

201407025A

平成26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26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27(2015)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」
(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：201407025A

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 26 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 6 月 21 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. 薬用植物の新品種育成と普及に関する研究 19
林 茂樹、菱田 敦之、飯田 修、山口 真輝、菊池 健太郎、柴田 敏郎
2. ーウラルカンゾウのグリチルリチン酸高含量系統の品種出願および
無機成分の吸収特性評価ー 25
林 茂樹、菱田 敦之、柴田 敏郎
3. ーシャクヤク新品種「べにしずか」の現地審査対応および秩父市における
試験栽培についてー 33
林 茂樹、菱田 敦之、柴田 敏郎
4. ーハトムギ新品種「はとろまん」の普及に関する研究ー 41
飯田 修、林 茂樹
5. ー北海道におけるハトムギ「北のはと」の普及と振興ー 47
菱田 敦之、山口 真輝、菊池 健太郎、林 茂樹
6. ーハトムギ「北のはと」の栽培と施肥方法に関する研究 ー 51
山口 真輝、菱田 敦之、林 茂樹
7. 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
ー稀少創薬資源植物のウコンイソマツとオケラの資源量推定研究ー 65
杉村 康司、渕野 裕之、河野 徳昭、寺田 仁志
8. ー沖縄県久高島におけるウコンイソマツと創薬資源植物の生態的分布特性研究ー 81
寺田 仁志、杉村 康司
9. ー北海道におけるニガキの資源量とその品質についてー 93
林 茂樹、南野 一博、菱田 敦之、杉村 康司
10. ー北海道に自生するトウキ類植物の資源量およびその特性ー 99
林 茂樹、堀田 清、菱田 敦之、杉村 康司
11. 薬用植物品種の遺伝子識別に関する研究 107
河野 徳昭
12. 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
ー栽培に適した環境条件の調査に関する研究ー 115
井上 聡、村上 則幸、林 茂樹、菱田 敦之
13. ー根茎を利用する薬用植物の機械収穫方法の開発ー 121
村上 則幸、林 茂樹、菱田 敦之、井上 聡
14. 薬用植物の国内栽培化に関する研究 125
熊谷 健夫、林 茂樹、福田 達男、菱田 敦之、渡辺 信、河野 徳昭
15. 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 131
林 茂樹、菱田 敦之、熊谷 健夫
16. ー西表島におけるサジオモダカの実証栽培について II ー 137
熊谷 健夫、福田 達男、渡辺 信、河野 徳昭
17. ーメハジキの栽培法に関する研究ー 143
熊谷 健夫
18. ー薬用植物のペーパーポット育苗栽培法の開発に関する研究ー 149
菊池 健太郎、菱田 敦之、熊谷 健夫

19.	農薬の適正使用に関する研究	157
	菱田 敦之	
20.	－ 薬用植物の病虫害に関する研究 －	163
	菊池 健太郎、佐藤 豊三、菱田 敦之	
21.	種子の保存と発芽に関する研究	
	－薬用植物の発芽および効率的増殖法に関する研究－	169
	熊谷 健夫	
22.	種苗の効率的増殖法および保存に関する研究	185
	吉松 嘉代、飯田 修	
23.	生薬、薬用植物の品質評価に関する研究	
	－ボウフウの栽培年数・産地・調製法が成分に与える影響に関する研究－	195
	瀧野 裕之、松尾 明香	
24.	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	207
	川原 信夫、山根 敏史、池田 信、佐藤 元紀、横井 直人、由井 秀紀、田村 隆幸、白石 豊、 矢作 均、長友 秀昌、井上 聡、村上 則幸、高橋 英樹、柴田 敏郎、飯田 修、菱田 敦之、 林 茂樹、山口 真輝、菊池 健太郎	
25.	－北海道における薬用作物の生産拡大に向けた検討－	219
	山根 敏史、池田 信、佐藤 元紀、川原 信夫	
26.	－秋田県におけるウラルカンゾウ栽培に関する研究－	223
	横井 直人、川原 信夫	
27.	－長野県におけるオタネニンジンノ採種・育苗に関する調査－	227
	由井 秀紀、柳沢 一馬、袖山 栄次、川原 信夫	
28.	－富山県における薬用作物の栽培振興に関する検討－	233
	田村 隆幸、川原 信夫	
29.	－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－	241
	白石 豊、川原 信夫	
30.	－北海道留萌地域における薬用植物栽培可能性に関する研究－	249
	堤 一隆、海野 聡、高橋 英樹、片山 正寿、川原 信夫	
31.	－北海道陸別町におけるムラサキ、キキョウ及びキバナオウギの試験栽培－	257
	請川 義浩、木原 佑輔、平等 志成、川原 信夫	
32.	－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－	261
	川原 信夫、松田 りえ子、石井 里枝、福田 達男、中村 幸二、酒井 英二、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	
33.	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	
	－奈良県における薬用植物種苗生産に関する研究－	267
	浅尾 浩史、米田 健一、東井 慈子、伊藤 美千穂	
34.	－薬用植物の活用のための基礎的研究－	289
	植山 高光、大住 優子、吉川 正人、松本 卓也、桑田 幸恵、伊藤 美千穂	
35.	－西南暖地「四国・徳島」における薬用植物栽培と系統農協における 薬草産地育成・事業化に向けて－	309
	田中 耕治、高木 一文、竹治 孝義、徳島県薬草協会、伊藤 美千穂	
36.	－ヒロハセネガの増殖試験栽培－	345
	勝部 隆司、伊藤 美千穂	
37.	－センブリ、ヒロハセネガの種子発芽に関する研究－	351
	桑田 幸恵、伊藤 美千穂	
38.	－薬用植物の種子発芽に関する学術文献の調査研究－	357
	桑田 幸恵、伊藤 美千穂	
III.	研究成果の刊行に関する一覧表	379

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 研究サブリーダー

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

グリチルリチン酸含量に着目してウラルカンゾウの品種育成を進め特性分類調査に基づき系統 No.10 を品種名‘厚労 Glu-0010’として品種登録出願した（第 29311 号）。また、現在品種審査中のシャクヤク新品種‘べにしずか’は現地種苗審査が実施され当該品種を含む 5 品種 34 形質の特性分類調査を実施した。さらに、シャクヤク‘べにしずか’と在来系統のアントシアニン類生合成酵素遺伝子群の多型を見いだして PCR-RFLP 法による品種識別法を開発した。

これまでに医薬基盤研究所で育成された品種の普及および試験栽培では、ハトムギ‘北のはと’は葉枯病の防除としてチウラム・チオファネートメチル水和剤による種子消毒を生産地に指導し、過去最高の生産量（28,770kg）となった。また同品種の追肥量は、成分量として分けつ期（6 月下旬）に加里 10kg/10 a、出穂期（7 月下旬）に窒素 5kg/10 が適当であると判断した。この他に、ハトムギ新品種‘はとろまん’は、茨城県常陸大宮市および富山県小矢部市等で試験栽培を実施した。

稀少創薬資源植物として国内の薬用植物の資源量を調査した結果、福岡県北部地域におけるオケラの資源量調査は、自生株が極めて稀少であることが判明し、ウコンイソマツは自生地の中で久高島と伊是名島が他の地域に比べて極めて資源量が多いことが明らかとなった。北海道美唄市におけるニガキの調査では日当たりが良い林道沿いに高頻度で分布し、十勝地方にけるトウキ類の資源量調査は、調査地 5 箇所（調査面積 1,272 m²）において 8,520 個体自生すると推定した。

2. 薬用植物・生薬の新規生産技術の開発に関する研究

カンゾウ収穫機の開発を行いカンゾウ根茎部の処理はこの処理法および機構がトラクタ後方の装着ではなく、前装とすることが合理的であると判断して同処理法および機構の特許出願を行った（特願 2014-246362 号）。栽培に適した環境条件の調査では、ウラルカンゾウについて北海道 6 地域、道外 2 地域の調査地において 2 年生株の調査結果から道内日本海側、その他地域の 2 区分で、ウラルカンゾウの根重など各部位の乾物重推定式モデルを得た。

薬用植物の国内栽培化を目的に栽培指針作成に必要な栽培試験を実施し、北海道名寄市におけるナイモウオウギの栽培は、キバナオウギと比較して栽培適性が示され、サジオモダカは西表島における栽培試験の結果から短日条件である秋から冬にかけて水田にて栽培が可能であることが示された。メハジキの秋移植栽培は、40 日程度育苗した後、ビニールポットに移植し圃場に定植すると面積当たりの収量が高く、トウキのペーパーポット育苗栽培法に用いる培養土の組成は、黒土：ピートモス：パーライト（1：1：1）が適当であると判断した。さらに 9 種の薬用植物の種子の保存と発芽条件を検討し、クララは種子表面に傷を付けると発芽促進されることが明らかになった。

茎葉処理型除草剤クレトジム乳剤を用いたカノコソウ栽培は一年生イネ科雑草に除草効果

があり、薬害および根茎乾燥品の薬剤の残留が認められず、実用性が高いと判断した。さらに土壌処理型除草剤ペンディメタリン乳剤およびクレトジム乳剤を用いたウラルカンゾウの栽培では、2 年生株における同薬剤の薬害は認められなかった。またシャクヤクの病害を調査した結果、病原を分離しシャクヤクさび病およびシャクヤク立枯病と診断した。

種苗の効率的増殖法の開発を目的に、種子から組織培養による増殖能が高い 2 種のイトヒメハギシュート培養系の確立に成功した。本シュート培養は、直接土壌への移植、苗育成が可能であり、イトヒメハギの種苗として有望であった。

生薬、薬用植物の品質評価技術の開発を行った。ボウフウの成分において主成分である 4'-*O*-Glucosyl-5-*O*-methylvisamminol 含量は栽培品がやや高い傾向にあり、クロモン化合物である hamaudol およびその類縁体は野生品の方がやや高い傾向があった。

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推進に向けた基盤構築を目指し、北海道、秋田県、長野県、富山県、愛媛県の行政および公的研究機関職員と検討会を開催して課題の抽出を行った。薬用植物の国内生産は限られた地域ではあるが栽培面積が増加傾向にあり、都道府県および地方自治体では事業を策定して支援や栽培試験、公的研究機関による技術開発が開始されている。国内栽培の課題として、登録農薬が少ないことや、定植や収穫、調製等の作業の機械化が進んでいない等の栽培技術に関する課題、さらに長期的な需給見通しなどの情報が十分に共有されていない等の農業経営に関する課題が提起された。

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検討を行った。トウキ種苗の生産において施設栽培による短期間の育苗は期間や育苗環境が根部重量に影響を与えないことが示され、冬期に最低気温 5℃、平均気温 10℃を維持することで育苗期間は 3 ヶ月で可能と判断した。センブリの発芽条件は低温処理および変温処理により発芽が促進された。

ヤマトトウキの葉に含有されているフロクマリン類はハマボウフウと比較して約半分であることが判明し、ヤマトトウキの葉は、濃縮しない茶、スパイスなどに使用する量であれば問題はないと思われた。タチバナについて DNA 塩基配列情報に基づく系統間比較を実施した結果 ITS 領域では交雑が多いことが示された。徳島県における栽培試験では中山間地域においては有望品目になり得ることが示され、生産栽培ではリスクもあることから、まず小規模な試験栽培から始めることが必要であると思われた。

漢方製剤等における残留農薬の安全性担保に向けて有識者および業界関係者による検討会を開催した結果、登録農薬の適用拡大に向けた作物残留性試験に用いる残留農薬の上限の値は、それぞれの対象となる食品分類の残留基準とする考えで検討を続けることとなった。

なお本研究で開発した品種、特許出願等の知的財産は、公益財団法人ヒューマンサイエンス振興財団を通じて企業等に技術移転する予定である。

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

渕野 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 研究サプリーダー

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

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

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

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

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

松尾 明香

(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 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

寺田 仁志

鹿児島県立博物館 学芸主事

南野 一博

(地独)北海道立総合研究機構 林業試験場
森林資源部 研究主任

堀田 清

北海道医療大学薬学部 准教授

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

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

佐藤 豊三

(独)農業生物資源研究所遺伝資源
センター 上級研究員

山根 敏史

北海道農政部 生産振興局 農産振興課
主査

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

横井 直人

秋田県農業試験場 野菜・花き部
主任研究員

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 専門幹

袖山 栄次

長野県野菜花き試験場佐久支場 支場長

田村 隆幸

富山県薬用植物指導センター
主任研究員

白石 豊

愛媛県農林水産研究所企画環境部
主任研究員

矢作 均

厚生労働省医政局経済課 課長補佐

長友 秀昌

農林水産省生産局農産部地域作物課
課長補佐

堤 一隆

留萌市役所 地域振興部農林水産課
課長

海野 聡

留萌市役所 地域振興部農林水産課
農政係長

高橋 英樹

北海道農政部 留萌振興局産業振興部
農務課 主任

片山 正寿

北海道農政部 留萌振興局
留萌農業改良普及センター 主査

請川 義浩

陸別町役場 総務課 主任主査

木原 佑輔

陸別町役場 総務課 新事業支援推進員

平等 志成

陸別町役場 総務課 地域活性化推進専門員

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

日本植物防疫協会 技術顧問

酒井 英二

岐阜薬科大学 薬草園研究室 教授

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 技術委員会

不純物試験法部会残留農薬分科会 会長

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

桑田 幸恵

京都大学大学院薬学研究科 特定研究員

浅尾 浩史

奈良県農業研究開発センター

果樹・薬草研究センター 所長

米田 健一

奈良県農業研究開発センター

果樹・薬草研究センター 主任研究員

東井 慈子

奈良県農業研究開発センター

基盤技術科 主任主事

植山 高光

奈良県薬事研究センター 所長

大住 優子

奈良県薬事研究センター 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

松本 卓也

奈良県薬事研究センター 主任研究員

田中 耕治

全国農業協同組合連合会徳島県本部

園芸部直販・戦略課

高木 一文

徳島県農林水産総合支援センター

農産園芸研究課 上席研究員

勝部 隆司

(有)グリーンサポート斐川 取締役

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 24 年度の漢方製剤の生産金額は 1,410 億円、前年度に比べ 6.8%増加している。一方、国内で消費される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ている。このような背景から、薬用植物の国内栽培の再開が期待されている。しかしながら、日本の薬用植物の栽培面積は 1988 年に 3,916 ha であったが、バブル経済の崩壊に伴い漢方製剤の国内需要が急激に減少し、栽培面積も 2009 年には 1,839 ha に半減した。この間、在来種苗が失われ、地域の指導や技術者の育成が途絶えた。また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。

研究代表者らは、平成 22 年度から平成 24 年の 3 年計画で行った「優良形質を持った薬用植物新品種の育成及びそれら種苗の安定供給体制構築のための保存、増殖に関する基盤的研究」において、育成したシャクヤク 1 品種およびハトムギ 2 品種の試験栽培および生産栽培を開始し、さらにグリチルリチン酸高含量カンゾウ 2 系統の選抜に成功した。

本研究は、薬用植物の国内栽培の基盤的技術を整備するために、上記の研究をもと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さらに進め、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平成 26 年度の研究では、主として次の研究を行った。

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：カンゾウ育成系統の品種出願、育成品種の種苗供給および栽培指導を行った。

2. 薬用植物・生薬の新規生産技術の開発に関する研究：カンゾウの収穫機の試作、栽培指

針作成に向けたナイモウオウギ等の試験栽培、イトヒメハギ等の効率的な種苗増殖法等を実施した。

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:都道府県及び自治体等と連携して栽培課題の調査、農薬の残留基準値の設定方法、種苗生産の拠点確立に関する取り組みを行った。

なお本研究で得られた成果は、企業、行政機関と連携して速やかに実用化、技術移転を行い、新規に開発された薬用植物の品種および特許技術等の知的財産は、公益財団法人ヒューマンサイエンス振興財団を通じて技術移転を行う予定である。

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) ウラルカンゾウの品種育成では、優良種として選抜した系統 No. 10 について農林水産省 特性分類審査基準に準じた形質調査を実施し、さらに各系統の乾燥根における植物体必須元素含量を ICP-発光分光光度法を用いて測定して養分吸収特性を評価した(林、菱田、柴田)。

2) シャクヤク新品種‘べにしずか’(審査中)を含めた 5 品種、34 形質について特性分類調査を実施した。さらに同品種の埼玉県秩父市における試験栽培について栽培 3 年目の根の形質を調査した(林、菱田、柴田)。

3) 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、さらに同品種の原原種種子の生産を目的に茨城県常陸大宮市で委託栽培を行った(飯田、林)。

4) ハトムギ‘北のはと’の生産栽培地である土別市多寄、滝川市および二海郡八雲町の収量を調査し、葉枯病の対策として実施した種子消毒の効果を検証した(菱田、山口、菊池、林)。

5) 北海道上川地方におけるハトムギ‘北のはと’の施肥方法の最適化を目的に基肥に磷酸肥料(3 水準)、分けつ期に窒素肥料(3 水準)、出穂期に窒素肥料(2 水準)を施用した。これ

らの肥料施用を組み合わせた肥料試験を行った(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

1) 天然資源の枯渇が懸念されている薬用植物として南西諸島産ウコンイソマツと九州地方産オケラを選定した。オケラは、熊本県で標本調査、福岡県で資源量調査を行った。ウコンイソマツは、鹿児島県の与論島、沖縄県の本島、久高島、伊是名島で資源量調査を実施した。(杉村、渕野、河野、寺田)。

2) 北海道におけるニガキの分布、資源量およびその品質に関する調査を目的に北海道立総合研究機構林業試験場 美唄市光珠内実験林内でニガキの分布、形質および資源量を調査した(林、南野、菱田)。

3) 北海道に自生するトウキ類の分布と資源量の調査を目的に、十勝地方を中心に狩勝峠、上札内川上流、歴舟川上流、豊似川およびえりも町海岸の 5 箇所(調査面積 1,272 m²)の個体を調査し、各地域のトウキ類の特性分類調査を行った(林、堀田、菱田、杉村)。

1.3 薬用植物品種の遺伝子識別に関する研究

医薬基盤研究所薬用植物資源研究センターにおいて育成されたシャクヤク品種の遺伝子鑑別法の開発を目的に、シャクヤクの花色に関わるアントシアニン類の生合成酵素遺伝子群の遺伝子多型を解析、比較した。(河野)。

【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) 薬用植物の栽培適地を検討するため、北海道内 8 地点および道外 2 地点において、2013 年 6 月に移植したウラルカンゾウのその後の生育調査結果と有効積算気温との関係を解析した(井上、村上、林、菱田)。

2) カンゾウの省力化、機械化栽培技術の開発では、昨年度考案した薬用植物地下茎収穫のための振動サブソイラ型とコールタ型の 2 種類の機械収穫方法の実用化に向けてコールタ

方式については昨年の試験結果に基づき、2 連のディスクにより 1 工程でカンゾウ列両端のストロンの切断が可能な作業機を設計・試作して性能を調査した（村上、井上、林、菱田）。

2.2 薬用植物の国内栽培化に関する研究

生薬、医薬品原料となる薬用植物の栽培指針作成を目的に以下の試験研究を実施した。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（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茎葉処理型除草剤クレトジム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。さらにカンゾウ栽培における土壌処理型除草剤ペンディメタリンおよび茎葉処理型除草剤クレトジムの連用施用試験について、2 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（菱田）。

2) 薬用植物資源研究センター北海道研究部（北海道名寄市）の栽培試験圃場で栽培されているシャクヤク罹病株を材料とし、その病原を分離して同定を試みた（菊池、佐藤、菱田）。

2.4 種子の保存と発芽に関する研究

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、以下の研究を行った。(1) チリメンアカジソ、クララ、コヘンルーダなど 9 種の薬用植物の発芽、子葉展開に及ぼす温度条件の影響を調査した。(2) クララの発芽促進法の検討を行った（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、イトヒメハギについて組織培養系の確立と

増殖法の検討を行った（吉松、飯田）。

2.6 生薬、薬用植物の品質評価に関する研究

薬用植物の品質評価法および調製加工技術を開発する目的で、市販ボウフウより主要成分を分離精製し、それらの成分の市場流通品および、当センター北海道研究部栽培品の含量を比較して、栽培年数が成分含量に与える影響を考察した。（淵野、松尾）。

【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 26 年 7 月 10 日に開催し、北海道、秋田県、長野県、富山県、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、山根、池田、佐藤（元）、横井、由井、田村、白石、矢作、長友、井上、村快、高橋、柴田、飯田、菱田、林、山口、菊池）。

さらに北海道（山根、池田、佐藤（元））、秋田県（佐藤（孝））、長野県（由井、柳沢、袖山）、富山県（田村）および愛媛県（白石）、自治体等として北海道留萌総合振興局・留萌市（堤、海野、高橋、片山）、北海道陸別町（請川、木原、平等）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 26 年度は 2 回に渡り検討会が開催された。第 1 回は平成 26 年 10 月 6 日、第 2 回は平成 26 年 12 月 16 日、いずれも東京で開催された。検討会に参加した委員は、大学、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、酒井、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) ヤマトトウキの育苗の効率化を図るため

ハウスあるいは温室での育苗における定植時の根径とその後の生育や収量に及ぼす影響を調査した（浅尾、米田、東井、伊藤）。

2) 食用として利用されているハマボウフウとヤマトトウキの葉および茎のフロクマリン類含量を測定して食用の適否を検討した。また、タチバナについて、昨年度から引き続いてDNA解析を行い、基原の確認を行った。（桑田、植山、大住、吉川、松本、伊藤）。

3) 徳島県における薬用植物の栽培・事業化を目的に、ミシマサイコ等7品目について採種および増殖試験を行った（田中、高木、竹治、伊藤）。また、ヒロハセネガの増殖試験（勝部、伊藤）、さらにセンブリおよびヒロハセネガの発芽条件を検討するとともに、薬用植物の発芽に関する研究論文の情報収集を行った（桑田、伊藤）。

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、32形質の特性分類調査を実施した結果、系統 No. 10 は草丈がやや高、複葉の長さが短、小葉の数が少、グリチルリチン酸含量が多、である点等で在来品種と区別された。乾燥根の元素組成は系統間で異なり、元素組成を用いたクラスター解析により系統が2グループに分類された。グループAの乾燥根重が30～60g、グループBが10～30gであり、さらに乾燥根重とP、Ca、Mg、Fe、Mn、Zn、Cuの間には有意な負の相関関係が認められた。これらのことから、系統間の必須元素含量の違いは乾燥根重に関連し、その要因の一つが根重の増加に伴う各元素濃度の希釈と推察された。

2) シャクヤク‘べにしずか’および対照4品種について、34形質の特性分類調査を実施した。これらの結果に基づき、農林水産省種苗審査室により現在種苗の審査中である。秩父市における同品種の試験栽培は、3年生株の開花株の割合が28%となり、名寄市の3年生株（5～10%）と比較してやや高い傾向にあった。3

年生株の乾燥根重は390.7g/株であり、名寄市に対して2.8倍の値であった。

3) ハトムギ‘はとろまん’の普及を目的とした試験栽培では、原原種種子の生産を行った常陸大宮市における10a当たり果実収量は、263.0kgと高かった。小矢部市では133.7kg/10a、秩父市が53.7kg/10aであった。

4) 平成26年度のハトムギ‘北のはと’の生産は、北海道士別市多寄、滝川市および八雲町の3箇所で開催され、収穫面積の合計が1,585a、生産量（規格品）の合計が34,857kgであった。八雲町では、葉枯病の防除を目的にチウラム・チオファネートメチル水和剤による種子消毒を実施した結果、地域の生産量が28,770kgであり過去最高の生産量となった。北海道研究部の栽培では、同様に種子消毒を行うことで葉枯病の発生は認められず、収穫まで茎葉は健全な状態で生育して、50.7～110.5kg/10aの平年並みの収量であった。

5) 北海道上川地方におけるハトムギ‘北のはと’の施肥方法を検討した結果、果実の収量は基肥および追肥の施用効果が認められなかった。一方、果実の形質は、基肥の磷酸施用量が多いほど種子の大きさは有意に小さくなり、分けつ期の窒素施用量が少ないほど果実の容積重および100粒重が有意に大きくなった。出穂期の窒素施肥は登熟を早める傾向が認められた。

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) 福岡県の北部地域で行ったオケラの資源量調査において、合計140㎡の分布面積に64個体の自生株を確認した。南西諸島におけるウコンイソマツの資源量は、与論島6地点、沖縄本島9地点、久高島8地点、伊是名島7地点、計4島30地点で調査を行い、分布面積の総計を2,171㎡、自生株の総計を17,215個体と推定した。ウコンイソマツの自生地の中で久高島と伊是名島は他の地域に比べて極めて資源量が多かった。

2) 北海道美唄市におけるニガキの資源量調査では、調査区4haで計70本のニガキが確認され、樹高は2.0～15.2m、平均値が4.8m、

胸高直径は 0.9～26.0 cm、平均値が 5.1 cm であった。4ha 当たりの資源量が 992 kg と算出した。

3) 北海道十勝地方におけるトウキ類の各調査地点の資源量（個体数）は、狩勝峠 1,967 個体、上札内川上流 4,400 個体、歴舟川上流 1,423 個体、豊似川 450 個体、えりも町海岸 280 個体となり、総計 8,520 個体と推定された。

1.3 薬用植物品種の遺伝子識別に関する研究

既知のシャクヤク CHS 遺伝子の塩基配列をもとに設計したプライマーを用い、各試料のゲノム DNA を鋳型として PCR を行ったところ、単一バンドの CHS ゲノム DNA (CHSg) の増幅産物が得られた。次に PCR 産物の品種間の比較を行った結果、DFR 遺伝子ゲノム DNA の Exon2-Exon4 領域に品種間の識別に利用可能な遺伝子多型が見いだされた。これらの情報を基に PCR-RFLP 法の適用を検討し、今回供試したシャクヤク 4 種のそれぞれの識別が可能であることが示された。

【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

1) ウラルカンゾウの栽培適地マップ作成に関する研究では、2013 年および 2014 年の北海道内栽培地点の有効積算気温と各部乾物重の関係は特段の関係が得られなかった。しかし、北海道日本海側の地点とその他の地点とを別々に検討すると、根乾物重、全地下部乾物重、全乾物重のいずれについても、有効積算気温との線形関係が得られた。さらに北海道外の栽培地点である秋田、愛媛をその他地点に加えたところ、ほとんど同じ線形関係が得られた。

2) カンゾウ収穫機の開発では、試作機による性能試験を実施した結果、特に土壌硬度が高い圃場では切断深は 20-30cm で、目標の 30cm の切断深には到達しなかった。次に、装置に追加の荷重を行うと目的とする 30cm 以上の深さを確保できた。小規模、中・小型トラクタに適した収穫機の構成を検討した。 昨年の試験結果から、振動サブソイラ (N 社製) の 2 連タイ

プをベースに後方にバレイショのディガーをベースにした堀取り部を接続する。最大作業切断深さは 45cm、作業速度は、0.15～0.20m/s 程度である。

2.2 薬用植物の国内栽培化に関する研究

1) 北海道名寄市におけるナイモウオウギの栽培ではキバナオウギのそれと比較すると、1 年生根の形質はいずれの年次もナイモウオウギの主根長が長く、分枝根が少なかった。ナイモウオウギの乾燥根重はキバナオウギよりも高く、3 年目の生存株数も多いことから、ナイモウオウギは当市を含む冷涼な地域において栽培適性が高いと思われた。さらに 1 年生の乾燥根重と有効積算気温との間に線形の関係が認められた。

2) サジオモダカの栽培試験では、播種時期が夏季の高温と高い水温にかかわらず良好に発芽し、その後も順調に生育し定植苗を得ることができた。西表島における栽培試験は短日条件のため、抽苔が認められなかった。本年度、台風の時期を避けることができたことから肥大した塊茎を得ることができた。

3) メハジキの秋移植栽培の移植方法の違いが生育・収量に及ぼす影響について検討した。秋移植栽培の試験区の 1 株当たりの地上部重は 235～252g であった。秋移植栽培の翌年 4 月に調査した活着率がポット移植区で高く、秋移植栽培では、40 日程度育苗した後、ビニールポットに移植して圃場に定植すると面積当たりの収量が高くなることが明らかになった。

4) トウキのペーパーポット（紙筒）育苗栽培法に用いる培養土の組成を検討した。紙筒苗 No. 4 の葉数は 4.0 ± 0.8 枚、地上部乾燥重量は 17.43 ± 2.82 mg となり、他の配合と比較して地上部の生育量が多い傾向にあった。また、定植後の 7 月 31 日の紙筒苗 No. 4 の生育指数は 144.8 ± 12.2 で、慣行苗の生育指数と比較して低い値を示したものの、慣行苗小および他の配合区よりも高い傾向にあった。

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茎葉処理型除草剤クレトジム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、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なかった。

土壌処理型ペンディメタリン乳剤および茎葉処理型除草剤クレトジムを用いたウラルカンゾウの栽培では、2年生株における各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。

2) シャクヤクにおいて葉が枯れ上がる症状および株が枯死する症状が確認された。葉が枯れ上がる症状は葉表面に褐色～紫褐色の汚斑が生じ、裏面に冬孢子堆および夏孢子堆が形成されていた。病徴および冬孢子・夏孢子の形態から *Cronartium flaccidum* (Albertini et Schweinitz) Winter によるシャクヤクさび病と診断した。さらに株が枯死する症状は罹病植物体上の小型菌核から分離した菌株の形態的特徴と rDNA-ITS 領域の解析結果から *Botrytis paeoniae* Oudemans と同定し、シャクヤク立枯病と診断した。

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、チリメンアカジソでは 20～25℃、クララでは 20～25℃、コヘンルーダでは 15～25℃、ウイキョウでは 15～25℃、トウネズミモチでは 15～20℃、カリンでは 15～20℃、アマウイキョウでは 20～25℃、ウシノシタクサ 20～30℃であると考えられた。

2) クララの発芽促進法を検討した結果、精米機を用いた種子の表面に傷を付ける処理をした区で発芽率が高くなった。

2.5 種苗の効率的増殖法および保存に関する研究

イトヒメハギの組織培養系は、ショ糖 1%、インドール酪酸 0.1 mg/L、ベンジルアデニン 0.1 mg/L 添加、主要無機塩類が 1/2 濃度の Murashige and Skoog 固形培地 (1%寒天) で培養することで、シュートの効率的増殖と長期の継代培養が可能なシュート培養系を確立した。本シュートは発根が認められなかったが、本シ

ュートを直接土壌に移植して非閉鎖温室内で栽培したところ、発根と正常な生育が認められた。

2.6 生薬、薬用植物の品質評価に関する研究

市販のボウフウからは 4'-*O*-Glucosyl-5-*O*-methylvisamminol (GMV) の他、Ledebouriellol、Cimifugin、Prim-*O*-glucosylcimifugin、Deltol、Vanillic acid、Hamaudol、3'-*O*-Acetylhamaudol、3'-*O*-Angeloylhamaudol、3'-*O*-glucosylhamaudol が単離された。ボウフウの成分において主成分である GMV 含量は栽培品がやや高い傾向にあった。またクロモン化合物である hamaudol およびその類縁体は野生品の方がやや高い傾向があった。1年生と2年生の比較においては hamaudol 類や rim-*O*-glucosylcimifugin は1年生の含量が高い傾向にあった。

【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) 薬用植物の国内栽培の普及促進を目指し、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に、北海道、秋田県、長野県、富山県および愛媛県の担当者と日本における薬用植物の普及課題を検討した。従前の産地である北海道および富山県では、生産者数および栽培面積が減少もしくは横ばい傾向から、最近増加傾向に転じていることが明らかになった。県内の再興・新興を目指す秋田県、長野県および愛媛県では、県や市町村による薬用植物に関する事業が策定され、多くの品目について種苗の増殖、栽培試験が開始されている。全国的に見ると気候、風土が異なることから一概には断定できないが、センキュウ、シャクヤクおよびミシマサイコの栽培が増加傾向にあり、一方、トウキでは横ばいもしくはやや減少傾向にあると推察した。

国内栽培の課題として、登録農薬が少ないことや、定植や収穫、調製等の作業の機械化が進んでいない等の栽培技術に関する課題、さらに長期的な需給見通しなどの情報が十分に共有

されていない等の農業経営に関する課題が提起された。登録農薬の整備については、最近、北海道を中心に薬用植物における登録農薬の適用拡大事業が進められているが、センキュウに適用拡大された除草剤が実際の栽培現場で作業工程の兼ね合いで使用が困難な結果となっている。従って、薬剤の選定や使用方法は、薬用植物の作型や作業工程を十分考慮して選定する必要があると思われる。

各機関の報告は次の通り。

北海道：北海道内において、薬用作物の生産拡大に多方面から期待が寄せられているが、生産拡大に当たっては諸課題があり、様々な分野で課題解決に向けた取組が進められているものの、情報の集約と関係者間での共有が十分に行われていない。このため「北海道薬用作物生産拡大検討会」を設置し、現状やこれまでの取組についての情報を共有するとともに、栽培導入マニュアルの作成に向けて、実需者、農業団体、研究機関、学識経験者等から意見聴取を行った

網走地域で実施したセンキュウの栽培試験では、栽植密度として株間 28cm、施肥方法として春に硝カルを施用する方法に効果があると考えられた。

秋田県：ウラルカンゾウの栽培特性の把握を目的に、露地据え置き栽培 2 年目における生育経過及び収量関連形質の調査を行った。生育は地上部、地下部とも概ね順調で、本県においてもウラルカンゾウの栽培は可能と推測されたが、グリチルリチン酸含量については日本薬局方の基準値を下回った。また、採種技術の確立を目的に、施設栽培において日長時間の違いが開花や生育に及ぼす影響を調査した。開花については、すべての条件で確認できなかったが、日長時間が長いほど生育量が大きい傾向であった。

長野県：長野県小諸市におけるオタネニンジン栽培、特に採種および催芽処理法を調査した。5 年生株から 7 月下旬～8 月上旬に採種し、果肉を落とした種子を川砂と混合して催芽処理を行ったものを、11 月下旬～12 月中旬に播種する。

富山県：県内においてシャクヤクの栽培が拡

大していることから栽培等の課題解決を目的に富山県農林水産部と厚生部が連携し、富山県薬用作物生産協議会への支援、シャクヤクの省力多収技術の確立並びに富山県薬用作物実用化研究会における生産、流通、関連商品の開発及び医療への活用等に関する検討を実施した。

愛媛県：薬用植物の省力化栽培法の開発および栽培適性を試験した。ミシマサイコの発芽促進では、前処理に吸水させた種子を 5℃湿潤条件で 8 週間低温処理すると短期間に一斉発芽して発芽率も向上した。白黒マルチおよび黒マルチ栽培は、抑草効果のほかに生育促進効果が顕著に認められ、根部の生育は良好であった。さらにカンゾウの適地判定試験では、愛媛県で栽培されたウラルカンゾウを北海道名寄市産のものと比較すると、定植 2 年生株の根の乾物重は 2 倍以上となり、グリチルリチン酸含量も（愛媛：1.90%、名寄：1.67%）上回る結果となった。

北海道留萌市：薬用植物の栽培実績がない北海道留萌管内において、地域の気象や土壌等の条件への適合性把握のためカンゾウ、キキョウ、シャクヤク、ホソバオケラおよびハマボウフウの試験栽培を実施し、カンゾウ等について栽培 1 年目の収穫調査を実施した。定植後の少雨乾燥の影響もあり、同一地域・品種でも生育に差が見られる結果となった。

北海道陸別町：陸別町の気候風土に適合した薬用植物を選定し、薬用植物栽培による地域活性化を図ることを目的として、ムラサキ、キキョウおよびキバナオウギの試験栽培を行った。1 年目の薬用植物の生育状況調査と収穫調査では、ムラサキとキキョウの草丈は生育のバラツキが大きく、キバナオウギは全体的に生育が良好であった。生存率は、ムラサキが 81 %でキキョウは 55 %であった。

2) 残留農薬に関する検討会の本年度の目的は、医薬品は食品衛生法の対象外であることから、登録農薬の適用拡大申請試験のうち作物残留性試験を行う場合の、用途となる残留農薬の上限の考え方をまとめることとした。複数の案を検討した結果、第 6 案（専ら医薬品たる薬用植物を、食品分類表の 11 の分類（その他の「穀物、豆類、いも類、きのこ類、野菜、かん

きつ類果実、果実、オイルシード、ナッツ類、スパイス、ハーブ」) に当て込み、登録農薬の適用拡大に向けた作物残留性試験に用いる残留農薬の上限の値については、それぞれの対象となる食品分類の残留基準とする。) について継続検討することとなった。

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

1) ペーパーポットで育苗した 1/4 播種温室 PP 区と 1/21 播種温室 PP 区の定植時の根径は 2mm 前後と他の試験区と比較して小さかったが、定植後の生育(草丈、株幅)や根部重量(収量)は他の試験区と比較して差異は無かった。

2) ハマボウフウの葉および茎のフロクマリン類の含量は、ヤマトウキのそれよりも 2 倍近い量であった。タチバナの ITS 領域について系統間を比較した結果、系統間で配列が異なっていた。

3) ヒロハセネガの増殖では、提供を受けた種子(113 粒)を栽培して 642 粒の種子増殖に成功した。センブリ種子は、低温湿潤処理 1 ヶ月: 25℃/15℃温度区において発芽促進効果が認められた。ヒロハセネガは、いずれの温度区・処理区においても発芽率が低い値であった。関西圏で需要がある薬用植物として、オウレン、オケラ、カノコソウ、カンゾウ、サイコ、シャクヤク、セネガ、センブリ、トウキ、ニンジン、ボウフウ、の 11 種の発芽に関する学術文献を調査した結果、センブリやミシマサイコの種子発芽に関する学術論文は多くあったが、カノコソウ、カンゾウ、ボウフウに関する和文論文は CiNii による検索では一つもみつからなかった。

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

ウラルカンゾウの品種育成では、特性分類調査を実施した結果、系統 No. 10 と既存品種との間に区別性が認められたことから、品種名を「厚労 Glu-0010」として 2014 年 6 月 26 日に

品種登録出願を行った(第 29311 号)。また、根における各必須元素含量が系統間で異なり、その吸収特性は根重と関連していることが示唆された。

シャクヤク新品種「べにしずか」の現地種苗審査に対応し、当該品種を含む 5 品種、34 形質について特性分類調査を実施した。また、秩父市における試験栽培 3 年目の乾燥根重は名寄市の 2.8 倍となる 390.7 g/株、ペオニフロリン含量は JP16 規格(2%)を十分に満たす 4.4%であったことから、秩父市における本品種の栽培適性が高いと判断した。

ハトムギ「はとろまん」の普及を図るため、茨城県常陸大宮市で原原種栽培を、富山県小矢部市と埼玉県秩父市で実証栽培を行った。10a 当たり乾燥果実収量は常陸大宮市では 263.0 kg と高い収量が得られ、100 粒重は果実が 19.336 g、種子が 13.106 g であった。小矢部市における加工調製後の製品果実収量は 133.7 kg/10a、秩父市では 53.7kg/10a と低収量であった。常陸大宮市における高収量の要因は、雑草防除等の肥培管理の徹底や病虫害の発生及び気象災害に遭遇することなく、株や茎の倒伏が全くみられず、種子の充実程度が良好であったためと思われる。

ハトムギ「北のはと」の生産栽培は、八雲町において葉枯病の防除として、チウラム・チオファネートメチル水和剤による種子消毒を実施した結果、病害の発生はほとんど認められず、過去最高の生産量となった。北海道研究部の栽培では、同様に種子消毒を行うことで葉枯病の発生は認められず、収穫まで茎葉は健全な状態で生育して平年並みの収量であった。これらの結果から北海道におけるハトムギ栽培では、葉枯病の防除法としてチウラム・チオファネートメチル水和剤による種子消毒が有効であることが示され、防除を行うことによって安定した収量が確保できると思われた。

北海道上川地方におけるハトムギ「北のはと」の施肥方法は、基肥の磷酸肥料を 10kg/10 a 施用し、分けつ期の窒素肥料の施用を少なくすることで大きく充実した種子が得られると思われた。また、出穂期の窒素施肥には登熟を早める傾向が認められた。本試験および昨年度の

試験結果から、道北における各肥料成分の施用量は基肥が窒素 5kg/10 a、リン酸 10kg/10 a、加里 5kg/10 a、分けつ期（6 月下旬）に加里 10kg/10 a、出穂期（7 月下旬）に窒素 5kg/10 a が適当であると思われた。また、7 月下旬に追肥を行った後、各畦に 15～18cm 程度の土寄せを行うことで、強風や豪雨などの気象災害による植物体の倒伏が回避されることを確認した。

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

福岡県の北部地域で行ったオケラの資源量調査において本地域におけるオケラの自生株は、極めて稀少であるため、今後も自生地を環境を保全していくことが重要であると考えられた。南西諸島におけるウコンイソマツの自生地の中で久高島と伊是名島は他の地域に比べて極めて資源量が多く、特に、伊是名島のウコンイソマツ自生地は、他の地域では見られない特大サイズの個体が多数分布しており、国内最大級のウコンイソマツの群生地であるため、来年度以降も継続して調査研究を行い、ウコンイソマツ大群落の成立機構などを解明し、今後の稀少創薬資源の確保に役立てていくことが重要であると思われた。

北海道美唄市におけるニガキの資源量調査では、日当たりが良い林道沿いにおいてニガキが高頻度で出現し、ha あたりの資源量が約 250kg となることが明らかとなった。

北海道十勝地方を中心に実施した調査地では、調査地 5 箇所（調査面積 1,272m²）においてトウキ類の分布が確認され、その資源量は 8,520 個体と推定された。さらに、各調査地点で確認されたトウキ類の同定を試み、狩勝峠はトウキ類の一種タイプ、上札内川上流はトカチトウキタイプおよびトウキ類の一種タイプ、歴舟川上流はトカチトウキタイプおよびトウキ類の一種タイプ、えりも町海岸ではミヤマトウキタイプが分布することが判明した。

1.3 薬用植物品種の遺伝子識別に関する研究

シャクヤクのアントシアニン類の生合成酵素遺伝子群は DFR 遺伝子ゲノム DNA の Exon2-Exon4 領域に品種間の識別に利用可能

な遺伝子多型が見いだされ、これらの情報を基に PCR-RFLP 法による品種識別法を開発することができた。この方法は、今回供試したシャクヤク 4 種のそれぞれの識別に成功した。本領域はシャクヤク優良品種の遺伝子鑑別に有用な領域であると考えられる。

【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) 薬用植物の栽培適地マップ作成に関する研究では、生育データから、北海道内日本海側、その他地域の 2 区分で、甘草の根重など各部位の乾物重推定式を得た。

2) カンゾウ収穫機の開発では、土壌硬度などにより、切断深さは影響をうけることから、必要切断深さを確保するためには荷重は 500kg 以上必要でありそのためには、トラクタ後方の装着では、3 点リンクに係る作業機の上下動の負荷を考慮すると限界があり、トラクタの前装とすることが、作業機の上下調整や後方への堀取り機の装着を考えると合理的である。今後は、実用性の高いコールタの試作を進め、北海道向け実用機を完成させる。さらに、本州向け作業機についても検討を進める。

2.2 薬用植物の国内栽培化に関する研究

北海道名寄市におけるナイモウオウギの栽培は、乾燥根重および生存率の面からキバナオウギと比較して当地域における栽培適性が高いと判断した。また、乾燥根重の年次変動性は有効積算気温により説明された。

サジオモダカは夏季の高温下でも播種・育苗が可能で、栽培を短日条件である秋から冬にかけて温暖な地域であれば水田での栽培も可能であることが示唆された。

メハジキの秋移植栽培は活着率が移植法により差があり、40 日程度育苗した後、ビニールポットに移植し圃場に定植すると面積当たりの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（紙筒）育苗栽培法に用いる培養土の組成を検討した。その結果、黒土：ピートモス：パーライト（1：1：1）で

栽培した種苗は地上部の生育が旺盛で、極度に細根が多い形状を呈する種苗はみられなかった。以上のことから、黒土：ピートモス：パーライト（1：1：1）が紙筒育苗栽培法の育苗土として有効であることが示唆された。

2.3 農薬の適正使用に関する研究

茎葉処理型除草剤クレトジム乳剤を用いたカノコソウ栽培は、スズメノカタビラ、イヌビエ等の一年生イネ科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なかった。これらの結果に基づき、平成 27 年 5 月以降から同薬剤はカノコソウへ適用拡大される見込みである。

土壌処理型除草剤ペンディメタリン乳剤および茎葉処理型除草剤クレトジム乳剤を用いたウラルカンゾウの栽培では、2 年生株における同薬剤の薬害は認められず、その残留値は前者が野菜類の基準値以下、後者が検出下限値（0.01ppm）未満であった。ウラルカンゾウは、栽培期間が 2～3 年とされることから、次年度 3 年生株について農薬の連用試験を行う予定である。

シャクヤクに生じた葉が枯れ上がる症状および株が枯死する症状を呈する罹病植物の病徴および分離菌株の特徴を調査した結果、それぞれシャクヤクさび病およびシャクヤク立枯病と診断した。今後、分離菌株などを用いた宿主植物への接種試験を行う予定である。

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、ウシノシタクサは比較的高く 20～30℃であった。チリメンアカジソ、クララおよびアマウイキョウは 20～25℃、コヘンルーダおよびウイキョウでは 15～25℃、ムラサキウイキョウ、トウネズミモチおよびカリンは比較的低く 15～20℃であると考えられた。クララは種子表面に傷を付けると発芽促進され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

種子を材料に、組織培養による増殖能が高い

2 種のイトヒメハギシュート培養系（Pt1、Pt3）の確立に成功した。本シュート培養は、直接土壌への移植、苗育成が可能であり、イトヒメハギ国内栽培化のための種苗として有望である。

2.6 生薬、薬用植物の品質評価に関する研究

ボウフウの成分において主成分である 4'-*O*-Glucosyl-5-*O*-methylvisaminol 含量は栽培品がやや高い傾向にあった。またクロモン化合物である hamaudol およびその類縁体は野生品の方がやや高い傾向があった。1 年生と 2 年生の比較においては hamaudol 類や rim-*O*-glucosylcimifugin は 1 年生の含量が高い傾向にあった。

【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) 薬用植物の国内生産は限られた地域ではあるが栽培面積が増加傾向にあり、都道府県では支援事業を策定して産地支援を行うとともに、公的研究機関による省力化等栽培技術の開発を行っている。さらに地方自治体単位でも事業を独自に策定して栽培試験を開始する事例も多い。

国内栽培の課題として、登録農薬が少ないことや、定植や収穫、調製等の作業の機械化が進んでいない等の栽培技術に関する課題、さらに長期的な需給見通しなどの情報が十分に共有されていない等の農業経営に関する課題が提起されている。今後、関係機関と連携して抽出課題に取り組むとともに、機関間の連携基盤を進めたいと考える。

2) 本年度の 2 回の会議を通じて、漢方製剤等における残留農薬の安全性担保に向けて、専ら医薬品たる薬用作物（生薬）の登録農薬の適用拡大の際の作物残留性試験に用いる残留農薬の上限値の目途の考え方が整理された。今後、日漢協会会員会社が使用する全植物性生薬のうちの専ら医薬品たる薬用作物（生薬）の分類表を作成し最終確認する。さらに、次年度はその公表、活用の仕方についての検討にあたることとする。

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

ハウスまたは温室を用いた短期間の育苗では、育苗期間や育苗環境が根部重量（収量）に及ぼす影響はほとんど認められなかった。これらの結果から、従来育苗には1年間を要していたが、冬期に最低気温5℃、平均気温10℃を維持することによって、3ヶ月の育苗期間でも可能であることが判明した。

ヤマトトウキの葉に含有されているフロクマリン類は、光毒性接触皮膚炎等を発症させる成分である。現在、食用として利用されているハマボウフウと比較した結果、ヤマトトウキのフロクマリン類の含量は約半分であった。この結果、ヤマトトウキの葉及び茎は、現在想定している摂取方法として濃縮しないお茶、料理のスパイスなどに使用する量であれば問題はないと思われる。DNA塩基配列情報に基づきタバナの系統間の比較を行った結果、ITS領域では交雑が多いことが示され、さらに多くの試料を用いて地域性の検討が必要と思われた。

徳島県における栽培試験では中山間地域においては有望品目になり得ることが示された。一方、生産栽培ではリスクもあることから、まず小規模な試験栽培から始めることが必要であると思われた。

センブリでは、低温処理および変温処理により発芽が促進されることが明らかになった。一方、本年度の試験ではヒロハセネガのいずれの温度区・処理区においても発根率は低く、今後の検討が必要であると考えられた。種子発芽に関する論文情報は、各植物の種苗生産を試みる上で、重要な知見となると考えられた。

E. 結論

薬用植物の新品種育成と普及では、グリチルリチン酸含量に着目して育成したウラルカンゾウの特性分類調査を実施した結果、系統No. 10と既存品種との間に区別性が認められたことから品種名‘厚労Glu-0010’として2014年6月26日に品種登録出願を行った（第29311号）。また、現在品種審査中のシャクヤク新品種‘べにしずか’は、農林水産省種苗審査室による現地種苗審査に伴い当該品種を含む5品

種34形質の特性分類調査を実施した。さらに、シャクヤク新品種‘べにしずか’の遺伝子鑑別技術の開発を目的に、シャクヤクのアントシアニン類生合成酵素遺伝子群のDFR遺伝子ゲノムのExon2-Exon4領域に品種間の遺伝子多型を見だし、これらの情報を基にPCR-RFLP法による品種識別法を開発した。

医薬基盤研究所において育成された品種の普及および試験栽培では、ハトムギ‘北のはと’の生産栽培は、北海道八雲町において昨年度発生した葉枯病の防除として、チウラム・チオフアネートメチル水和剤による種子消毒を実施した結果、病害の発生はほとんど認められず、過去最高の生産量となった。また北海道上川地方におけるハトムギ‘北のはと’の施肥方法を詳細に検討して、肥料成分として基肥が窒素5kg/10a、リン酸10kg/10a、加里5kg/10a、分けつ期（6月下旬）に加里10kg/10a、出穂期（7月下旬）に窒素5kg/10aが適当であると判断した。この他に、ハトムギ新品種‘はとろまん’は、茨城県常陸大宮市および富山県小矢部市等、シャクヤク新品種‘べにしずか’は埼玉県秩父市で試験栽培を実施した。

稀少創薬資源植物として国内の薬用植物の資源量を調査した。福岡県北部地域におけるオケラの資源量調査は、自生株が極めて稀少であるため、今後も自生地を保全していくことが重要であると思われた。また南西諸島におけるウコンイソマツの自生地の中で久高島と伊是名島は他の地域に比べて極めて資源量が多く、特に、伊是名島のウコンイソマツ自生地は、他の地域では見られない特大サイズの個体が多数分布することを見いだした。北海道美唄市におけるニガキの資源量調査では、日当たりが良い林道沿いにおいて高頻度で出現し、同地におけるニガキ利用部位（木部）の資源量は約250kg/haと推定した。さらに北海道十勝地方にけるトウキ類の資源量調査は、調査地5箇所（調査面積1,272m²）においてトウキ類の分布が確認され、その資源量は8,520個体と推定された。

2. 薬用植物・生薬の新規生産技術の開発に関する研究

薬用植物の省力化、機械化栽培技術の確立を目的にカンゾウ収穫機の開発を行った。カンゾウ根茎部の処理は土壌硬度などにより切断深さは影響をうけることから、必要切断深さを確保するためには荷重は 500kg 以上必要であることが判明し、この処理法および機構はトラクタ後方の装着ではなく、前装とすることが合理的であると判断して同処理法および機構の特許出願を行った（特願 2014-246362 号）。栽培に適した環境条件の調査では、ウラルカンゾウについて北海道 5 地域、道外 2 地域の調査地において 2 年生株の調査結果から道内日本海側、その他地域の 2 区分で、ウラルカンゾウの根重など各部位の乾物重推定式モデルを得た。

薬用植物の国内栽培化を目的に栽培指針作成に必要な栽培試験を実施した。北海道名寄市におけるナイモウオウギの栽培は、キバナオウギと比較して当地域において栽培適性が示され、乾燥根重は有効積算気温に依存することが明らかになった。サジオモダカは夏季の高温下でも播種・育苗が可能で、西表島における栽培試験の結果から短日条件である秋から冬にかけて水田にて栽培が可能であることが示された。メハジキの秋移植栽培は、40 日程度育苗した後、ビニールポットに移植し圃場に定植すると面積当たりの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（紙筒）育苗栽培法に用いる培養土の組成は、黒土：ピートモス：パーライト（1：1：1）が適当であると判断した。さらに薬用植物の種子の保存と発芽条件を検討し、クララは種子表面に傷を付けると発芽促進されることが明らかになった。

農薬の適正使用に関する検討では、茎葉処理型除草剤クレトジム乳剤を用いたカノコソウ栽培は一年生イネ科雑草に除草効果があり、薬害および根茎乾燥品の薬剤の残留が認められず、実用性が高いと判断した。さら土壌処理型除草剤ペンディメタリン乳剤およびクレトジム乳剤を用いたウラルカンゾウの栽培では、2 年生株における同薬剤の薬害は認められず、その残留値は前者が野菜類の基準値未満、後者が検出下限値未満であった。またシャクヤクの病

害を調査した結果、病原を分離し、シャクヤクさび病およびシャクヤク立枯病と診断した。

種苗の効率的増殖法の開発を目的に、種子から組織培養による増殖能が高い 2 種のイトヒメハギシュート培養系の確立に成功した。本シュート培養は、直接土壌への移植、苗育成が可能であり、イトヒメハギ国内栽培化のための種苗として有望であった。

生薬、薬用植物の品質評価技術の開発を行った。ボウフウの成分において主成分である 4'-*O*-Glucosyl-5-*O*-methylvisamminol 含量は栽培品がやや高い傾向にあり、クロモン化合物である hamaudol およびその類縁体は野生品の方がやや高い傾向があった。

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推進に向けた基盤構築を目指し、北海道、秋田県、長野県、富山県、愛媛県の行政および公的研究機関職員と検討会を開催して課題の抽出を行った。薬用植物の国内生産は限られた地域ではあるが栽培面積が増加傾向にあり、都道府県および地方自治体では事業を策定して支援や栽培試験、公的研究期間による技術開発が開始されている。国内栽培の課題として、登録農薬が少ないことや、定植や収穫、調製等の作業の機械化が進んでいない等の栽培技術に関する課題、さらに長期的な需給見通しなどの情報が十分に共有されていない等の農業経営に関する課題が提起された。

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検討を行った。トウキ種苗の生産において施設栽培による短期間の育苗は期間や育苗環境が根部重量に影響を与えないことが示され、冬期に最低気温 5℃、平均気温 10℃を維持することで育苗期間は 3 ヶ月で可能と判断した。センブリの発芽条件は低温処理および変温処理により発芽が促進された。

ヤマトトウキの葉に含有されているフロクマリン類は、食用されているハマボウフウと比較して約半分であることが明らかとなり、ヤマトトウキの葉は、濃縮しない茶、スパイスなどに使用する量であれば問題はないと思われた。タチバナについて DNA 塩基配列情報に基づく

系統間比較を実施した結果 ITS 領域では交雑が多いことが示された。

徳島県における栽培試験では中山間地域においては有望品目になり得ることが示され、生産栽培ではリスクもあることから、まず小規模な試験栽培から始めることが必要であると思われる。

漢方製剤等における残留農薬の安全性担保に向けて有識者および業界関係者による検討会を開催した結果、登録農薬の適用拡大に向けた作物残留性試験に用いる残留農薬の上限の値は、それぞれの対象となる食品分類の残留基準とする考えで検討を続けることとなった。

F. 健康危険情報

本研究において健康に危険を及ぼすような情報は無い。

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 林 茂樹、菱田 敦之、柴田 敏郎、川原信夫：薬用植物・生薬の最前線～国内栽培技術から品質評価、製品開発まで～、第 1 章 生薬の国産化と今後の課題、シーエムシー出版、p. 1-8 (2014)
- 2) 山口 真輝：寒冷地に適応したハトムギ‘北のはと’の栽培について～栽培と管理方法の検討～、和漢薬、740、6-11 (2015)
- 3) 菊池 健太郎：トウキの大規模栽培化について、和漢薬、741、10-12 (2015)

2. 学会発表

- 1) 林 茂樹、菱田 敦之、柴田 敏郎、高上馬希重、山本 豊、川原信夫：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、日本生薬学会第 61 回年会講演要旨集、p. 284 (2014. 09. 13-14、福岡)
- 2) 山口 真輝、林 茂樹、菱田 敦之、川原 信夫：道北におけるハトムギ‘北のはと’の栽培技術の確立に向けた研究-加里の施用効果について-、日本生薬学会北海道支部第 38 回例会講演要旨集、p. 68 (2014. 05. 24、札幌)

- 3) 杉村 康司、湊野 裕之、河野 徳昭、菱田 敦之、川原 信夫：南西諸島におけるイソマツ属植物の分布特性と資源探索に関する研究、日本薬学会第 135 年会 (2015. 3. 27、神戸)
- 4) 熊谷 健夫、北澤 尚、矢口 泰行、湊野 裕之、川原 信夫：メハジキの栽培に関する研究-秋移植栽培の栽植密度と播種期が生育、収量に及ぼす影響、日本生薬学会第 61 回年会 (2014. 9. 13-14、福岡)
- 5) 熊谷 健夫、湊野 裕之、菱田 敦之、川原 信夫：薬用植物の種子発芽に関する研究-薬用植物の種子発芽に関する研究-キバナオウギ、ダイオウ、モッコウ、ホッカイトウキ、トウキの種子発芽に及ぼす温度の影響、日本薬学会第 135 年会 (2015. 3. 25-28、神戸)
- 6) 福田 達男、石川 寛、荒金 眞佐子、河野 徳昭、熊谷 健夫、渡辺 信、川原 信夫：サジオモダカの栽培に関する研究(第 3 報) 西表島における短日条件下での栽培について、日本生薬学会第 61 回年会 (2014. 9. 13-14、福岡)
- 7) 福田 達男、白畑 辰弥、多賀 結、水口 雄策、渡辺 信、熊谷 健夫、河野 徳昭、川原 信夫、小林 義典：タクシャ及び *Alisma* 属植物塊茎の ¹H-NMR によるメタボリックプロファイリングによる品質評価、日本生薬学会第 61 回年会 (2014. 9. 13-14、福岡)
- 8) 熊谷 健夫、北澤 尚、矢口 泰行、湊野 裕之、川原 信夫：メハジキの栽培に関する研究-秋移植栽培の栽植密度と播種期が生育、収量に及ぼす影響、日本生薬学会第 61 回年会 (2014. 9. 13-14、福岡)
- 9) 菊池 健太郎、菱田 敦之、林 茂樹、川原 信夫：トウキの大規模化栽培に関する研究-ホッカイトウキのペーパーポット育苗栽培法-、日本生薬学会北海道支部第 38 回例会講演要旨集、p. 69、(2014. 5. 24、札幌)
- 10) 菊池 健太郎、菱田 敦之、林 茂樹、川原 信夫：トウキの大規模栽培化に関する研究(第 2 報)-ヤマトウキのペーパーポット育苗栽培法-、日本生薬学会第 61 回年会講演要旨集、p. 285、(2014. 9. 13-14、福岡)

- 11) 熊谷 健夫、渕野 裕之、菱田 敦之、川原 信夫: 薬用植物の種子発芽に関する研究－薬用植物の種子発芽に関する研究－キバナオウギ, ダイオウ, モッコウ, ホッカイトウキ, トウキの種子発芽に及ぼす温度の影響、日本薬学会第 135 年会 (2015. 3. 25-28、神戸)
- 12) 渕野 裕之、松尾 明香、菊地 健太郎、菱田 敦之、川原 信夫: ボウフウの成分に関する研究、日本薬学会第 135 年会 (2015. 3. 25-28、神戸)

3. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許

- 1) 出願番号: 特願 2014-246362 号、発明の名称: 薬用植物の地下部の収穫方法並びにそれに用いる切断装置及びトラクタ、発明者: 村上 則幸、菱田 敦之、林 茂樹、中西 大樹、出願日: 平成 26 年 12 月 4 日

2. 品種登録

- 1) 品種登録出願: 第 29311 号、ウラルかんぞう種、厚労 Glu-0010、育成者: 林 茂樹、菱田 敦之、柴田 敏郎、高上馬 希重、出願日: 2014 年 6 月 26 日

3. 実用新案登録

なし

4. その他

なし