

201307040A

平成25年度

厚生労働科学研究費補助金

創薬基盤推進研究事業

薬用植物、生薬の持続的生産を目指した
新品種育成および新規栽培技術の開発
並びにこれらの技術移転の基盤構築に関する研究

平成25年度 総括・分担研究報告書

(H25 - 創薬 - 一般 - 003)

研究代表者 菱田 敦之

平成26(2014)年3月

報告書の[修正・差し替え]について

本研究の分担研究課題である「薬用植物の国内栽培推進に向けた基盤構築に関する研究-秋田県におけるウラルカンゾウ栽培に関する研究-」（分担研究者：川原 信夫）について、黒塗り対応したため、以下の通り[差し替え]しました。

文献番号：201307040A

課題番号：H25-創薬-一般-003

補助金名：厚生労働科学研究費補助金

研究事業名：創薬基盤推進研究事業

年度・研究成果の区別：平成 25 年度 総括・分担研究報告書

研究課題名：薬用植物、生薬の持続的生産を目指した新品種育成および新規栽培技術の開発
並びにこれらの技術移転の基盤構築に関する研究

研究代表者名：菱田 敦之

【修正理由】

該当箇所の記載について問い合わせを受け、分担研究者と相談の上、黒塗り対応することとしたため。

年月日：令和 6 年 3 月 18 日

研究代表者 菱田 敦之

目 次

I. 総括研究報告

- 薬用植物、生薬の持続的生産を目指した新品種育成および新規栽培技術の開発
並びにこれらの技術移転の基盤構築に関する研究 1
菱田 敦之

II. 分担研究報告

1. 植物の新品種育成と普及に関する研究 21
林 茂樹、菱田 敦之、飯田 修、山口 真輝、菊池 健太郎
2. ーウラルカンゾウのグリチルリチン酸高含量系統の選抜および在来品種との形質比較ー 25
林 茂樹、菱田 敦之、柴田 敏郎
3. ーハトムギ新品種‘はとろまん’の普及に関する研究ー 35
飯田 修、林 茂樹
4. ー北海道におけるハトムギ「北のはと」の普及と振興ー 39
菱田 敦之、山口 真輝、菊池 健太郎、林 茂樹
5. ーハトムギ「北のはと」の施肥方法に関する研究ー 45
山口 真輝、菱田 敦之、林 茂樹
6. 稀少創薬資源植物の収集保存と高度利用化に関する研究 57
杉村 康司、刈野 裕之、河野 徳昭、菱田 敦之
7. 薬用植物品種の遺伝子識別に関する研究 75
河野 徳昭、吉松 嘉代
8. 薬用植物の省力化、機械化栽培技術の確立と栽培に適した環境条件の調査に関する研究
ー根茎を利用する薬用植物の機械収穫方法の開発ー 83
村上 則幸、井上 聡、林 茂樹、菱田 敦之
9. ー栽培に適した環境条件の調査に関する研究ー 87
井上 聡、林 茂樹、菱田 敦之、村上 則幸
10. 薬用植物の国内栽培化に関する研究 91
熊谷 健夫、林 茂樹、福田 達男、菊池 健太郎、菱田 敦之、刈野 裕之、渡辺 信、
河野 徳昭、竹脇 大気
11. ー異なる土壌水分環境下におけるムラサキの生育およびshikonin誘導体含量ー 97
林 茂樹、菱田 敦之、刈野 裕之、竹脇 大気、熊谷 健夫
12. ーメハジキの栽培に関する研究ー 107
熊谷 健夫
13. ー西表島におけるサジオモダカの実証栽培についてー 113
熊谷 健夫、福田 達男、渡辺 信、河野 徳昭
14. ーナイモウオウギの栽培指針作成へ向けた生育特性の調査ー 123
林 茂樹、菱田 敦之、熊谷 健夫
15. ー薬用植物のペーパーポット育苗栽培法の開発ー 135
菊池 健太郎、菱田 敦之、熊谷 健夫
16. 農薬の適正使用に関する研究 149
菱田 敦之
17. ー薬用植物の病虫害に関する研究ー 155
菱田 敦之、菊池 健太郎、吉富 史郎

18. 種子の保存と発芽に関する研究	159
熊谷 健夫	
19. 種苗の効率的増殖法および保存に関する研究	173
吉松 嘉代、河野 徳昭、乾 貴幸、北澤 尚、飯田 修、田村 隆幸	
20. 生薬、薬用植物の品質評価に関する研究	
ーキバナオウギの加工調製法に関する研究ー	187
渚野 裕之、竹脇 大気、菱田 敦之、林 茂樹	
21. 薬用植物の国内栽培推進に向けた基盤構築に関する研究	
ー薬用植物の国内栽培とその課題に関する検討ー	205
川原 信夫、中島 和彦、池田 信、佐藤 元紀、佐藤 孝夫、袖山 栄次、小牧 正子、 田村 隆幸、白石 豊、飯田 修、菱田 敦之、林 茂樹、山口 真輝、菊池 健太郎	
22. ー北海道における薬用作物の展開方向に関する検討ー	219
中島 和彦、池田 信、佐藤 元紀、川原 信夫	
23. ー秋田県におけるウラルカンゾウ栽培に関する研究ー	225
佐藤 孝夫、川原 信夫	
24. ー長野県におけるセンブリの採種性に関する研究ー	229
袖山 栄次、由井 秀紀、柳沢 一馬、川原 信夫	
25. ー富山県におけるペーパーポットを用いたトウキの試験栽培ー	237
田村 隆幸、川原 信夫	
26. ー愛媛県における薬用植物導入のための栽培技術開発等に関する研究ー	245
白石 豊、川原 信夫	
27. ー登録農薬の適用拡大における薬用植物の残留農薬濃度の考え方に関する検討ー	249
川原 信夫、松田 りえ子、石井 里枝、福田 達男、中村 幸二、菱田 敦之、柴田 敏郎、 富塚 弘之、野澤 佳明、浅間 宏志、山本 豊、吉村 宏昭、藤原 直樹	
28. 官学地域連携による薬用植物種苗生産基地構築に関する研究	
ー奈良県における薬用植物種苗生産に関する研究ー	253
伊藤 美千穂、浅尾 浩史、嶋田 康男、吉川 正人	
(資料Ⅰ) 漢方産業のバリューチェーンに関する情報収集	299
(資料Ⅱ) 漢方産業化に係る市場調査(消費者調査)	305
Ⅲ. 研究成果の刊行に関する一覧表	341

総括研究報告書

薬用植物、生薬の持続的生産を目指した新品種育成および新規栽培技術の開発
並びにこれらの技術移転の基盤構築に関する研究（H25-創薬-一般-003）

研究代表者 菱田 敦之

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 研究サブリダー

要旨 本研究は、薬用植物の国内栽培の基盤的技術を整備して国内の栽培を支援するために、薬用植物の新たな育種、栽培、生産技術等に関する研究を進め、研究で得られた成果の早期実用化のために、企業、行政機関と連携して技術移転や実用化の基盤構築を図ることが目的である。この目的を達成するために次の1～3の研究を実施した。

1. 薬用植物の新品種の育成とその基盤的技術の開発並びに普及に関する研究

グリチルリチン酸高含量ウラルカンゾウの品種育成を目的に、圃場試験を実施して品質の検証と特性分類調査を行った結果、系統 No.10 はグリチルリチン酸含量が安定して高く日本薬局方規定値を十分に満たし、かつ根の収量性が高い系統であると判断した。グリチルリチン酸高含量の系統はクローン株の増殖が難しかったが、カンゾウ属植物の簡便な苗の生産方法（特願 2013-176164）を考案して本系統の効率的な増殖が可能となった。

（独）医薬基盤研究所筑波研究部で育成したハトムギ‘はとろまん’の普及を図るため、埼玉県秩父市で実証栽培を、富山県小矢部市で試験栽培を行った。前者では1.9 haを栽培し、合計192.8 kgの乾燥果実を、後者では20 aから137.1 kgの乾燥果実を収穫した。本年度は、秩父市では梅雨時の長雨による播種期の遅延に伴う発芽不良および雑草の繁茂、小矢部市では葉枯病の発生とメイチュウの食害による倒伏のため低収量となった。

北海道で商業生産されているハトムギ‘北のはと’の生産量は、平年の半量の10,973kgであった。この原因は気象災害に加えて葉枯病の発生と思われる、葉枯病の防除は、チウラム・チオファネートメチル水和剤を用いた種子消毒、生育期間中にイプロジオン水和剤を用いた防除が必要と思われた。さらに同品種の施肥方法を検討した結果、分けつ期の加里肥料の施用が子実の充実に貢献する可能性が示唆された。

稀少創薬資源植物の収集保存と高度利用化を進めていく重点研究対象種として、乱獲により資源の枯渇が懸念されている南西諸島産ウコンイソマツ（イソマツを含む）と自生地の草地環境の変化により全国的に減少しているオケラを選定した。奄美大島のシロバナイソマツタイプは、イソマツやウコンイソマツとは形態的に異なる部分があり、今後、成分と遺伝子情報に基づく解析を進める必要があると思われた。オケラは、本種の分布南限域に近い宮崎県と鹿児島県では極めて生育個体数が減少し、これらは、稀少創薬資源植物として極めて貴重であると考えられた。

薬用植物資源研究センター保存系統を主とするマオウ属植物計13個体について葉緑体DNA *trnK* 領域及び核DNA 18S rRNAの解析を行ったところ、*Ephedra sinica*と判定されたのは6個体であり、そのほかは他のマオウ属植物を基原とするものや、*E. sinica*と他のマオウ属植物との交配種であることが示唆される結果となった。そのうち1試料については、導入簿では*E. procera*とされていたが、遺伝子鑑別により*E. equisetina*である可能性が高いことが明らかになった。

2. 薬用植物・生薬の新規生産技術の開発に関する研究

これまで建設機械等を利用しても多大な労力を要していたカンゾウの収穫の連続機械収穫方法を考案し、従来方法に比べ、将来的には4倍の作業能率で収穫できることを確認した。

本技術では、列状に栽培されているカンゾウ列の両端に溝を切り、ストロンを切断することによって、従来掘り上が不可能であった根菜の掘り上機による掘り上げが可能となった。ストロンの切断については、振動サブソイラ型とコールタ型の 2 つの方法を考案し（特願 2013-176164）、利用するトラクタの馬力や求められる作業能率によって両手法を使い分けることが適当と考えられる。

月平均気温（温度環境）と月降水量（水分環境）を図化したハイサーグラフによって、気象学的に薬用植物の栽培環境を評価する手法を検討した。カンゾウの事例では、自生地である内モンゴル地域との類似性が高いのは、北海道東部であることが分かった。日本海側では冬季の降水量（気温が低温の場合は降雪）が多く、瀬戸内式気候である松山では、夏季の気温が高かった。これらの地点での栽培試験結果と組み合わせて解析することにより、栽培適地としての評価が期待される。

外国産に依存している医薬品原料用薬用植物の国内栽培化を目指し、効率的な栽培技術および栽培指針作成を目的とした研究を行った。

ムラサキは、土壌水分ポテンシャルを $-80\text{ kPa} \sim -20\text{ kPa}$ に制御すると、生育および色素含量の低下が回避できることが明らかとなった。また、この結果の応用として、ビニルマルチまたはリビングマルチの被覆栽培を行うと収量または色素含量が向上した。

ナイモウオウギは、地上部生育のピークは 10 月となり、北海道名寄市の圃場栽培では 1 年生根の乾物収量が $135 \sim 223\text{ kg} / 10\text{ a}$ とキバナオウギの 1.39～1.55 倍の収量となること、生育初期の少雨および高温は吸水障害をまねき減収要因となりうることが判明した。

サジオモダカは、短日条件と温暖な気候は抽苔を抑制する効果が認められ、抽苔しない個体が多く得られ、乾燥塊茎重は 20g から 50g を超えた。栽培試験を実施した西表島地域はサジオモダカの栽培適地の可能性が示唆された。

メハジキは、直播栽培では 10a 当たり基肥は $\text{N } 4\text{ kg}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5\text{ } 8\text{ kg}$ 、 $\text{K}_2\text{O } 4\text{ kg}$ 、1 年生夏期追肥 $\text{N } 4\text{ kg}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5\text{ } 4\text{ kg}$ 、 $\text{K}_2\text{O } 4\text{ kg}$ 、2 年生春期施肥追肥 $\text{N } 4\text{ kg}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5\text{ } 8\text{ kg}$ 、 $\text{K}_2\text{O } 4\text{ kg}$ 程度が適正施肥量と考えられた。秋移植栽培における播種は 6 月下旬に行うと 7、8 月播種に比べて、収量が高くなることが明らかになった。

トウキのペーパーポット育苗栽培法は、慣行栽培法と比較して作業時間が短縮され、定植から収穫時までの生存株率が高い傾向にあった。同法は収量の点で課題が残るものの定植作業の省力化を可能にすると判断した。

薬用植物の登録農薬の整備を目的に、薬効および薬害、さらに農薬の残留性について基礎的な研究を実施した。除草剤としてトリフルラリン乳剤を $300\text{ mL} / 10\text{ a}$ の濃度で用いたカノコソウ栽培では、除草効果があり、薬害が認められなかった。根茎乾燥品の薬剤の残留値は $0.03 \sim 0.04\text{ ppm}$ であり野菜類の残留値基準 (2 ppm) よりも十分低い値であった。ペンディメタリン乳剤を $300\text{ mL} / 10\text{ a}$ の濃度で用いたウラルカンゾウの栽培では、1 年生株における同薬剤の薬害は認められず、その残留値は 0.02 ppm であり、野菜類の基準値 (0.1 ppm) 未満であった。

薬用植物の病虫害に関する基礎的な知見を得るために、生産者圃場で見出したウラルカンゾウの重篤な根腐れ症状を調査した。この症状は、果樹類や畑作物類に発生する紫紋羽病の特徴と類似していたことから、*Helicobasidium monpa* が引き起こす紫紋羽病であると思われる。

薬用植物の種苗の保存および効率的増殖法を確立するため、各植物の発芽、子葉展開に及ぼす温度条件の影響を調査した。各植物の発芽適温は、ザクロでは $25 \sim 30^\circ\text{C}$ 、ウツボグサでは $20 \sim 25^\circ\text{C}$ 、ホソバタイセイでは $15 \sim 20^\circ\text{C}$ 、オクラでは $25 \sim 30^\circ\text{C}$ 、コウヤカミツレでは $15 \sim 20^\circ\text{C}$ 、ヒナタイノコズチでは $20 \sim 25^\circ\text{C}$ 、トウイノコズチでは $20 \sim 25^\circ\text{C}$ であると考えられた。サンシュユの発芽は低温湿潤処理した区で発芽率が高く、無処理に比べて、発根所要日数も短くなることが明らかになった。種子保存年数 2 年目ではいずれの保存方法でもダイオウでは 80%以上、キバナオウギ、モッコウでは 60%以上、ハトムギでは 50%以上の発根率を示し、ハトムギでやや発芽率の低下が大きかった。ハナトリカブトの効率的増殖法を検討した結果、稲わら、シルバーマルチの生育、収量には効果が認められず、裸地栽培で収量が高かった。

重要生薬である地黄、大黃の基原植物であるアカヤジオウ及びダイオウについて、植物組織培養による効率的増殖法の確立を行った。アカヤジオウについては、圃場栽培植物を材料

に、ダイオウについては北海道研究部産種子を材料に、植物組織培養系の確立と、増殖維持法の検討及び高品質な種苗生産に有望な株の育成を行った。その結果、アカヤジオウでは、ショ糖 2%含有 1/2MS 培地で継代培養と植物体再生が可能で、増殖効率の高い 3 クローンを、ダイオウでは 1%ショ糖、0.5g/L MES、IBA 0.1 mg/L、BA 0.1 mg/L 含有 MS 培地での継代培養と植物体再生が可能で、生育の良好な 1 クローンの育成に成功し、これらのクローンが土壌へ移植後も正常に生育することを確認した。

生薬は天然品である故に、その栽培環境や調製方法により時に著しく成分の変化を受ける。このような成分差異というのはその生薬を配合する漢方処方薬の効に影響するため、生薬の品質管理というのは大変重要である。乾燥工程は生薬の加工調製の中では必須の工程であり、その段階で成分が変化してしまうことがあり、その分解過程を知ることは生薬の乾燥温度の設定をする上で重要な基礎データとなる。今年度はキバナオウギの加工調製法の検討として乾燥温度による成分の変化を収穫後のオウギ根の 80℃乾燥と凍結乾燥の 2 つの条件について検討した。

3. 薬用植物の国内栽培推進に向けた基盤構築に関する研究

薬用植物の国内栽培の普及を促進するため、都道府県の行政および公的研究機関と連携するための基盤構築を目的として検討会を開催した。検討会は、北海道、秋田県、長野県、富山県、石川県および愛媛県の行政、公的研究機関の担当者が出席し、薬用植物の栽培に関する各地域の取り組みや課題等の意見交換を行うとともに、日本における薬用植物の普及課題を検討した。トウキとシャクヤクは、共通課題として栽培技術の開発等検討が必要であり、さらに薬用植物における登録農薬の適用課題は、試験地の確保が難しいことから都道府県で協力、分担して行う方がよいとの認識に至った。今後、共通の課題となる薬用植物数種を選定し、各機関で連携しながら互いのデータを比較しやすいような仕組みの構築ができることが望まれ、薬用植物栽培に関する情報交換を継続したいとの考えで一致した。

さらに各地の取り組みとして、北海道では特色ある資源としての生産振興に向けて、①情報交換の場づくり、②使用できる農薬の適用拡大、③農作業の機械化、④栽培技術体系の確立、⑤技術者の育成・確保、⑥薬用作物を地域資源に活用した取組といった展開が必要であると提言された。

秋田県および愛媛県におけるカンゾウの試験栽培は、生育、収穫指数およびグリチルリチル酸含量ともに名寄市の成績よりも優れていた。長野県におけるセンブリの栽培試験では、採種性は品種間差が認められ、「みまき 1 号」>「みまき 2 号」>「みまき 3 号」の順位であった。富山県におけるペーパーポットを用いたトウキ育苗法は、総合的な収量では従来法での苗を上回ったことから、有用な育苗法として期待できると思われた。

薬用植物における農薬の作物残留試験の考え方を検討の結果、薬用植物（生薬）の 1 日当たりの摂取量が試算でき、それが食品の摂取量と比べて、非常に少ないことが確認された。考え方の一例として、専ら医薬品たる薬用植物を薬用部位毎にまとめ、その部位別に一律に目途となる残留農薬の上限を、食品衛生法で定める、同様な部位を食用とする食品の残留基準値とする等についての検討を行うこととなった。

薬用植物の種苗生産に関し、特に奈良県において国産化が期待される植物種を検討した。ヤマトトウキ、センブリ、タチバナの各種は基礎的知見を得るための実験を開始し、ヤマトトウキは抽苔性に与える生育環境、系統の影響を明らかにした。センブリは葛城山の固有系統につて許可を得て採集した。さらに研究の方向性を探る目的で、漢方産業バリューチェーンに関する情報収集と漢方の産業化に係る市場調査（消費者調査）を行った。

研究分担者

川原 信夫

(独)医薬基盤研究所薬用植物資源研究

センター センター長

浏览 裕之

(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 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 室長

熊谷 健夫

(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
河野 徳昭
(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
杉村 康司
(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 研究サブリーダー
林 茂樹
(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 研究員
村上 則幸
(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 上席研究員
伊藤 美千穂
京都大学大学院薬学研究科 准教授

研究協力者
飯田 修
(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 研究員
乾 貴幸
(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 特任研究員
山口 真輝
(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 特任研究員
北澤 尚
(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 主任技術専門員
菊池 健太郎
(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 技術補助員
柴田 敏郎
(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
井上 聡
(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 主任研究員
竹脇 大気
東京理科大学薬学部
福田 達男
北里大学薬学部附属薬用植物園 准教授
渡辺 信
琉球大学熱帯生物圏研究センター

西表研究施設 准教授
吉富 史郎
武田薬品工業株式会社健康科学研究所
主席部員
中島 和彦
北海道農政部食の安全推進局食品政策課
主幹
池田 信
北海道農政部 生産振興局技術普及課
総括普及指導員
佐藤 元紀
北海道農政部オホーツク総合振興局
網走農業改良普及センター網走支所 主査
佐藤 孝夫
秋田県農業試験場 上席研究員
袖山 栄次
長野県野菜花き試験場佐久支場 支場長
由井 秀紀
長野県野菜花き試験場佐久支場
主任研究員
柳沢 一馬
長野県野菜花き試験場佐久支場 主幹
田村 隆幸
富山県薬用植物指導センター 主任研究員
小牧 正子
石川県農林総合研究センター農業試験場
研究主幹
白石 豊
愛媛県農林水産研究所企画環境部
環境安全室 主任研究員
松田 りえ子
国立医薬品食品衛生研究所 主任研究官
石井 里枝
埼玉県衛生研究所 水食品担当部長
中村 幸二
(財)日本植物防疫協会 技術顧問
富塚 弘之
日本漢方生薬製剤協会 技術委員会
委員長
野澤 佳明
日本漢方生薬製剤協会
浅間 宏志
日本漢方生薬製剤協会 生薬委員会
委員長

山本 豊

日本漢方生薬製剤協会 生薬委員会

副委員長

吉村 宏昭

日本漢方生薬製剤協会 生薬委員会

副委員長

藤原 直樹

日本漢方生薬製剤協会

嶋田 康男

三星製薬株式会社 開発部 部長

浅尾 浩史

奈良県農業総合センター 統括主任研究員

吉川 正人

奈良県薬事研究センター 総括研究員

A. 研究目的

日本では高齢社会の到来により一般用漢方薬の利用が増え、平成 23 年度の漢方製剤の生産金額は 1,320 億円、前年度に比べ 3.7% 増加している。国内の生薬原料は中国産が 83% を占め、近年、中国の経済成長に伴いその価格は上昇し、安価で良質な生薬は入手が難しくなった。このような背景から、漢方製剤メーカーは新たな生薬生産地を第三国に求め、日本の国内栽培も再評価されている。しかしながら、薬用植物の国内栽培面積は、1988 年に栽培面積が 3,916ha と最大に達したが、90 年代に始まった日本経済の悪化（いわゆるバブル崩壊）とともに急速に縮小して 2001 年に 1,061ha に激減した。この過程で国内の多くの生産地は消失し、さらに各地の在来種苗の保存、技術の継承および人材の育成が途絶えた。現在、薬用植物の国内栽培は 1,839ha（2009 年）に回復したが、国内生産量が極めて少ない薬用植物は、品種育成、省力化栽培技術や登録農薬の整備が遅れている。

本研究は、薬用植物の国内栽培の基盤的技術を整備して国内の栽培を支援するために、薬用植物の新たな育種、栽培、生産技術等に関する研究を進め、研究で得られた成果の早期実用化のために、企業、行政機関と連携して技術移転や実用化の基盤構築を図ることが目的である。

これらの目的を達成するために本研究では、主として次の研究を実施した。1) 薬用植物の新品種の育成とその基盤的技術の開発並びに普及。2) 薬用植物・生薬の新規生産技術の開発。3) 薬用植物の国内栽培推進に向けた基盤構築。これらの研究で得られた成果は、早期実用化のために、企業、行政機関と連携して技術移転や実用化の基盤構築を図る予定である。

当該年度の 1) 新品種育成研究では、品種候補のカンゾウ 2 系統の形質調査、育成品種の種苗供給および栽培指導、2) 新規栽培技術の開発研究では、カンゾウの収穫機の開発、ナイモウオウギ等の栽培指針作成、LC/MS 解析法によるオウギ栽培品と市場品との成分比較、イトヒメハギの種苗増殖法等の検討を予定する。3) 国内栽培の基盤構築研究では 1 道 6 県の行政・公的研究機関と連携して栽培課題の調査、技術移転の拠点確立を行った。

B. 研究方法

【1. 薬用植物の新品種の育成とその基盤的技術の開発並びに普及に関する研究】

1.1 薬用植物の新品種育成と普及に関する研究

1) ウラルカンゾウの選抜試験は圃場における実生繁殖の第 1 期、ポット栽培による栄養繁殖の第 2 期、および圃場栽培による栄養繁殖の第 3 期の構成とし、3 期にわたる形質評価により、600 個体から 1 系統を選抜した。さらに、水耕栽培装置を用いた挿し木による苗の増殖方法を検討した（林、菱田、柴田）。

2) ハトムギ新品種「はとろまん」について、埼玉県秩父市で実証栽培および富山県小矢部市で試験栽培を行い、栽培指導および現地調査を行った（飯田、林）。

3) ハトムギ「北のはと」の生産栽培地である士別市多寄、滝川市および二海郡八雲町の生育と病害の発生状況を調査した（菱田、山口、菊池、林）。

4) 道北におけるハトムギ「北のはと」の施肥方法を検討する目的で、追肥による収量と品質の関係を検討した（山口、菱田、林）。

1.2 稀少創薬資源植物の収集保存と高度利用 化に関する研究

天然資源の枯渇が懸念されている薬用植物について、ウコンイソマツ、オケラを中心に、南西諸島および九州地域の分布情報を収集し、現地調査を行った（杉村、渕野、河野、菱田）。

1.3 薬用植物品種の遺伝子識別に関する研究

薬用植物資源研究センターで保存しているマオウ属植物の種を明らかにするため、これらの遺伝子情報識別を行った。解析対象とした遺伝子領域は、葉緑体 DNA *trnK* 領域および核 DNA18S rRNA 領域とし、対象領域を特異的に増幅するプライマーを用いて PCR 法でそれぞれ増幅した。PCR 産物を用いて DNA シーケンシング反応を行い、対象領域の塩基配列を決定して比較した（河野、吉松）。

【2. 薬用植物・生薬の新規生産技術の開発 に関する研究】

2.1 薬用植物の省力化、機械化栽培技術の確立と栽培に適した環境条件の調査に関する研究

1) カンゾウの省力化、機械化栽培技術の開発を目的で、振動型サブソイラによる連続機械収穫法の実用性を評価し、さらに、ディスク型ストロン切断装置の試作と性能評価試験を実施した（村上、井上、林、菱田）。

2) 薬用植物の栽培適地を検討するために、ウラルカンゾウの自生地である中国内モンゴル自治区（2ヶ所）と国内栽培試験地（全国8ヶ所）のハイサーグラフを作曲して比較した（井上、村上、林、菱田）。

2.2 薬用植物の国内栽培化に関する研究

土壌水分とムラサキの生育に関する栽培試験（林、菱田、渕野、竹脇）、栽培指針の作成を目的としてナイモウオウギ（黄耆）は北海道名寄市（林）、サジオモダカ（沢瀉）は沖縄県西表島（福田、渡辺、河野、熊谷）、メハジキ（益母草）は茨城県つくば市で栽培

試験を実施した（熊谷）。薬用植物のペーパーポット育苗栽培法を開発するため、トウキおよびホッカイトウキ（当帰）を用いた栽培試験を実施した（菊池）。

2.3 農薬の適正使用に関する研究

1) カノコソウ栽培におけるトリフルリン乳剤の適用拡大を目的に同薬剤の効果、薬害試験を畑作除草剤試験実施基準（平成16年改訂）に基づき実施した。さらに収穫した根茎（乾燥品）の農薬残留性を評価した（菱田）。

2) カンゾウ栽培における除草剤ペンディメタリンの連用施用試験を開始し、1年間栽培して収穫した地下部の農薬の残留濃度を測定した。

3) 北海道上川郡のウラルカンゾウ試験栽培圃場で発生した重篤な根腐れ症状の原因を明らかにする目的で、罹病個体の根、ストロンおよび地際部の茎に生じた病徴を観察し、病害の診断を試みた（菊池、吉富、菱田）。

2.4 種子の保存と発芽に関する研究

1) 薬用植物の発芽に及ぼす温度の影響を明らかにする目的で、ザクロ、ウツボグサ、ホソバタイセイ、オクラ、コウヤカミツレ、ヒナタイノコズチ、トウイノコズチの発芽試験を15～30℃の各温度条件で実施した。

2) 種子発芽に及ぼす低温湿潤処理の影響を調査する目的で、サンシュユの種子を、(1) -1℃ポリ瓶保存無処理および(2) 5℃砂湿潤処理をそれぞれ行い発芽率を比較した。

3) 種子の保存方法が発芽に及ぼす影響を明らかにする目的で、ダイオウ、キバナオウギ、モッコウ、ハトムギを材料とし、保存容器の材質、保存容器内の真空度および保存剤の有無を組み合わせで試験区を設定し、5℃で一定期間保存した後、発芽試験を行った。

4) ハナトリカブトの効率的増殖法を開発する目的で、栽培時のマルチ施用効果を検討し、生育状況と収量を調査した（熊谷）。

2.5 種苗の効率的増殖法および保存に関する研究

国内での増殖が困難な漢方薬原料植物の植物組織培養による効率的増殖法の確立を目的に、アカヤジオウ（植物の新芽が付いた根）およびダイオウ（種子）から得られたシュート部を種々培地に植え付け、シュート増殖、発根、継代培養及び増殖条件を検討するとともに、生育が良好で増殖効率の高いクローンの選抜を行った。さらにジオウ属植物およびダイオウ培養苗は、軽石を支持体とする水耕栽培を行った（吉松、河野、乾、北澤、飯田）。

2.6 生薬、薬用植物の品質評価に関する研究

薬用植物の調製加工技術を開発する目的で、オウギの乾燥温度における成分変化過程を検討した。収穫したキバナオウギの根を5、30、50、80℃の条件でそれぞれ乾燥し、メタノール抽出物を調製して TLC で成分パターンを比較した。さらに、変化が認められた成分は単離して LC/MS および NMR で構造決定した（渕野、竹脇、菱田、林）。

【3. 薬用植物の国内栽培推進に向けた基盤構築に関する研究】

3.1 薬用植物の国内栽培推進に向けた基盤構築に関する研究

1) 日本における薬用植物の普及課題に関する検討会を平成 25 年 9 月 10 日に開催し、北海道、秋田県、長野県、富山県、石川県、愛媛県および（独）医薬基盤研究所薬用植物資源研究センターの担当者が出席した（川原、中島、池田、佐藤（元）、佐藤（孝）、袖山、田村、小牧、白石、飯田、林、山口、菊池、菱田）。

さらに北海道（中島、池田、佐藤（元））、秋田県（佐藤（孝））、長野県（袖山、由井、柳沢）、富山県（田村）および愛媛県（白石）の薬用植物の栽培に関する試験・調査を実施した。

2) 専ら医薬品たる薬用植物の農薬残留性試験の方法、残留農薬の上限の考え方について、平成 25 年度に 3 回に渡り検討会を開催した。検討会に参加した委員は、公的機関研

究者および日本漢方生薬製剤協会会員の 13 名で構成された（川原、松田、石井、福田、中村、菱田、柴田、富塚、野澤、浅間、山本、吉村、藤原）。

3.2 官学地域連携による薬用植物種苗生産基地構築に関する研究

1) 薬用植物の種苗生産に関し、特に奈良県において国産化が期待される植物種を検討した。苗の育成中における冬の低温や短日環境が抽苔の要因として考えられることから、苗を無加温温室や人工気象室で育成し、定植後の抽苔率を調査した。また、供試材料に異なる系統である前忠系統、杉清系統、十津川系統および富貴系統を用いて抽苔に対する系統間差についても調査した。

2) 医薬品製造業者が使用する生薬のうち国産化の可能性がある品目を調査する目的で、日本薬局方および日本薬局方外生薬規格の収載生薬について、文献、資料などの調査により使用量などからみて国内栽培が可能と思われる品目を検討した。

3) センブリの自生地調査を目的に特別保護地区内高山植物等の採取許可を得て奈良県葛城山を調査した。さらにタチバナ保存系統について葉緑体 DNA の *matK* 領域および *trnL-trnF* 領域、核 DNA の ITS 領域の部分塩基配列を決定して比較した。

（伊藤、浅尾、嶋田、吉川）

C. 結果

【1. 薬用植物の新品種の育成とその基盤的技術の開発並びに普及に関する研究】

1.1 薬用植物の新品種育成と普及に関する研究

1) ウラルカンゾウの品種育成では、品種候補は、圃場栽培においても GL 含量が安定して高く日本薬局方規定値を十分に満たし、かつ根の収量性が高い系統 No.10 とした。さらに、カンゾウ属植物の簡便な苗の生産方法を開発し、本系統の効率的な増殖が可能となった。

2) ハトムギ‘はとろまん’の普及を図るため、埼玉県秩父市で実証栽培を、富山県小

矢部市で試験栽培を行い、前者では 192.8 kg /1.9 ha、後者では 137.1 kg/20a の乾燥果実を収穫したが、本年度は両地区共に低収量であった。その主たる原因は、秩父市では梅雨時の長雨による播種期の遅延に伴う発芽不良および雑草の繁茂、小矢部市では葉枯病の発生とメイチュウの食害による倒伏であった。

3) 平成 25 年度のハトムギ‘北のはと’の生産量(規格品)は、10,973kg であった。収量が平年の半量であった士別町および八雲町の生産栽培地では、気象災害に加えて葉枯病の発生が減収要因と推察された。

4) 道北におけるハトムギ‘北のはと’の施肥方法の最適化について検討を行った結果、窒素の施用量の増加に伴い、茎数、および粒数が増加したが、子実の充実度は相対的に低くなった。一方、分けつ期の加里の施用が子実の充実に貢献する可能性が示唆された。

1.2 稀少創薬資源植物の収集保存と高度利用化に関する研究

1) イソマツ属植物は、成長が早く、大量に採取されると個体群の回復は難しい。ウコンイソマツとイソマツは、薬用目的の採取により減少していること、個体数と集団数が減少していることが指摘されているため、現地調査を行い最新の分布状況を把握することが急務であると思われる。沖永良部島は、ウコンイソマツとイソマツがそれぞれ異なる地点に多数分布し、イソマツ属植物の資源が豊富に残されていることが今回の調査で明らかになった。ウコンイソマツとイソマツが混生している場所が確認できなかったことから、両種の生育環境には異なる可能性が示唆された。

2) オケラは、その生育地となっている良好な草地は、草地の開発、管理放棄、遷移執行などの影響を受け、全国的に減少傾向にある。特に、本種の分布南限域に近い宮崎県と鹿児島県では極めて生育個体数が少なくなっており、九州南部地域のオケラは、稀少創薬資源植物として極めて貴重なものと考えられた。

1.3 薬用植物品種の遺伝子識別に関する研究

解析したマオウ属植物は、*E. procera* とされていたものが、遺伝子解析の結果、*E. equisetina* である可能性が示された。遺伝子鑑別の手法は、植物種の同定では補助的な手段として取り扱われるため、ここでは結論できないが、今後、形態学的な知見と合わせるにより、植物種等の再精査の一助になると思われる。

【2. 薬用植物・生薬の新規生産技術の開発に関する研究】

2.1 薬用植物の省力化、機械化栽培技術の確立と栽培に適した環境条件の調査に関する研究

1) 振動型サブソイラを応用したカンゾウのストロン処理方法では、収穫の作業は低速であるものの、小型トラクタでの処理が可能であり、比較的小規模栽培での収穫では有効であると思われた。ディスク型は作業能率の向上面で有効であるが、大馬力のトラクタを必要として、大規模栽培向きであると思われた。

2) 薬用植物の栽培適地マップ作成に関する研究では、ハイサーグラフを用いて各地を比較するとモンゴルのカンゾウ自生地は、北海道との類似性が高いことが明らかになった。

2.2 薬用植物の国内栽培化に関する研究

1) ムラサキについて土壌水分環境と生育および shikonin 誘導体含量の関係を検討した結果、排水性が高い土壌では生育が阻害されず色素含量が低下しないこと、また排水不良土壌であっても水ポテンシャルを -80 kPa ~ -20 kPa に制御することにより生育や色素含量の低下を回避できることが明らかとなった。雑草防除に用いられるマルチ資材の効果を検討した結果、ビニルマルチ区では対照区と比べ根の乾物収量が対照区に対して増加したが、shikonin 誘導体の含量は低い傾向にあった。リビングマルチ区では対照区に

対して収量増加は少なかったものの、shikonin 誘導体の含量が有意に増加し、品質の向上に貢献することが明らかとなった。

2) 北海道名寄市におけるナイモウオウギの栽培では 1 年生根の乾物収量は 135～223kg/10a であり、対照区としたキバナオウギの 1.39～1.55 倍の収量であった。生薬の形状としては主根が発達して分枝根が少ないものが市場で良品として好まれ、ナイモウオウギの根はキバナオウギと比較して分枝根が少なく直根性がより強い形質を有していることが確認された。

3) 西表島におけるサジモダカの実証栽培を実施した結果、関東地方の栽培と比較して抽苔する個体が少なかった。従って、同地では抽苔を抑え生薬原料として良質な根茎が得られる可能性が示唆された。

4) メハジキの直播栽培における施肥量を検討した結果、10a 当たりの基肥は窒素が成分量として 4kg、リンが 8kg、カリウムが 4kg、1 年生夏期の追肥は窒素が 4kg、リンが 4kg、カリウムが 4kg、2 年生春期の施肥は窒素が 4kg、リンが 8kg、カリウムが 4kg とする方法が施肥の適正な施肥量と考えられた。播種期の検討では、関東地方では 6 月下旬にすると収量が高くなることが明らかになった。

5) トウキのペーパーポット育苗栽培法を検討した結果、慣行栽培法と比較して苗の活着率および栽培期間中の生存率は高かったが、収量は低い傾向にあった。根の性状は、慣行栽培法と比較して、側根が多く形成される傾向にあった。

2.3 農薬の適正使用に関する研究

1) カノコソウ栽培におけるトリフルラリン乳剤の適用拡大に関する試験では、一年生イネ科雑草スズメノカタビラに対する除草効果は高く、イヌビユ以外の一年生雑草にも除草効果があり、さらに薬害、生育抑制が認められなかった。根茎乾燥品の薬剤の残留は認められたが、その値は野菜類の残留値基準よりも十分低い値であり実用上問題ないことが示された。

2) ペンディメタリン乳剤を用いたウラル

カンゾウの栽培では、1 年生株における同薬剤の薬害は認められず、その残留値は野菜類の基準値以下であった。

3) 薬用植物の病虫害に関する調査では、ウラルカンゾウに発生した重篤な根腐れ症状は、その病徴が紫紋羽病の病徴に類似し、分離した菌株の菌糸の特徴から、紫紋羽病菌 *Helicobasidium monpa* と推定した。

2.4 種子の保存と発芽に関する研究

1) 薬用植物 7 種の発芽に及ぼす温度の影響について検討した。各植物の発芽適温は、ザクロでは 25～30℃、ウツボグサでは 20～25℃、ホソバタイセイでは 15～20℃、オクラでは 25～30℃、コウヤカミツレでは 15～20℃、ヒナタイノコズチでは 20～25℃、トウイノコズチでは 20～25℃であると考えられた。

2) 種子発芽に及ぼす低温湿潤処理の影響を調査した結果、サンシュユの発芽は、無処理に比べて、低温湿潤処理した区で発芽率が高く、発根所要日数も短くなることが明らかになった。

3) ダイオウ、キバナオウギ、モッコウ、ハトムギの種子保存方法と年数が発根率に与える影響について調査した結果、種子保存年数 2 年目ではいずれの保存区でもダイオウでは 80%以上、キバナオウギ、モッコウでは 60%以上、ハトムギでは 50%以上の発根率を示し、ダイオウでは保存 2 年目の発根率の減少は小さかったが、ハトムギでは減少率がやや大きかった。

4) ハナトリカブトの効率的増殖法を検討した結果、稲わら、シルバーマルチの生育、収量には効果は認められず、裸地栽培で収量が高くなることが明らかになった。

2.5 種苗の効率的増殖法および保存に関する研究

アカヤジオウの植物組織培養系の誘導では、圃場から掘り上げた植物体を、一旦、温室内で、きれいな培養土を用いて栽培することで、より滅菌成功率の高い約 3mm 長のシュート片を採取出来ることが判明した。さら

に HF 培地を用いると継代維持、増殖が可能な優良クローンが 3 クローン得られた。

ダイオウの組織培養では、植物組織培養系の継代維持、植物体増殖には、植物ホルモン (IBA0.1+BA0.1) が必須であり、低濃度のショ糖 (1%) と MES が有効であった。

2.6 生薬、薬用植物の品質評価に関する研究

乾燥方法による成分変化の検討をする目的で、収穫・洗浄した根をそのまま凍結乾燥した調製法と 80℃にて 3 日間乾燥する調製法を比較した。生試料において 7-O-(6"-malonylglucosyl)-7,3'-dihydroxy-3'-methoxyisoflavone は最も不安定な化合物であり、容易にマロニルが外れて変化する。Astrapterocarpan は生試料中にはほとんど含まれていないが 80℃乾燥試料中に多く出現することからその配糖体から生成するものと考えられた。従って主に加熱により成分変化が起こる要因は配糖体の糖の開裂とアセチル化によるものと考えられた。

【3. 薬用植物の国内栽培推進に向けた基盤構築に関する研究】

3.1 薬用植物の国内栽培推進に向けた基盤構築に関する研究

1) 日本における薬用植物の普及課題を検討した結果、品目としてトウキとシャクヤクが共通課題として栽培技術の開発が必要であり、さらに薬用植物における登録農薬の適用拡大は、試験地の確保が難しいことから都道府県で協力、分担して行う方がよいとの認識に至った。さらに、共通の課題となる薬用植物数種を選定して都道府県の枠を超えた共同研究の実施、各機関で連携しながら互いのデータを比較しやすいような仕組みの構築、薬用植物栽培に関する情報交換を継続したいとの要望があった。

各機関の報告は次の通り。

北海道：JA などの生産者や農業改良普及センター、道総研、薬用植物資源研、日漢協などといった関係機関・団体などで構成する協議会を設置しながら、お互いに連携し、産地とともに生産拡大に向けて、マニュアル作

りなど栽培技術の確立に関する検討や、産地と製薬企業とのマッチングの場作りなどを行い、積極的に生産拡大に向けて積極的に取り組んでいくことが重要と考えている。

秋田県：ウラルカンゾウは、収穫日の地上部の調査では、草丈 47.4cm、茎数 1 本、節数 32.5 節、分枝数 5 本、根頭径 6.9cm、根数 2 本であった。地下部では、ストロン本数 2.8 本、最大ストロン長 37.4cm、総ストロン長 75.6cm であり、地上部を含む全生体重は 71.5g であった。乾物重では植物体全体では 24.9g で、そのうち茎葉 7g (全体の 28%)、根 11.3g (同 45%)、ストロン 6.6g (同 27%) で地下部が 70%以上を占めた。地上部/地下部 (T/R) 比が 0.59、収穫指数 0.48 であった。乾燥した根に含まれるグリチルリチル酸含量は 1.6%であった。日長時間は、17 時間日長が最も生育が旺盛であった。開花については、すべての試験区で花蕾の発達は認められなかった。

長野県：センブリの採種法について調査した結果、採種性は、「みまき 1 号」が 120g/m²、「みまき 2 号」は 100g/m²、「みまき 3 号」は 90g/m²であった。

富山県：トウキのペーパーポットによる育苗では、圃場に定植日 (4 月 12 日) の生存率が 99%であった。収量調査の結果では、調査した 200 株のうち、収穫までに抽苔した株は 7 株 (抽苔率 4%) で、収穫可能で、生存率は 92%であった。収穫した株の重量は、1 株当たりの平均は 52.5 g であった。

愛媛県：愛媛県の薬草栽培の現状は、ミシマサイコが 15.8ha と最も多く、このほかに、サンショウ、シソ、オタネニンジンが小面積ではあるが栽培されている。

薬用植物の試作では、ミシマサイコのマルチ栽培 (白マルチ) の効果は、マルチ区での生育が旺盛となり、ほとんどの個体で開花が認められた。オオブカトウキは発芽率が極端に低く、ハトムギは、アワノメイガの被害により茎枯れが多発した。ウラルカンゾウの生育特性は、瀬戸内気候特有の猛暑、少雨傾向が続いたが、高温期のカンゾウの生育は極めて良好で、収穫時の生存率は 90%以上の高い

値を示した。

2) 専ら医薬品たる薬用植物の農薬残留性試験の方法、残留農薬の上限の考え方について検討した結果、薬用植物（生薬）の1日当たりの摂取量が試算でき、それが食品の摂取量と比べて、非常に少ないことが確認された。従って、必ずしも ADI 値を勘案した目途となる残留農薬の上限を考える必要性は少なく、例えば専ら医薬品たる薬用植物を薬用部位毎にまとめ、その部位別に一律に目途となる残留農薬の上限を、食品衛生法で定める、同様な部位を食用とする食品の残留基準値とする等についての検討を行うことが考えられた。

3.2 官学地域連携による薬用植物種苗生産基地構築に関する研究

1) 育苗環境がトウキの定植後の抽苔、生育、収量に及ぼす影響を検討した結果、網室で育苗した苗は、根径が 10mm 未満の苗でも 10% が花芽分化し、網室から無加温温室や人工気象室へ移した苗では全く抽苔しなかった。さらに富貴系統と前忠系統は、大きな苗を定植しても抽苔しにくい優良な系統であると思われた。トウキの生育は、無加温温室で低温に遭遇させずに育苗したほうが、根が太る傾向にあった。育苗環境が定植後の草丈・株幅や収量に及ぼす影響は認められなかった。

定植した苗の抽苔率を抑えるには、花芽分化させない育苗時の温度条件として、最低気温が 0℃ 近くても、平均気温を 10℃ 前後、最高気温を 30℃ 前後にすることがよいと思われた。育苗期間が 4 カ月の定植時の根径は 1 年間育苗した苗よりも小さかったが、生育に遜色はなく、収量にも有意差は認められなかった。品質評価の結果、4 ヶ月育苗の収穫物は、日局基準を満たし、精油成分の含量でも 1 年育苗と同程度であった。

2) 日本での生薬基原とその使用量から、国内生産を行えば価格的に充分に対応できるものをリスト化し検討を行った結果、カノコソウ、センブリ、チクセツニンジン、トウ

キが有力な候補として考えられた。

3) センブリの自生地調査を目的に奈良県葛城山を調査した結果、同山頂付近において、西日が当たる斜面にセンブリが群生し、日中日が当たる場所では、群生しているクマザサの根元にセンブリが生育していた。また、同地では種子が採取できる 2 年生株の個体は草丈が 20cm に達し、1 年生と思われる個体はロゼット葉の状態であった。

タチバナ保存系統の DNA 塩基配列を決定した結果、葉緑体 DNA の *matK* 領域は系統の比較に不適と思われ、*trnL-trnF* 領域は全 16 系統の解析に成功し、系統間に塩基配列の差異が認められた。ITS 領域では 9 系統の塩基配列を決定し、系統間の差異が多く認められ、タチバナの種の分類に有効であると思われた。

D. 考察

【1. 薬用植物の新品種の育成とその基盤的技術の開発並びに普及に関する研究】

1.1 薬用植物の新品種育成と普及に関する研究

ウラルカンゾウは、日本で栽培すると多くの場合、グリチルリチン酸含量が日本薬局方の基準（2.5%）を満たさず、国内栽培が難しい薬用植物であった。これまでにグリチルリチン酸高含量かつ高収量を育種目標に選抜したウラルカンゾウは、選抜試験を継続して行い、本年度、圃場試験を実施して品質の検証と特性分類調査を行った結果、系統 No.10 はグリチルリチン酸含量が安定して高く日本薬局方規定値を十分に満たし、かつ根の収量性が高い系統であると判断した。グリチルリチン酸高含量の系統はクローン株の増殖が難しかったが、カンゾウ属植物の簡便な苗の生産方法（カンゾウ属植物の苗の生産方法、特願 2013-176164）を考案して本系統の効率的な増殖が可能となった。

2013 年 3 月 25 日に品種登録されたハトムギ新品種 ‘はとろまん’ は、商業生産を目指して埼玉県秩父市で実証栽培、富山県小矢部市で試験栽培を開始した。本年度は両地区共に低収量であったが、その主たる原因は、秩

父市では梅雨時の長雨による播種期の遅延に伴う発芽不良および雑草の繁茂、小矢部市では葉枯病の発生とメイチュウの食害による倒伏であった。これらは、農薬を用いた除草や病虫害の防除で低減できることから、今後、地域に適したハトムギ‘はとろまん’の栽培管理体系を生産者と連携して構築する必要がある。

北海道で商業生産されているハトムギ‘北のはと’の生産量(規格品)は、平年の半量の10,973kgであった。この原因として、気象災害に加えて葉枯病の発生が減収要因と推察され、葉枯病の防除は、播種前にチウラム・チオファネートメチル水和剤を用いた種子消毒、生育期間中には殺菌剤イプロジオン水和剤の散布や加里肥料の施用等が効果的と思われる。さらに同品種の施肥方法を検討した結果、分けつ期の加里肥料の施用が子実の充実に貢献する可能性が示唆された。次年度からこれらの管理技術を生産地で実施する必要がある。

1.2 稀少創薬資源植物の収集保存と高度利用に関する研究

ウコンイソマツおよびイソマツ等イソマツ属植物およびオケラの資源量について調査した。奄美大島のシロバナイソマツタイプは、イソマツやウコンイソマツとは形態的に異なる部分があるため、成分と遺伝子の両面から解析を進めることが重要である。オケラは、本種の分布南限域に近い宮崎県と鹿児島県では極めて生育個体数が少なくなっており、鹿児島県では古い記録のみで近年では全く生育が確認されていない。南方に適応した性質を持つと予想される九州南部地域のオケラは、稀少創薬資源植物として極めて貴重なものと考えられる。

1.3 薬用植物品種の遺伝子識別に関する研究

薬用植物資源研究センター保有資源の植物種の再精査を目的として、センターにこれまでに導入され、保存されているマオウ属植物の遺伝子鑑別を実施した。センター保存系

統を主とする計13個体について葉緑体DNA *trnK* 領域及び核DNA 18S rRNAの解析を行ったところ、*Ephedra sinica* と判定されたのは6個体であり、そのほかは他のマオウ属植物を基原とするものや、*E. sinica* と他のマオウ属植物との交配種であることが示唆される結果となった。そのうち1試料については、導入簿では*E. procera* とされていたが、遺伝子鑑別により*E. equisetina* である可能性が高いことが明らかになった。また、新たにセンターに導入したマオウ属植物について上記の手法で鑑別を行ったところ、そのうち1つが*E. sinica* 型であることが確認された。

【2. 薬用植物・生薬の新規生産技術の開発に関する研究】

2.1 薬用植物の省力化、機械化栽培技術の確立と栽培に適した環境条件の調査に関する研究

ウラルカンゾウは、生育が進むとその根やストロンが土壌中に網目状に蔓延し、収穫に労力を要する。そこで、高効率かつ高速なカンゾウ収穫機を目的に本年度は地下部の処理方法を検討し、振動型サブソイラを応用した処理装置を考案した(薬用植物の地下部の収穫方法、特願2013-250776)。この方法は収穫の作業が低速であるものの、小型トラクタによる処理が可能であり、比較的小規模栽培において有効であると思われる。また別途考案したディスク型処理方法は、大馬力のトラクターを必要とし、大規模栽培向きであると思われる。

ウラルカンゾウをモデルとした栽培適地マップ作成を目的にハイサーグラフによる気象学的栽培環境の評価手法を検討した。カンゾウの自生地である内モンゴルと比較すると、北海道は類似性が高く、特に東部に位置する美幌や芽室が高かった。以上の気象学的検討を基に、実際の栽培試験結果と比較することによって、栽培環境適性が解明されるが、それは次年度以降の課題である。

2.2 薬用植物の国内栽培化に関する研究

1) ムラサキ：土壌の排水性が高い圃場で

の栽培または土壌水分ポテンシャルを-80 kPa~20 kPa に制御すると、ムラサキの生育および色素含量の低下は、回避できることが明らかとなった。また、この結果に基づき圃場における土壌水分の制御方法を検討し、ビニルマルチまたはリビングマルチによる土壌乾燥化処理によって収量または色素含量が向上することが実証された。

2) ナイモウオウギ：地上部生育のピークは10月となり、北海道名寄市の圃場栽培では1年生根の乾物収量が135~223kg/10aとキバナオウギの1.39~1.55倍の収量となること、生育初期の少雨および高温は吸水障害をまねき減収要因となりうることが判明した。また、特性調査結果に基づき特性分類表原案を作成した。

3) サジオモダカ：西表研究施設で2013年10月4日に定植、翌年1月17日まで栽培した結果、短日条件と温暖な気候は抽苔を抑制する効果が認められ、抽苔しない個体が多く得られ、乾燥塊茎重は20gから50gを超えた。今後、播種日と定植日を遅らせることで、さらに抽苔を抑え良質な沢瀉が得られると思われる、西表島地域はサジオモダカの栽培適地の可能性が示唆された。

4) メハジキ：直播栽培では10a当たり基肥はN 4kg、P₂O₅ 8kg、K₂O 4kg、1年生夏期追肥N 4kg、P₂O₅ 4kg、K₂O 4kg、2年生春期施肥追肥N 4kg、P₂O₅ 8kg、K₂O 4kg程度が適正施肥量と考えられた。秋移植栽培における播種は6月下旬に行うと7、8月播種に比べて、収量が高くなることが明らかになった。

5) トウキのペーパーポット育苗栽培法：ペーパーポット育苗栽培法は、慣行栽培法と比較して作業時間が短縮され、定植から収穫時までの生存株率が高い傾向にあったが、収量は低い傾向にあった。以上のことから、ペーパーポット育苗栽培法は、収量の点で課題が残るものの定植作業の省力化を可能にすると判断した。

2.3 農薬の適正使用に関する研究

1) トリフルラリン乳剤を用いたカノコソ

ウ栽培は、イヌビユ以外の一年生雑草に除草効果があり、薬害、生育抑制が認められなかった。根茎乾燥品の薬剤の残留は認められたが、その値は野菜類の残留値基準よりも十分低い値であり実用上問題ないことが示された。これらの結果に基づき、平成26年4月からトリフルラリンはカノコソウへ適用拡大される見込みである。

2) ペンディメタリン乳剤を用いたウラルカンゾウの栽培では、1年生株における同薬剤の薬害は認められず、その残留値は野菜類の基準値以下であった。ウラルカンゾウは、栽培期間が2~3年とされることから、農薬の連用試験を行い、その残留値の推移を経時的に調査する必要があると考えた。

3) ウラルカンゾウの重篤な根腐れ症状は、果樹類や畑作物類に発生する紫紋羽病の特徴と類似していたことから、この症状は、*Helicobasidium monpa* が引き起こす紫紋羽病であると思われる。

2.4 種子の保存と発芽に関する研究

各植物の発芽適温は発根率、出葉率、所要日数から判断して、ザクロでは25~30℃、ウツボグサでは20~25℃、ホソバタイセイでは15~20℃、オクラでは25~30℃、コウヤカミツレでは15~20℃、ヒナタイノコズチでは20~25℃、トウイノコズチでは20~25℃であると考えられた。サンシュユの発芽には低温湿潤処理の効果があることが明らかになった。

保存1~2年目の発根率を調査した結果、ダイオウ種子の発根率の低下は小さかったが、ハトムギではやや減少率が大きかった。ハナトリカブトの効率的増殖法を検討した結果、稲わら、シルバーマルチの生育、収量には効果が認められず、裸地栽培で収量が高かった。

2.5 種苗の効率的増殖法および保存に関する研究

アカヤジオウの植物組織培養系の誘導では、収穫直後の根に形成された新芽を材料とする場合は、約1mm長の茎頂片の取り出し

が必要であり、シュート誘導は2ヶ月間以上を要した。一方、収穫した植物体を、一旦、温室内で、きれいな培養土を用いて栽培すると、滅菌成功率が高い約3mm長のシュート片を採取出来ることが判明した。さらにアカヤジオウではHF培地での継代維持、増殖が可能な優良クローンが3クローン得られた。

ダイオウの継代維持、植物体増殖では、植物ホルモン(IBA0.1+BA0.1)が必須であり、低濃度のショ糖(1%)と培地のpH安定化に使用されるMESが有効であった。さらに本培地は、他の実生由来植物体の生育の回復に有効であった。今後、水耕栽培及び圃場栽培での培養苗の形質調査が必要と思われた。

2.6 生薬、薬用植物の品質評価に関する研究

植物成分は配糖体として多くは存在し、生薬としての加工調製を行う際の乾燥工程により糖が開裂して疎水性の成分に変化していることが生薬のオウギの検討結果により明らかになった。オウギの薬効は強壮、免疫力増強作用、利尿、降圧、抹消循環改善、血糖降下作用など多岐に渡るが、それらはどのような化合物が寄与しているかは明確ではないが、加熱により活性が減弱あるいは増強する可能性がある。今後は各乾燥温度条件での抽出エキスと生物活性との比較が必要と思われる。

【3. 薬用植物の国内栽培推進に向けた基盤構築に関する研究】

3.1 薬用植物の国内栽培推進に向けた基盤構築に関する研究

1) 薬用植物の国内栽培の普及を促進するため、都道府県の行政および公的研究機関の連携基盤の構築を目的とした検討会を行った。各都道府県の薬用植物の栽培状況、栽培上の問題点などの情報交換を行い、登録農薬の拡大、トウキ等の現状に即した栽培技術開発などのさまざまな共通課題が挙げられた。今後、当該機関と連携して抽出課題に取り組むとともに、参加者を拡大した検討会の機会を設け、機関間の連携基盤をさらに構築したいと考えている。

2) 北海道、秋田県、長野県、富山県および愛媛県の各機関による薬用植物の課題や試験結果の報告は次の通り。

北海道: 地域の特色ある資源としての生産振興に向けて、①情報交換の場づくり、②使用できる農薬の適用拡大、③農作業の機械化、④栽培技術体系の確立、⑤技術者の育成・確、⑥薬用作物を地域資源に活用した取組といった展開が必要である。

秋田県: ウラルカンゾウの栽培に関して、秋田市の試験栽培では生育、収穫指数、グリチルリチル酸含量ともに名寄市の提供されたデータよりも優れており、栽培することに問題はないと思われた。採種に関する試験から、ウラルカンゾウの生育には長日条件が好適と思われるが、今年度は定植時期が遅れたためと思われるが、花蕾の形成は認められなかった。

長野県: センブリの栽培法について調査した結果、採種性は、品種間差が認められ、「みまき1号」>「みまき2号」>「みまき3号」の順位であった。長野県内の生産者は、長野県原種センターより15g単位で、全国農業協同組合連合会長野県本部、並びに、長野県種苗生産販売共同組合を通して入手できる。また、県外生産者は、直接長野県原種センターに問い合わせれば入手可能である。販売種子の保証発芽率は40%であるため、栽培面積を勘案して購入量を決定する必要がある。

富山県: 従来の圃場でのトウキ育苗における生存率低下や非効率的部分を改良し、新たな育苗法を確立することを目的として、ペーパーポットを用いた方法を検討した結果、発芽後には防虫ネットの被覆が必要であること、8月播種で追肥を行わないと、翌年の定植時には目的の太さに生育しないものの、定植後の生育は良好で、総合的な収量では従来法での苗を上回ったことから、有用な育苗法として期待できると思われた。

愛媛県: 薬用植物の栽培適地を検討した結果、多くの品目で愛媛県における栽培の可能性が認められた。特に、ウラルカンゾウについては、1年目の結果ではあるが、予想以上に生育は旺盛で、グリチルリチン酸含有量も

一定量が保たれていることから、本県への新規導入品目として有望と考えられた。

3)漢方製剤等における残留農薬の安全性担保に向けて、薬用植物(生薬)を一番多く摂取する場合で、さらに漢方製剤等に配合される全生薬に一律に、最大残留する場合を想定して検討を進めてきたが、本年度の検討の結果、薬用植物(生薬)の1日当たりの摂取量が試算でき、それが食品の摂取量と比べて、非常に少ないことが確認された。考え方の一例として、専ら医薬品たる薬用植物を薬用部位毎にまとめ、その部位別に一律に目途となる残留農薬の上限を、食品衛生法で定める、同様な部位を食用とする食品の残留基準値とする等についての検討を行うこととなった。

3.2 官学地域連携による薬用植物種苗生産基地構築に関する研究

薬用植物の種苗生産について、需要が高く経済性に優れた品目を検討した結果、カノコソウ、センブリ、チクセツニンジン、トウキが有力な候補として考えられた。

そこで、奈良県で古くから栽培されているトウキの育苗法を検討した結果、抽苔しにくい優良な系統は、富貴系統と前忠系統であることが明らかになった。

トウキの育苗法については、無加温温室で低温に遭遇させずに育苗する方法は根が太る傾向にあった。定植した苗の抽苔率を抑える育苗時の温度条件として、最低気温が0℃近くても、平均気温を10℃前後、最高気温を30℃前後にすることがよいと思われた。育苗期間4カ月の苗を用いた栽培法では、1年間育苗した苗と比べ、収量にも有意差は認められなかった。また品質評価の結果、4ヶ月育苗の収穫物は、日局基準を満たしていた。

奈良県葛城山のセンブリの自生地調査では、山頂付近の西日が当たる斜面に群生することが明らかになった。日中日が当たる場所では、クマザサの根元に生育していた。タチバナ保存系統のDNA塩基配列情報を用いた系統比較は、葉緑体DNAの

系統の識別に有効であると思われた。

E. 結論

【1. 薬用植物の新品種の育成とその基盤的技術の開発並びに普及に関する研究】

グリチルリチン酸高含量ウラルカンゾウの品種育成を目的に、圃場試験を実施して品質の検証と特性分類調査を行った結果、系統No.10はグリチルリチン酸含量が安定して高く日本薬局方規定値を十分に満たし、かつ根の収量性が高い系統であると判断した。グリチルリチン酸高含量の系統はクローン株の増殖が難しかったが、カンゾウ属植物の簡便な苗の生産方法(特願2013-176164)を考案して本系統の効率的な増殖が可能となった。

(独) 医薬基盤研究所筑波研究部で育成したハトムギ‘はとろまん’の普及を図るため、埼玉県秩父市で実証栽培を、富山県小矢部市で試験栽培を行った。前者では1.9haを栽培し、合計192.8kgの乾燥果実を、後者では20aから137.1kgの乾燥果実を収穫した。本年度は、秩父市では梅雨時の長雨による播種期の遅延に伴う発芽不良および雑草の繁茂、小矢部市では葉枯病の発生とメイチュウの食害による倒伏のため低収量となった。

北海道で商業生産されているハトムギ‘北のはと’の生産量は、平年の半量の10,973kgであった。この原因は気象災害に加えて葉枯病の発生と思われ、葉枯病の防除は、チウラム・チオファネートメチル水和剤を用いた種子消毒、生育期間中にイプロジオン水和剤を用いた防除が必要と思われた。さらに同品種の施肥方法を検討した結果、分けつ期の加里肥料の施用が子実の充実に貢献する可能性が示唆された。

奄美大島のシロバナイソマツタイプは、イソマツやウコンイソマツとは形態的に異なる部分があり、今後、成分と遺伝子情報に基づく解析を進める必要があると思われた。オケラは、本種の分布南限域に近い宮崎県と鹿児島県では極めて生育個体数が少なく、これらは、稀少創薬資源植物として極めて貴重であると考えられた。

薬用植物資源研究センター保存系統を主

とするマオウ属植物計 13 個体について葉緑体 DNA *trnK* 領域及び核 DNA 18S rRNA の解析を行ったところ、*Ephedra sinica* と判定されたのは 6 個体であり、そのほかは他のマオウ属植物を基原とするものや、*E. sinica* と他のマオウ属植物との交配種であることが示唆される結果となった。そのうち 1 試料については、導入簿では *E. procera* とされていたが、遺伝子鑑別により *E. equisetina* である可能性が高いことが明らかになった。

【2. 薬用植物・生薬の新規生産技術の開発に関する研究】

高効率かつ高速なカンゾウ収穫機を目的に、本年度は地下部の処理方法を検討し、振動型サブソイラを応用した処理装置（特願 2013-250776）とディスク型処理装置の 2 種を考案した。前者は収穫の作業が低速であるものの、小型トラクターに装着可能で比較的小規模栽培に向き、後者は大規模栽培向きであると思われた。

ウラルカンゾウをモデルとした栽培適地マップ作成を目的にハイサーグラフによる気象学的栽培環境の評価手法を用いてカンゾウの自生地である内モンゴルと比較すると、北海道の気候は共通点があり、特に美幌や芽室は類似性が高かった。

ムラサキ、土壌水分ポテンシャルを -80 kPa~20 kPa に制御すると、生育および色素含量の低下が回避できることが明らかとなった。また、この結果の応用として、ビニルマルチまたはリビングマルチの被覆栽培を行うと収量または色素含量が向上した。

ナイモウオウギは、地上部生育のピークは 10 月となり、北海道名寄市の圃場栽培では 1 年生根の乾物収量が 135~223kg /10a とキバナオウギの 1.39~1.55 倍の収量となること、生育初期の少雨および高温は吸水障害をまねき減収要因となりうることが判明した。

サジオモダカは、短日条件と温暖な気候は抽苔を抑制する効果が認められ、抽苔しない個体が多く得られ、乾燥塊茎重は 20g から 50g を超えた。栽培試験を実施した西表島地域はサジオモダカの栽培適地の可能性が示

唆された。

メハジキは、直播栽培では 10a 当たり基肥は N 4kg、P₂O₅ 8kg、K₂O 4kg、1 年生夏期追肥 N 4kg、P₂O₅ 4kg、K₂O 4kg、2 年生春期追肥 N 4kg、P₂O₅ 8kg、K₂O 4kg 程度が適正施肥量と考えられた。秋移植栽培における播種は 6 月下旬に行うと 7、8 月播種に比べて、収量が高くなることが明らかになった。

トウキのペーパーポット育苗栽培法は、慣行栽培法と比較して作業時間が短縮され、定植から収穫時までの生存株率が高い傾向にあった。同法は収量の点で課題が残るものの定植作業の省力化を可能にすると判断した。

トリフルラリン乳剤を用いたカノコソウ栽培は、一年生雑草に除草効果があり、薬害は認められず、根茎乾燥品の薬剤残留値は野菜類の残留値基準よりも十分低い値であり実用上問題ないことが示された。これらの結果により平成 26 年 4 月からトリフルラリンはカノコソウへ適用拡大される見込みである。

ペンディメタリン乳剤を用いたウラルカンゾウの栽培では、1 年生株における同薬剤の薬害は認められず、その残留値は野菜類の基準値以下であった。

ウラルカンゾウの重篤な根腐れ症状は、果樹類や畑作物類に発生する紫紋羽病の特徴と類似していたことから、この症状は、*Helicobasidium monpa* が引き起こす紫紋羽病であると思われた。

薬用植物の種子の発芽に適した温度は、ザクロでは 25~30℃、ウツボグサでは 20~25℃、ホソバタイセイでは 15~20℃、オクラでは 25~30℃、コウヤカミツレでは 15~20℃、ヒナタイノコズチでは 20~25℃、トウイノコズチでは 20~25℃であると考えられた。サンシュユの発芽には低温湿潤処理の効果があることが明らかになった。

保存 1~2 年目の発根率を調査した結果、ダイオウ種子の発根率の低下は小さかったが、ハトムギではやや減少率が大きかった。ハナトリカブトの効率的増殖法を検討した結果、稲わら、シルバーマルチの生育、収量には効果が認められず、裸地栽培で収量が高

かった。

薬用植物資源研究センター筑波研究部保有のアカジャオウより、増殖能の高い培養植物体3クローンの育成と、継代培養方法を確立した。さらに、北海道研究部保有のダイオウ種子を材料に、増殖能の高い培養植物体1クローンの育成と、継代培養方法を確立した。

生試料中で非常に不安定な成分が多く、実際漢方処方にて使用される場合は煎じている間に変化するものと考えられる。しかし散剤のように粉末として服用する剤型の場合、それら不安定成分の人体への影響は無視できないといえる。今回のデータは漢方処方に用いられる重要生薬であるオウギの加工調整法に対して重要な基礎データを与えることになり、今後生試料中に含まれていた成分の生物活性データが収集されることにより漢方処方の薬効と成分の関係が明らかになることが期待される。

【3. 薬用植物の国内栽培推進に向けた基盤構築に関する研究】

薬用植物の国内栽培の普及を促進するためには都道府県の行政および公的研究機関の連携基盤の構築が必要である。本年度開催した検討会では、各地の薬用植物の栽培状況、栽培上の問題点などの情報交換を行い、登録農薬の拡大、トウキ、シャクヤク等の現状に即した栽培技術開発等要望、提案が多くあった。

北海道の特色ある資源としての生産振興に向けて、①情報交換の場づくり、②使用できる農薬の適用拡大、③農作業の機械化、④栽培技術体系の確立、⑤技術者の育成・確保、⑥薬用作物を地域資源に活用した取組といった展開が必要である。

秋田県におけるカンゾウの試験栽培は、生育、収穫指数およびグリチルリチン酸含量ともに名寄市の成績よりも優れていた。さらにウラルカンゾウの生育には長日条件が好適と思われた。

長野県におけるセンブリの栽培試験では、採種性は品種間差が認められ、「みまき1号」>「みまき2号」>「みまき3号」の順位であ

った。

富山県におけるペーパーポットを用いたトウキ育苗法は、発芽後には防虫ネットの被覆が必要であること、8月播種で追肥は行わないと、翌年の定植時には目的の太さに生育しないものの、総合的な収量では従来法での苗を上回ったことから、有用な育苗法として期待できると思われた。

愛媛県における薬用植物の栽培適を検討した結果、特に、ウラルカンゾウでは、生育は旺盛で、グリチルリチン酸含有量も一定量が保たれていることから、新規導入品目として有望と考えられた。

薬用植物における農薬の作物残留試験の考え方を検討の結果、薬用植物（生薬）の1日当たりの摂取量が試算でき、それが食品の摂取量と比べて、非常に少ないことが確認された。考え方の一例として、専ら医薬品たる薬用植物を薬用部位毎にまとめ、その部位別に一律に目途となる残留農薬の上限を、食品衛生法で定める、同様な部位を食用とする食品の残留基準値とする等についての検討を行うこととなった。

薬用植物の種苗生産に関し、特に奈良県において国産化が期待される植物種を検討した。需要が高く経済性に優れた品目は、カノコソウ、センブリ、チクセツニンジン、トウキが有力な候補として考えられた。トウキの育苗法の検討では、抽苔しにくい優良な種苗として富貴系統と前忠系統を見出し、育苗の温度条件として、最低気温が0℃近くても、平均気温を10℃前後、最高気温を30℃前後にすることがよいと思われた。育苗期間4カ月の苗を用いた栽培法では、1年間育苗した苗と区比べ、収量にも有意差は認められなかった。また品質評価の結果、4ヶ月育苗の収穫物は、日局基準を満たしていた。

奈良県葛城山のセンブリの自生地調査では、山頂付近の西日が当たる斜面に群生することが明らかになった。またタチバナ保存系統のDNA塩基配列情報を用いた系統比較は、葉緑体DNAの *trnL-trnF* 領域および核DNAのITS領域が塩基の差異が多く、系統の識別に有効であると思われた。