の植物などの除去という専門的な環境保全活動への参加を促すことができる。

実際に、植物の知識がない5名の知的障害者の方々と実際に4時間で約500㎡の外来種の除去による林床管理を達成することができた。

b. 伝統的な里地・里山の保全管理の実践

さらに、管理放棄されて密生化した低木の刈り取りや、落ち葉かきなどのかつて農山村で実施されてきた管理を再開した。密生化した低木の除伐

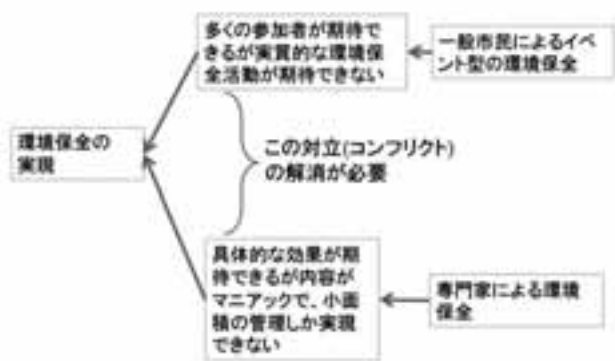


図-1 持続的な環境保全の実現に向けたアクションリサーチの対立課題



図-2 管理区と無管理区の林床における山野草の再生状況

は、5名の障害者の活動として4時間の作業で約400㎡もの範囲を管理でき、藪(ヤブ)に隠れていた11㎡ものゴミ(農薬のビンなど)の不法投棄を片付けることができた(写真2)。

また、その後の落ち葉かきにより、キノコなどの発見が容易になっただけでなく、その林床の生物多様性にも大きな改善が見られた。

図-2は、管理した林床と無管理の林分の植生調査の結果を比較したものである。うれしいことに、この数年の管理を継続した林床では、この対象地の絶滅危惧種であるアオチドリ(山梨県絶滅危惧種 NT)、ギンラン(山梨県絶滅危惧種Ⅱ類)が再生して花を咲かせている。

4. まとめ

生物多様性条約のCOP10で、愛知ターゲットが採択され、里地・里山を含めた生物多様性の保全に向けて2020年までの具体的な対策とその観測、評価が求められている。しかし、その一方で、農林業従事者の高齢化と後継者不足、TPP、東日本大震災からの復興、ヨーロッパの経済危機などの社会的な諸問題を抱えている。そのため、生物多様性の保全のみに特化せず、里山景観の保全、ツーリズム(観光)などの複合的な観点から里地・里山を活用する提案と、その実現が必要であると考えた。2節の地域住民に対する有用植物のヒアリング調査は、信州大学の松島憲一氏、産直新聞社の毛賀澤明宏氏ら

による野生植物の観光資源化を目的とした「食の宝探しプロジェクト」への展開も見せている¹²⁾。また、3節の市民参加による里山活動も、障碍のある方も参加できるバリアフリーな里山保全活動にとどまらず、地元や民間企業(リゾナーレ、地域のアーティスト)との様々なコラボレーションが始まっている。さらに里山こどもキャンプトライアルなど旧住民、新住民、都市住民を含めた多様な人々が交流する地域づくりへ展開している¹³⁾。今回の事例報告が地域の植物資源の持続的な利用に関するヒントになれば幸いである。

補注及び引用文献

- 1) 馬場多久男(1991):水田土上の野草:信州大学農学部・長野県長谷村編 山村の生活を楽しむ pp28-37
- 2) 井上直人(1998):研究ノート 信州奥三峰の伝統的植物利用:農耕の技術と文化21号 p 159-191
- 3) 大越美香・熊谷洋一・香川隆英(2004)里山における子ども時代の自然体験と動植物の認識:ランドスケープ研究 Vol.67, No.5, P647-652
- 4) 信濃生薬研究会(1979):信州の薬草:信濃毎日新聞社 256pp)
- 5) 重松敏則・高橋理喜男(1982):レクリエーション林の林床管理に関する研究 アカマツ林における下刈りが現存量に及ぼす効果:造園雑誌 Vol.45, No.3, p157-167
- 6) 倉本宣(1984):都市公園における春植物ニリンソウ保全のための基礎研究:造園雑誌 Vol.47, No.5, p101-105
- 7) 養父志の夫・重松敏則・高橋理喜男(1985):カタクリ群落の保管理に必要な生態的諸条件:造園雑誌 Vol.48, No.5, Page157-162
- 8) 近藤哲也・高橋理喜男(1988):アメニティ植生の構成素材として期待される数種の野生草花の種子発芽について:造園雑誌 Vol.51, No.5, p108-113
- 9) 重松敏則(1990):里山林の保全・管理に対する市民の参加意欲について:農村計画学会誌 Vol.9, No.1, p6-22
- 10) 中川重年(1999):市民参加による里山の植生管理に関する研究:神奈川県森林研究所業務報告 No.31, p34-35
- 11) 大沢啓志・勝野武彦・葉山嘉一(2001):市民参加型の里山・雑木林管理におけるリーダー養成講座に関する研究:環境情報科学 別冊, p185-190
- 12) 松島憲一・根本和洋・敦川亜紀子・加藤友希・大崎正太・西田弥生・南峰夫(2013)下伊那郡大鹿村において食用とされる野生植物について,信州大学農学部紀要, 49(1・2):43-50
- 13) 上原三知(2012)バリアフリーな里地・里山の保全・活用ガイドー英国 BTCV に学ぶみんな(子供・お年寄り・障害者)が参加できる地域の環境保全、ブイツーソリューション

特集 地域における特徴的な取り組み

富山県の薬用植物栽培に関する取り組み

富山県薬事研究所 付設薬用植物指導センター所長 大江 勇

今年、富山県は置県130年を迎え、北陸新幹線の2015年春の開業に向けて急ピッチで駅舎の建設や駅周辺を整備している。また、黒部ダム完成50周年や宇奈月温泉開湯90周年など節目の年でもあり、観光PRにも熱が入っている。

本県の薬業は、配置薬業として300年以上の歴史と伝統を有し、「くすりの富山」として全国に知られている。また、近年では医療用医薬品を中心に医薬品生産金額が大きく伸び、生産拠点としても高い評価を得ている。こうした中、本県は、薬用植物の栽培にも力を入れており、1980年に、薬用植物の栽培普及等を図るために薬用植物指導センターを富山県薬事研究所の下に設置し、富山県に適した薬用植物の選定、栽培技術の確立、栽培普及指導、薬草の知識普及などに努めている。これに加え、薬事研究所においては、生薬の品質試験、より高品質の生薬を得るための調製加工法の検討等共同で研究を行っている。



春のセンターと剣岳

1. 薬用植物指導センターの設置

富山県の製薬は、元々は和漢薬製剤を主とした伝統薬を特徴とし、多くの生薬を使用していた。

昭和40年頃から、わが国は高度成長期に入り、中山間地の過疎化の歯止め策や稲作の減反政策による転作奨励が行われ、富山では中山間地の振興や遊休地を利用する薬草栽培を目的として、薬草園を設置することとなった。

当時、利賀村（現在の南破市）では製薬企業からの甘茶の委託契約栽培の話が進んでいたことや、また、富山大学がダイオウの低地化栽培を実験していたことから、富山の薬の原料となる優良品種の栽培研究や栽培普及のための試験圃場を備えた薬草園に決定した。

県は、1967年（昭和42）、上市町広野地内に4.34^畝の土地を買収し「富山県薬草園」を発足させた。この薬草園の特色は、富山県風土に適し、栽培して有利と考えられる薬用植物の品種を栽培普及させるために、ある程度の規模で試験栽培ができることであった。同年に2^畝の土地を整備し、本県の家庭薬業界が製剤の原料で、大量に消費している薬用植物のうち、特に本県で栽培が可能と考えられるトウキ、ウイキョウ、シヤクヤク、サイコ、キキョウなどを中心とした薬用植物を選んで試験栽培に着手した。

昭和43年に園内幹線道路工事と標本園の拡大、昭和45年には調製加工棟を増設し、栽培方法、収穫時期、調製加工及び貯蔵方法等による品質の変化に対する研究を開始した。

また、利賀村をはじめ上平村、井波町（現在の南破市）、山田村や八尾町（現在の富山市）等の一部地域においては、すでに薬用植物の栽培に取り組んでいたことから、これら栽培地に対して技術指導及び種苗の供給を実施した。

1980年（昭和55）、薬草の品質確保とより有機的な試験研究を目的に、薬草園が薬事研究所の付設機関となり、1983年（昭和58）には、栽培指導体

制の強化、栽培普及と優良品種の確保に取り組むため、「薬用植物指導センター」に改称した。

当時、県内製薬メーカーで使用する生薬は、昭和56年で153種類（約409トン）。県内で自給できる薬草は野生採取のものを含めて23種類（約32トン）。この内栽培されているものは14種類、約9トン（栽培面積23 $\frac{1}{100}$ ）とわずかであった。

同年、本県における基本的な生薬事業のあり方や、関連する諸問題を協議するため、県（厚生部、農林水産部）、関係市町村、企業団体（薬業、農業）及び富山大学関係者が参加する「富山県生薬需給振興協議会」が設置された。この会では今後の構想として、県、企業・関係団体等の連携強化、栽培技術の研修・普及、優良種苗の供給及び県内製薬メーカーの積極的な消費促進などの事項が確認された。また、薬草栽培にあつては56年20.06 $\frac{1}{100}$ の栽培面積を60年には2倍強の45.2 $\frac{1}{100}$ といった栽培拡大を目指すこととなった。

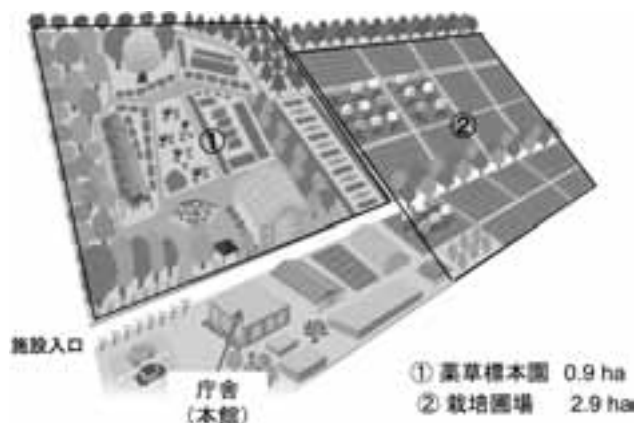
しかしながら、昭和47年の「日中国交正常化」を機に、中国との貿易が拡大し、安価な生薬が大量に輸入されるようになり、これ以降、県内ではトウキ、シャクヤク以外薬用植物の栽培は定着せず、また、県内の栽培農家数や栽培面積も減少傾向となった。

2. 薬用植物指導センターの整備充実

昭和60年代前後から、県民の健康志向の高まりに伴い、薬用植物への関心も高揚し、見学者や相談件数も多くなった。これに対応して、標本園や見学歩道の整備や、一般県民を対象とする薬草教室、野外観察界などを企画開催するようになった。

昭和62年3月には従来の管理棟とは別に、研修室等を備えた現在の本館とガラス育苗ハウスが建設された。昭和63年には、薬草標本園（砂地の植物、水生植物）の整備、シャクヤク・ボタン園を設置し、さらに平成10年に、ハーブ園を移設して駐車場（約40台分）を新設した。

平成10から11年にかけて観賞用シャクヤク約200品種の収集・展示をした圃場をシャクヤク園に拡充したことから、県内外の来園者が倍増した。平成14年からは、毎年、ボタンやシャクヤク開花時期である5月から6月初旬に6,000人を超える見



薬用植物指導センター施設見取図



シャクヤク園

学者が訪れている。

3. 試験研究業務

(1) 栽培適応性試験

薬用植物が、富山県内で栽培作物となるか否かをみるため、アマチャ、オウレン、サフラン、トウキ、シャクヤク、ミシマサイコ、センキュウ、エビスグサ、ハブソウ、ゲンノショウコ、キハダ、ハトムギ、ホソバオケラ、キバナオウギ、カイケイジオウ、コガネバナ、ヒロハセネガ（セネガ）、オタネニンジン、センブリ、ボウフウなどに加えて、ダイオウ、モッコウ、トチバニンジン、カノコソウ、サジオモダカ、ウイキョウ、カンゾウ、マオウ、オケラ等、新しい作物について県内での栽培化に向けて適応性を調べてきた。また、薬用植物の栽培試験は天候に左右され、栽培から採取までに期間がかかるなど多くの課題も抱えていたことから、平成に入って、旧厚生省の要請を受け、



トウキの栽培試験（左） シャクヤクの掘り取り（右）

薬用植物栽培試験場（現在：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）を中心に、「薬用植物栽培技術フォーラム」の開催や「薬用植物栽培・品質評価指針」の作成に、当センターもその一員として積極的に参画した。

- ・「薬用植物栽培の手引き」の出版（昭和58年：富山県農業連合会の委託）
- ・「中山間地域の特産物栽培の手引き」（平成13年：富山県農業公社から依頼で薬草栽培の項を分担執筆）

（2）栽培法確立試験等

トウキ、シャクヤク等従来から栽培されている作物について、新たに病虫害や減収が認められた場合は、栽培法（忌地による連作障害やシャクヤクの根瘤病対策など）の検討を行ってきた。

4. 指導業務等

（1）栽培指導

栽培技術の向上を図るため、栽培農家に対して「栽培だより」を発行するとともに、栽培農家を集めての技術者研修会や現場での栽培指導を合わせて、年間50回程度行ってきた。

（2）種苗の供給

トウキ苗やシャクヤクの株は平成8年の供給をピークに減少の傾向にあったが、平成13年頃から切花用シャクヤクを希望する農家が増加、また、平成22年頃からは生産者米価の低下を理由に、休耕田を有効活用したいという農家から薬用シャクヤクを栽培したいという要望が急増してきた。

トウキについては、苗の供給によりほぼ1年で

収穫と調製加工して生薬ができることから、当センターでは薬用植物の栽培を希望する農家に対し奨励している。

一方、オウレンについては平成4年以前まで僅かながらも供給があったが、中国からの輸入に圧されて以降は、栽培面積が減少し、県内では収穫が殆どされなくなった。

5. 富山シャクヤクのブランド化推進事業

薬事研究所において、平成22年度から当センターで栽培されている切花用シャクヤクの中から、優良品種（高収量で、かつ高い薬効）を探し出すため、10成分の分析試験及び薬理試験を実施してきた。その結果、一般的に使用されている薬用種を上回る成分含量又は薬理作用を有する品種があることが判明した。さらに詳細な検討を行うことで薬用種を上回る薬効を有する品種が見出される可能性が高まった。

今後は、薬効別に優良品種を選別し、医療機関においてその効能を実証し、将来的には、付加価値の高いシャクヤクの栽培普及を図ることができれば、富山オリジナルブランド医薬品の開発に資すると期待されている。

6. 栽培普及への課題

近年、休耕田や中山間地の耕作放棄地の有効活用や解消策として、薬用植物の栽培の相談も増加している。が、県内で栽培が飛躍しない理由として、①栽培指導員の数的な不足②買い取りルート
の未整備があげられる。

栽培指導員については、当センターには職員が3名いるが栽培指導だけに専念することはできない。

一方、県農林水産部の農林振興センター等に配置されている普及指導員については、薬用植物の栽培技術の経験はなく、また、財政難のためその普及指導員数が削減されている現状では、農家に対し懇切丁寧に栽培指導が行える状況にはない。

また、収穫後の買い取りについては、栽培農家が個別に小規模な生薬買い取り業者と取引しているため、収穫後の買い取りが不安であることと、部外者らにとって買い取りルートが不明確であることやニーズ等の情報が無いことから、新規参入がしにくい状況にある。

7. 今後の取り組み

生薬の使用量が世界的に増加し、その原因として中国国内の需要増加が挙げられる。一方、我が国の生薬は中国からの輸入に多く依存しており、将来の漢方需要に 대응するため、国内栽培を推進しようという要望が出てきた。

平成24年11月、農林水産省と厚生労働省の共催により、生薬の国内生産体制の構築に向けて関係団体・企業らが参加する「薬用作物に関する情報交換会」(非公開)が開催された。本県もこの会議に出席して関係者と有益な情報交換・共有を行うことができた。この会議では、中長期の視点で国内産地の育成に取り組むには、優良種苗の開発や栽培作業の効率化や省力化のために農薬や農機具メーカーなどの協力も必要であるなど多くの課題があると報告があった。

また、関係団体から国内栽培の拡大に向けて、積極的にニーズや価格などの情報提供に努めたいと提案があり、今年度中に全国各ブロックで説明会が開催されることとなった。

今年7月、当センターでは、県内における薬用植物の栽培普及のため、農政部と共同し、「攻めの中山間地農業！新たな連携・支援セミナー」～第1回テーマ：薬都とやまの薬草栽培を考える～を開催したところである。このセミナーは、年度内にさらに2回開催する。

当センターとしては、栽培農家が安心して栽培

に専念できるよう、正確な情報の把握と情報提供に努めるとともに、優良生薬の生産や収量の増加による「くすりの富山」の産業振興を目指して、栽培試験や栽培指導に努めていきたい。

問合せ先

富山県薬用植物指導センター

〒930-0412

富山県中新川郡上市町広野 2 7 3 2

TEL076-472-0801 FAX076-472-0353

開園日：周年（野外の見学）

開館時間：土日・祭日を除く毎日

午前9時から午後5時まで

入場無料

アクセス：富山地方鉄道

上市駅から3.5km

北陸自動車道 滑川I.Cから 4.5km

立山I.Cから 7.5km

富山県薬事研究所ホームページ

<http://www.toyama-yakuji.com/>

特集 地域における特徴的な取り組み

兵庫県における薬草栽培の歴史と技術指導

兵庫県立農林水産技術総合センター 研究主幹 福嶋 昭

1 丹波市山南町での薬草栽培の歴史

兵庫県の薬草栽培は、丹波市山南町和田地区における歴史が古く、1840年（天保11年）に健胃剤としてオウレンが桑樹の間作として導入された。その後、1902年（明治35年）にサフラン、1936年（昭和11年）にセネガが導入された。最盛期にはオウレンが25ha 栽培、当時では薬草王国「和田村」として黄金時代を築いた。

近年では、1988年（昭和63年）に、当地を「漢方の里づくり」と位置づけ、和田地区内に丹波市立薬草・薬樹公園が完成した。さらに、2000年（平成12年）同公園に薬草風呂等の機能を備えた施設を整備し地域の活性化を図っている。当公園施設内には、「丹波と薬草の歴史」を紹介する常設展示室が設けられている。2003年（平成15年）には、三大薬草としてセネガ、オウレン及びトウキの振興に取り組んでいる。

なお、薬草・薬樹公園は、2010年（平成22年）4月より指定管理制度により民間企業で運営されている。

2 現在の主な栽培種類と問題点

(1) 薬草の種類

セネガ

生産者70戸、栽培面積7 ha で年間10.5t 出荷している〔薬用作物（生薬）に関する資料、公益財団法人日本特産農産物協会、平成23年12月発行〕。価格も比較的安定しており収益性の高い品目である。近年、生産者の高齢化により栽培面積は減少している一方で、問屋からは生産量を増やすよう求められている。

トウキ

生産者13戸、栽培面積1.5ha で年間1.8t 出荷している〔薬用作物（生薬）に関する資料、公益財

団法人日本特産農産物協会、平成23年12月発行〕。トウキは婦人薬の主原料となり、漢方処方にも多く用いられているが、取引価格は低いため良品質と多収量生産が望まれている。また、トウキの葉茎は、年2回程度収穫・乾燥して当帰湯に活用されている。

(2) 問題点

当地域の栽培歴史は古いが、生産者の高齢化が進んでいること、栽培規模が小さく機械化の遅れや農薬の使用制限などで手作業が多く生産労力が多い、輸入量増加による販売価格の低迷などで価格変動が大きい、生産者が少ないことから生産販売組織が弱い、などが問題となっている。

3 試験研究機関としての薬草試験地

当時の氷上郡山南町の行政機関、生産者団体の強い要望により、1985年（昭和60年）に県立農林水産技術総合センター農業技術センター薬草試験地を開設した（写真1）。本試験地は、試験ほ場約20a、見本園約5 aの他に管理事務室を有している（写真2）。



写真1 薬草試験地（丹波市山南町）



写真2 薬草の見本園

開設当初の業務内容は、「新薬草の導入に関すること」、「優良品種の選抜に関すること」、「栽培管理、収穫作業体系確立に関すること」及び「連作障害、病害虫対策に関すること」であった。

現在、薬草試験地の試験ほ場及び見本園で栽培、展示している植物は、薬草（アマドコロ、イカリソウ、ウイキョウ、ウコン、オウレン、キキョウ、シャクヤク、セネガ、トウキ、ナルコユリ、ニラ、ヤーコン、レモンバーム及びキクイモなど）、薬樹（イチジク、エンジュ、カリン、キハダ、クコ、クスノキ、クワ、ゲッケイジュ、コノテガシワ、サンシュユ、タラノキ、トチュウ、ナツメ、ナンテン、ハナミズキ及びモチノキなど）である。

これまでの試験研究結果の学術誌等の発表課題名は、以下のとおりである。

- (1) セネガ黒根病に関する研究「兵庫県農総センター研究報告30号（1982）」
- (2) シロナンテンの生育と結実「園芸学会雑誌61別2（1992）」
- (3) ミシマサイコの発芽促進「兵庫中央農技センター研究報告41号（1993）」
- (4) ヒロハセネガの種子発芽に及ぼす温度、貯蔵条件及び播種前処理の影響「近畿中国農業研究91（1996）」
- (5) ヒロハセネガの生育の季節的変化並びに生育、収量に及ぼす遮光および花穂除去処理の影響「近畿中国農業研究93（1997）」
- (6) セネガの栽培と収量および有効成分の収率との関係「第26回生薬分析シンポジウム

（1997）」

(7) セネガの発育生理と栽培について「薬用植物研究1998（2）」

(8) 水田輪作が連作障害に及ぼす影響「日本生薬学会第51号年会（2004）」

4 最近の試験研究内容と結果の概要

チューブ灌水と局所施肥によるトウキの高品質・多収生産技術

(1) 目的

トウキは、夏期の土壤乾燥により収量や根の形態品質が低下する。そこで、灌水が収量と品質に及ぼす影響並びに減肥について検討する。

(2) 栽培方法

肥効調節型肥料（エコロング180日タイプ）を畝中央部に基肥施用し、土壤乾燥時（梅雨明けから8月下旬）に点滴灌水チューブにより約1.5リットル/株・日灌水する（写真3及び写真4）。



写真3 畝中央の点滴灌水チューブ



写真4 夏期乾燥時でも生育旺盛



写真5 掘り上げ時の株 (12月下旬)



写真6 乾燥時のトウキ根 (2月下旬)

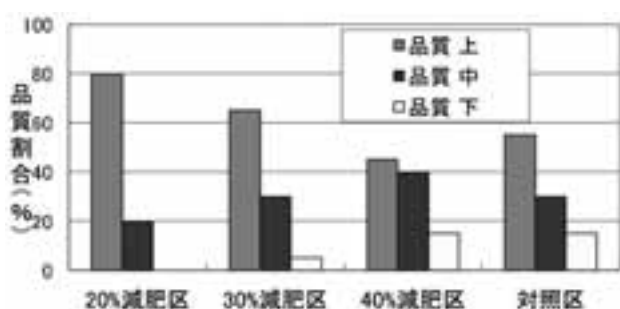


図 土壌水分を保てば減肥栽培しても高品質トウキ根の割合が高まる

(3) 結果の概要

基肥に肥効調節型肥料を20~30%減肥してチューブ灌水すれば、慣行栽培に比べ約1.5倍の収量と高品質な形態のトウキ根が生産可能である(写真5、6及び図)。

(4) 技術の活用

5 a 程度の栽培ほ場であれば、500リットル程度のタンク、点滴灌水チューブの敷設で容易に施工でき、落差を利用すれば灌水の手間が省ける。肥効調節型肥料と局所基肥施用により大幅な減肥栽培が可能であり、追肥を省略することができる。

5 おわりに

薬草試験地は、設立当初の目的がほぼ達成できたことから、試験研究の規模を大幅に縮小し、現在は研究課題「トウキ根の省力・安定生産技術の確立」のみを実施している。

その他の業務としては、現地生産者の技術相談、トウキ部会におけるトウキ採種の協力や部会活動の支援及び試験研究成果の紹介などである。

特集 地域における特徴的な取り組み

奈良県における「漢方のメッカ推進プロジェクト」の取組について

奈良県農林部農業水産振興課

1 はじめに

少子高齢化社会の到来を受け、増大する医療費削減の観点からも「未病を治す」という予防医学の意義が再認識されつつあり、漢方が世界的に注目を集めているところです。

奈良県と薬の関わりは深く、日本書紀には、西暦611年に推古天皇が現在の宇陀地方で薬狩りをされたという記述があります。また、東大寺正倉院の御物の中には21の漆櫃に納められた60種の薬があります。



第1図 薬狩り壁画（星薬科大学所蔵）

一方、寺院での施薬・頒薬が民間にも伝わって、大和売薬の基礎となり、現在でも医薬品の製造と配置販売（置き薬）が重要な地場産業となっています。

2 本県の薬用作物の生産状況

もともと天然物である生薬の確保・安定供給は、昔から重要な問題で、当時は、中国等から高価な生薬を輸入する一方、国内で薬用植物の栽培・採取が試みられました。

奈良県では、いくつかの薬草園が造られ、優良種苗の研究と栽培が行われました。それらは「大和物」として、品質が良いことで有名です。

薬用作物の生産については、主に南部・東部の中山間地域を中心に、農家の貴重な換金作物として生産され、地元の薬種問屋の指導を受け、高価格で取引されてきました。

しかし、安価な中国産の流入による価格低迷などによる採算の悪化のため、生産者が減少し、栽培面積、生産量とも減少しています。現在では、中山間地域の高齢農家の副業として細々と栽培されている状況です。

栽培品目としては、「大和物」であるトウキ、シャクヤク、ジオウの他、ミシマサイコや木本性であるキハダ、ナンテン、サンショウなどです。

近年、今後の需要を見込んで、農業法人が経営に薬草を導入し、医薬品製造業・製造販売業許可を取得したり、また、耕作放棄地の解消や地域活



トウキ（当帰）



シャクヤク（芍薬）



ジオウ（地黄）

第2図 「大和物」と呼ばれる品目

第1表 薬用作物の栽培状況（平成23年実績）

薬用作物名	栽培戸数 (戸)	栽培面積 (a)		生産量 (kg)	生産市町村名
			収穫面積 (a)		
アカヤジオウ	3	9	9	260	桜井市、下北山村
ウコン	5	38	38	646	葛城市、河合町
オケラ	1	1	1	26	桜井市
カラハリスイカ	1	30	30	9,000	御所市
カリン	25	12	12	2,600	下市町、桜井市
キハダ	43	800	170	8,400	山添村、奈良市、桜井市
サンシュユ	5	13	13	260	桜井市
サンショウ	45	400		5~13	下市町、吉野町
シャクヤク	8	50	50	1,900	下市町、田原本町
トウキ	17	49	46	1,309	吉野町、十津川村、下市町、東吉野村
ナンテン	80	200	200	3,300	下市町
ミシマサイコ	7	42	21	84	十津川村
計	240	1,644	590	27,785	

注：10a 当たりの収量、生産量及び価格は原則として乾物（調整済みの物）の値とし、未調整の物は乾物に換算して記入する。

性化を目的として、市町村等の支援を受け、集落営農組織やNPO法人が薬草を栽培するケースもあり、また、化粧品メーカーと提携して、薬用作物を配合した美容液を商品化するなど、新たな動きも出てきました。



第3図 美容液「ならこすめ」

本プロジェクトの推進に際しては、外部有識者や製薬メーカー等との連携が不可欠であるため、当時慶應義塾大学医学部准教授（現環境情報学部教授）の渡辺賢治先生を奈良県漢方推進顧問及び奈良県立医科大学客員教授として迎え、また、本年4月には、本プロジェクトを統括する知事公室審議官を設置しました。

毎月、顧問や審議官をはじめ、関係部局担当者によるプロジェクトチーム会議を開催し、事業進捗の確認や今後の推進方針について討議しています。

3 「漢方のメッカ推進プロジェクト」の取組

(1) 目的

奈良県ならではの漢方分野の蓄積を活かし、薬用作物の生産、漢方関連品の製造販売に関する振興もさることながら、新たな商品・サービス業等の創出も視野に入れ、県内産業の活性化を図っていきたいと考えています。

(2) 推進体制

奈良県では、昨年12月に、医療政策部、産業・雇用振興部、農林部など、部局横断的な「漢方のメッカ推進プロジェクトチーム」を立ち上げました。

(3) 取組の構成

本プロジェクトにおける取組の構成を

ステージ1 「生薬の供給拡大」

ステージ2 「漢方薬の製造」

ステージ3 「漢方薬の研究・臨床」

ステージ4 「漢方の普及」

の4ステージに分け、本年度はステージ1を中心に、次の取組を展開しているところです。

①薬用作物生産に関わる人材育成

- ・人材育成（薬用作物栽培指導者の育成）
- ・ICTを活用し科学的分析による薬草作物栽培方法の標準化



第4図 薬草栽培者育成研修の様子

②生産から販売までの一貫体制の構築

- ・薬用作物を推進する市町村への取組支援

③産業につながる薬用作物研究の高度化

- ・優良種苗の育成及び生産技術の確立
- ・省力化・低コスト化に向けた栽培技術の確立

④生薬製剤、漢方薬の製造・販売促進

- ・県産薬用作物を使用した県内企業による製品開発への支援

⑤漢方薬の認知度向上



第5図 果樹振興センターに設置されたセンサー

- ・県民等を対象にした漢方薬シンポジウムの開催

(4) 取組内容

ここでは、ステージ1「生薬の供給拡大」に関する取組を紹介します。

1) 人材育成（薬用作物栽培指導者の育成）

薬用作物栽培の知識を伝承するため、現栽培者や栽培希望者、及び行政担当者を対象として、薬草栽培のノウハウを持つ県内講師による実地研修会を桜井市、宇陀市、下市町の3コースで実施しています。

2) ICT を活用し科学的分析による薬用作物の栽培方法の標準化

効率的で最適な栽培管理方法を分析するため、県内3箇所のトウキ栽培ほ場において、気候、土壌等の環境条件や作業状況を記録しています。

第2表 市町村における主な取組

市町村	品目	取組概要	主な取組実績
五條市	トウキ	耕作放棄地等での良品生産に向けた実証栽培講習会の開催	H24：収穫面積38.5a H25：作付面積72a
十津川村	トウキ ミシマサイコ	トウキ：優良種苗確保のための育苗実証、施肥量調査 ミシマサイコ：適正な施肥量等の調査、セル育苗の導入	ベッド育苗の導入 遊休農地を利用した栽培 3a
下北山村	ジオウ	生産の安定技術の実証 種苗の保存方法、連作可能な土壌改良技術の実証	休耕地活用 5a 微生物資材利用による土作り
黒滝村	トウキ	肥培管理技術の検討、苗質の検討 葉を利用した薬膳料理メニューの開発	実証ほ場 3a トウキ葉入り素麺の開発・試作
明日香村	トウキ	畑地での連作栽培実証、効率的育苗（ベッド育苗）の実証、省力的な雑草防除管理（白黒マルチ）の検討、入浴剤、化粧品の開発	H25：作付面積 10a（うち、白黒マルチ 3a）、ベッド育苗導入 1a 美容液「ならこすめ」の開発



第6図 明日香村でのベツト育苗



第7図 左の苗：播種後1年（育苗3ヶ月、本圃9ヶ月）
右の苗：播種後1年9ヶ月（育苗1年、本圃9ヶ月）



第8図 加温ハウスでの育苗

3) 薬用作物を推進する市町村への取組支援

平成23年度から継続実施している県単独補助事業です。市町村が実施する、薬用作物の生産安定技術の実証や薬用作物を用いた地域商品の開発などに対し、県が一定の補助を行っています。

この3カ年に、五條市（トウキ）、十津川村（トウキ、ミシマサイコ）、黒滝村（トウキ）、下北山村（ジオウ）、明日香村（トウキ）の5市村が、本事業に取り組んでおり、生産拡大や商品の開発などの成果が出ています。

4) 産業につながる薬用作物研究の高度化

県農業総合センターにおいて、トウキの安定・省力・低コスト生産技術を確立するため、生産者が実践できる安定的で効率的な育苗法の開発、抽苔しにくい育苗条件の解明、農薬登録の拡大による害虫防除の安定化などについて研究開発を行っています。

具体的な研究としては、

- ①山土利用のベツト育苗方法を開発し、育苗面積を従来の10分の1（通常10a栽培に必要な育苗面積が1aに対し、ベツト育苗なら10㎡）にすることが可能になりました。
- ②県内の様々な在来系統の中で、抽苔しにくい系統を選抜しているところです。
- ③トウキにとってキアゲハの幼虫は大害虫ですが、これまでトウキでの登録農薬が少なかったため、他県と協力して、農薬登録に必要なデータ収集を行っているところです。
- ④トウキは、通常育苗期間が1年ですが、加温ハウスで育苗することにより、育苗期間を3ヶ月程度に短縮することが可能になり

ました。

- ⑤これらの試験研究を踏まえ、県自らが経営として成り立つ所得が確保できる薬用作物栽培モデルの実証を行うため、今年度から県果樹振興センターにおいて実証ほ場を設置し、トウキの栽培に取り組んでいます。

4 漢方の産業化に向けて

奈良県の「漢方のメッカ推進プロジェクト」は、立ち上げからようやく9ヶ月目になったところで、まだまだ試行錯誤の状況です。

平成24年度補正で、総務省の「地域経済循環創造事業交付金」が採択され、農業法人が苗生産や集荷・加工、保管などの施設を整備することとなりました。今後、農家への苗の安定供給や製薬企業等への良質な生薬の安定供給につなげるための6次産業化拠点として期待しています。

奈良県としては、引き続き、薬用作物の生産拡大から関連する商品・サービスの創出など、川上から川下までを見渡して、検討を重ねていくと共に、県内産業の活性化につなげ、奈良が世界の「漢方のメッカ」になることを目指していきたいと考えています。



GNARA prof.
第34回全国農かみ海びり大会
平成26年 奈良県開催

せんとかん

「特産種苗」バックナンバー

当協会のホームページに、PDF版を掲載しています。
「特産種苗 情報誌」で検索してください。

号	発行年月	特集内容
1	2009年1月	創刊号、雑豆（小豆、菜豆、その他）
2	2009年4月	雑穀（アワ、ヒエ、キビ、その他）
3	2009年7月	ハトムギ
4	2009年9月	雑穀類の生産状況（平成17～20年産）
5	2009年10月	油糧作物（ナタネ、ヒマワリ、ゴマ、オリーブ）
6	2010年1月	甘しょ
7	2010年4月	ばれいしょ
8	2010年8月	アマランサス・キノア
9	2010年11月	雑穀類の生産状況（平成17～21年産）
10	2011年3月	ソバ
11	2011年8月	6次産業化
12	2011年11月	甘味資源作物
13	2012年2月	雑穀類の生産状況（平成18～22年産）
14	2012年10月	品種の収集・保存・配布
15	2013年1月	雑穀類の生産状況（平成19～23年産）



編集後記

【編集後記】

本号では特集として「薬用植物」を取り上げました。

薬用植物については、これまで厚生労働省において育種、栽培、生産技術等の研究を幅広く実施してきており、また、製薬会社においては、近年、国内生産地の拡充に乗り出しているところも出てきています。

漢方製剤・生薬の原料となる薬用植物は8割以上を中国からの輸入に頼っており、安定供給を図るために国内生産を高めることが求められていますが、漢方製剤・生薬は、原料の品質に大きく左右されるため、一定の品質が確保できる栽培技術が必要であるといわれます。

このため、厚生労働省と農林水産省は連携して薬用植物の国内での栽培を拡大させるための具体策について意見交換を進められ、先般の農林水産省の平成26年度予算概算要求では、薬用植物の産

地を創出するための予算が新たに要求されています。

このように国としても薬用植物の産地形成を支援する動きが出てきている中で、この度、薬用植物に関する研究の状況や研究成果、漢方薬メーカーや地方自治体等での地域における特徴的な取組について、ご専門の方々にご紹介いただきました。

お忙しい中、ご寄稿下さいましたご執筆者の方々に厚く御礼申し上げます。

なお、本特集を組むに当たりましては、(独)医薬基盤研究所薬用植物資源研究センターの河原センター長に多大なご指導を賜りました。感謝致します。

本特集号が薬用植物の生産拡大を企画・検討する上でお役に立てれば幸いです。

(佐々木記)

発行日 平成25年9月30日
発行 財団法人 日本特産農作物種苗協会
〒107-0052 東京都港区赤坂2丁目4番1号
白亜ビル 3階
TEL 03-3586-0761
FAX 03-3586-5366
URL <http://www.tokusanshubyo.or.jp>
印刷 (株) 丸井工文社

よき結果を
よき実行者
よき実行者
よき実行者

實篤