

日本医療研究開発機構 創薬基盤推進研究事業 事後評価報告書

I 基本情報

研究開発課題名：科学的根拠に基づく高品質生薬の国内栽培拡大に向けた参加型研究開発

Evidence-based participatory R&D for increasing domestic production of high-quality crude drugs

研究開発実施期間：令和3年5月1日～令和8年3月31日

研究開発代表者 氏名：山田 祐彰

YAMADA, Masaaki

研究開発代表者 所属機関・部署・役職：

国立大学法人東京農工大学 農学研究院国際環境農学部門 教授

National University Corporation Tokyo University of Agriculture and Technology, Division of
International Environmental and Agricultural Science of the Institute of Agriculture, Professor

II 研究開発の概要

(1) 薬用植物の栽培技術開発

局方規定木本性マオウ (*E. intermedia*, *E. equisetina*) のエフェドリン系アルカロイド含量を指標とする優良株選抜と、挿し木増殖法の開発を試みた。前者では局方総アルカロイド含量規定値 0.7%を安定して満たす系統を見出し、後者では採種地や個体間で総アルカロイド含量が大きく異なった。上記2種の生育収量とエフェドリン系アルカロイド含量を増やす土壌条件は、pH8.1以上、カルシウムイオン含量 5.1mmol/100g 乾土以上、塩化物イオン含量 0.15、マグネシウムイオン含量 0.9で、土壌中の塩化物およびマグネシウムイオン含量とエフェドリン系アルカロイド含量には、負の相関 ($p<0.05$) が認められた。

主要蔓性薬用植物 (*U. rhynchophylla*, *S. acutum*) の栽培化や、計画採取と天然更新に資する基盤整備のため、27府県で230検体の位置情報付き標本を作製した。前者は、温量指数 95～125℃・月、河川近傍の傾斜のある非火砕流堆積地で、褐色森林土に多く生育した。後者は九州四国で、温量指数 90～120℃・月、日照と排水に優れる傾斜地が生育の適地であった。前者の挿し木増殖は、7～8月の草質茎の採穂で活着率が高く、鮮度と成熟度が植物ホルモン処理有無より発根率に影響した。苗を山林に定植したところ食害を被り、防獣ネットで保護し生長を計測している。本州から九州の自生地130か所の土壌を分析した結果、弱酸性で有機物が少なく、リン酸濃度が比較的高く、カルシウム、マグネシウム、カリウムとナトリウムの水溶性塩基を中程度含む、水はけの良い壤質砂土を好むことがわかった。後者の挿し木苗では、単管パイプを用いた栽培で定植2年目以降に生長が進み、日向に植えた個体の成長が著しかった。プランターを用いた検討では、6～8月に植えた個体の生長が良く、9月以降定植では生育不良であった。

わが国における青皮や陳皮の基原植物ウンシュウミカン (*C. unshiu*) の薬用果皮生産を目的とした栽培体系実装化研究は、静岡県「三ヶ日みかん」産地の主力二品種「青島」と「興津早生」で実証圃場を3農家(有機栽培、緩効性肥料施与で減農薬栽培、普通栽培)に設け、2022年3月から通年データ記録を行った。圃場の気温と地温は年を追って上昇し、温暖化対策の必要性が示唆された。日照は毎年類似の季節変化を示したが、降水量は年

ごとに大きく異なり、最高土壌水分率の急変を来たして、薬効成分量の変動要因になり得ると推察された。対策として、土壌水分や地温の安定に効果があるとされ、産地農協が推奨するナギナタガヤ (*V. myuros*) 草生栽培を、除草を行う慣行栽培、草生被覆 50%、同 100%の試験区を、ミカン成木圃場に設け検証した。その結果、青皮原料が摘果される 9 月末と、陳皮原料が成熟する 11 月末の試料で、グルコース、フルクトース、スクロースの総濃度では、栽培方法間に有意差は認められなかった。また、果実生長段階を通してヘスペリジン含有量に有意差が認められなかったことから、土壌の物理化学生物性を維持改良し、表土流亡抑制及び有機物供給（保肥）と除草剤不使用（減農薬）により農業環境と経営を改善するとされる草生栽培は、良質で安全な生薬の持続的生産に寄与する可能性が示唆された。

さらに、古来わが国で栽培されてきた多年草や低木性の主要生薬の系統維持と作付拡大を通した中山間農地の荒廃防止を目的として、福島県、長野県や奈良県の専門家等から伝統智や栽培技術に関する情報収集を重ねた結果、漢方薬生産に不可欠な薬用植物の国産種苗供給が制約される現状を確認した。そこで海外に優良種苗を求め、2021 年と 2022 年の冬に 2 回、計 7 千余株の薬用ボタン (*P. suffruticosa*) 及びシャクヤク (*P. lactiflora*) 苗を輸入した。岩手、福島、群馬、茨城、千葉、東京、山梨、静岡、愛知、奈良、島根、大分の各地有志に苗を分配し、国産シャクヤク苗を加えた数十～数千株規模の大小栽培実証圃場を設け試験栽培を開始した。ここに伝統智の専門家を招き、栽培希望者向けの勉強会を行った。栽培実証圃場には環境計測装置を設け、2022 年 2 月より日射量、気温、湿度、降雨量、風速等の気象状況に加え、地中温度、土壌水分量や電気伝導度 (EC) を計測した。日本各地の気象と土壌条件や施肥方法が、薬用作物の生長と収量に及ぼす影響を検討するため、シャクヤク栽培モデルを作成してコンピュータシミュレーションを行った。

（２） 薬用植物の内部品質情報の把握

優良株選抜のため、木本性マオウ保株のエフェドリン系アルカロイド定量試験を行った。また、148 地点で採取したカギカズラ検体の総アルカロイド含量を分析した結果、0.004～0.114%の値を示し、121 地点で局方規定の 0.03%を満たした。四国でオオツヅラフジと推定された野生採集品について、シノメニンとマグノフロリンを指標とした薄層クロマトグラフィー (TLC) 解析を行ったところ、指標化合物が検出されない検体が存在した。高速液体クロマトグラフィー (HPLC) による定量では、シノメニン 0.35～0.59%、マグノフロリン 0.23～1.54%、総アルカロイド含量 0.58～2.10%の結果が得られた。アケビ類野生品と木通市場品は、液体クロマトグラフィー質量分析 (LC/MS) で 2 グループに分けられ、ヘデラコシド C はグループ II 特有で、アケビアサポニン D はどのサンプルからも検出されなかった。

青皮や陳皮の国産化推進に向け、ウンシュウミカン果実生産圃場での季節変化や、慣行や有機等栽培方法が果皮のヘスペリジン量に与える影響を分析した。上述の 3 農家で 2022 年から 3 年間、7～12 月の毎月末に果実を採取し冷凍保存した。それらの果皮を凍結乾燥後に粉碎し、第十八改正薬局方に従ってヘスペリジン、ノビレチンとタンゲレチンをメタノール還流抽出し、HPLC で定量分析を行なったところ、年や圃場でヘスペリジン含有量に差が生じるものの、平均値は日本薬局方規定値を超えていた。圃場毎の違いは、各農家の土壌肥沃度管理が薬効成分含量に影響しているとみられる。有機栽培の試料は他圃場より含有量が高めに推移し、植物保護（＝農薬散布）や即効性化学肥料の不使用による環境ストレスが、薬効成分生産量に正の影響を及ぼすのではと思われた。各年の薬効成分含量変化は降水量や灌漑管理に影響されたようだが、成熟期（早晚生）や果皮性状（厚さと貯蔵性）が異なる品種差は、薬効成分含量に影響を及ぼさなかった。ノビレチン含有量は早晚生品種とも年ごとに似たばらつきが計測され、 $3.0 \times 10^{-4}\text{g/g}$ から $1.0 \times 10^{-4}\text{g/g}$ の範囲だった。有機栽培圃場では果皮により多くのヘスペリジンとノビレチンが含まれていたが、単位面積当たり果実収量は他の 2 圃場より少なかった。タンゲレチン含有量は両品種とも $1.5 \times 10^{-4}\text{g/g}$ から $4.0 \times 10^{-4}\text{g/g}$ の範囲で年毎のばらつきが少なく、ヘスペリジンやノビレチンほどではないが有機栽培果皮により多く含まれる傾向が見られた。続いて、国産ウンシュウミカンと、中国産青皮陳皮基原植物のボンカン (*C. reticulata*) で、果皮に含まれる薬効成分量を比較したところ、果実肥大

につれリモネン濃度が上昇、ヘスペリジン濃度が低下し、両種の薬用成分含量には有意差がなかった。生果を目的としたわが国のウンシュウミカン既成園で、摘果や収穫と選別、また廃園管理を通して大量に産出される果皮を、生薬原料の青皮や陳皮として活用推進すべきであろう。そのため規格外ミカンを生薬卸に送り評価を依頼したところ、生産地での一次加工による実装化可能性が明らかになった。とくに「三ケ日みかん」の主力晩生品種「青島」は果皮が厚く機能性物質を豊富に含み、上質な陳皮青皮の生産に向けて試行継続する。その際に、果実生育に伴う含有成分量変化の相関を参照して、果皮外側の油胞に多く含まれるリモネンをラマン顕微鏡で観測すれば、同時にヘスペリジン含量が推定できようとの仮説を立てた。国際基督教大学と東京農工大学の計3台の赤外ラマン顕微鏡で、ウンシュウミカン「興津早生」2025年収穫果実のリモネンの観察と計測を試み、1台でリモネンを観測できたが、非破壊成分検知システム構築には共焦点3Dイメージング等より高度なデータ処理を必要とすることが判明した。

岩手県雫石町実証圃場に2021年冬に植栽した輸入ボタン科薬用種苗を、定植3年目と4年目に掘り上げて成分分析したところ、ボタン根皮ペオノール含量平均は「鳳丹白」で各0.29%、0.36%、「紫斑白」は各0.37%、0.54%であった。両品種とも増加傾向を示したが、日局基準0.9%に満たなかった。両品種は原産地で最高品質の生薬原料とされ、定植5～10年後に再度分析したい。一方、シャクヤク根のペオニフロリン含量は定植3年目で、中国「種生」3.18%、日本「梵天」3.29%に達し、双方とも日局基準2%を満たした。

ヤマトトウキ (*A. acutiloba*) の栽培において、土壌肥沃度管理の薬効成分への影響を検証するため、窒素、リン、カリウム施肥に対する主根の肥大反応、乾物重と、リグスチリド乾物換算濃度を測定した。窒素実験区は甚大な虫害により中断を余儀なくされたが、カリウム、リンともに10kg/10aの施肥で主根が最も肥大し、乾物重が増えた。一方、主要な日局指標成分リグスチリドの乾物換算濃度は、カリウム5kg/10a、リン20kg/10aの施肥量で最大になった。ところが、生薬トウキの品質評価は指標成分含量のみにならず、歴史的経験蓄積の上に確立された総合評価が最も信頼されている。これを数値化して高品質トウキの栽培を推進するため、実需者経験に基づく品質評価結果を目的変数、三重県大台町農家3戸のヤマトトウキ2023年収穫株の根径(0～3mm, 3～6mm, 6mm以上)別の側根の長さ、体積、分岐数や重量を説明変数として重回帰分析を行い、重相関係数0.975のモデル式が得られた。根径3～6mmの根長が長く0～3mmの根長が短いほど、出荷品等級が上がった。そこで、実需者に形態的品質判断基準を照会すると、側根が多く、中程度の太さの根が多い個体を「良」と評価していた。実需者の経験知と実測値が一致し、根径の重要性が明らかになった。日本薬局方では、形態学的評価は品質を担保する最も基本的かつ重要な情報と規定しており、根径3～6mm(うち4～4.5mm)の根を増やす栽培管理技術が、ヤマトトウキの高い品質評価につながることを示唆された。

(3) 地域実装に向けた参加型の薬用作目導入計画と経営プロトタイプ構築

各地で生薬の生産者や流通業者等を訪問し、伝統智や栽培技術、経営内容等に関する聞き取りと観察調査を行い、成果は圃場栽培試験に援用した。文献資料、実証圃場データ、鳥獣被害等の外部環境データも収集解析し、中山間地における栽培生薬サプライチェーン試算のための基礎的枠組み提示と、適正技術による課題解決のための研究開発を目指した。

生薬原料の国内生産は本邦年間必要量の1割に満たず、大半は80～90代の超高齢者による野生採取品であった。経済停滞と為替円安下で下落傾向の公定薬価、不安定な生産者価格、一般農産物と異なる限られた販売先、食薬区分の課題等により、採取後継者は見当たらなかった。また、国産生薬原料の栽培品目は限られ、その生産流通を取り巻く技術および制度的課題として、栽培技術未確立、脆弱な公的支援体制、種苗入手の困難、栽培技術継承の危機、厳格な生産物品質規格と規格外出荷先の不在、生産物の限定的かつ閉鎖的取引形態、低位硬直的な生産物価格が指摘された。

生薬栽培希望者と協議を重ね普及方針を検討した結果、専業よりも兼業経営、主作ではなく農地維持目的の長期省力型副作に適した需要ある生薬から着手し、特色ある非医部位は地域振興のため多用途活用することで生産

意欲を持続させ、薬用部位の安定供給を目指す方針を確認した。既述の通り、まずボタン科薬用植物種苗を輸入分配し、各地実証展示圃場で栽培に関心を持つ多業種地域参画者、技術指導者、地方自治体と大学関係者が、交流と意見交換を重ね試験栽培を継続している。

ボタン科生薬計約5千株を栽培する岩手県雫石町の実証圃場では、定植3年目の国産および輸入薬用シャクヤクが日局指標成分基準を達成し、収量も良好だった。同圃場で記録した作業や資機材投入等のデータに基づき、水稻シャクヤク複合経営の実装化可能性を評価した。その結果、家族労働力のみでは5月の労働時間制約によりコメ8.38ha専作、反当所得3.4万円/10aとして年間農業所得285万円となった。農繁期に臨時雇用1名を手配できれば、コメ10.73ha、シャクヤク0.28ha（反当所得6.1万円/10a；4年栽培なら収穫面積7a）で年間農業所得381万円だが、コメとシャクヤクの反当所得が6.1万円/10aで並ぶとコメ11ha専作、年間農業所得671万円となった。一方、コメ反当所得3.4万円/10aで、シャクヤク反当所得が10万円/10aに増えれば、作付面積は上記の臨時労働力雇用の場合と同様で、所得は392万円となった。薬用シャクヤク作付面積の拡大を阻む最大要因は、5月の労働時間（摘蕾摘花、除草中耕）である。臨時雇用の確保が困難な場合、除草中耕等の労働時間短縮が必要と判断された。シャクヤクは農家収益性の点で希望が持たれる一方、上述のように実装化のため解決すべき本質的課題も明らかとなった。

一般には、医薬品原料生産は恒常的に低収益性である。1980年代後半以降、国産生薬栽培は原料生薬の輸入増に伴う収益悪化で継続的に縮小した。今日、漢方処方は大手数社を中心に製造されるエキスを圧倒的地位を占めるが、2024年度これら漢方製剤の多数で薬価が引き上げられた一方、薬用作物生産者からの原料買取り価格の根拠となる単味生薬薬価は据え置かれている。大手企業は契約栽培の高度連携化により多量に必要とするエキスを原料生薬の確保に成果を挙げているが、全国各地で伝統的に営まれてきた地域的特色ある生薬数百種の少量生産は、著しく縮小または消滅しつつある。いったん失われた生物資源や関連する伝統知及び技術は再生困難だが、根本的原因是に労働多しで持続的水準に満たない、生産物の低収益性にある。

2010年代前半から、良質輸入原料生薬の調達困難化と国内生産者減少を背景に、厚生労働省や農林水産省では地方自治体等と連携協力して、生薬の国内自給率向上に向けた薬用作物増産支援に着手した。契約栽培を前提に、優良品種開発や栽培技術向上を通して増産と生産者の収益性向上を目指し、制度的制約と限られた諸資源の下で効率性を重視した「選択と集中」型モデルを推進した。公的医療保険制度で利用される漢方エキスの原料生薬国内増産支援策としては合理的だったと考えられるが、生産者にとっては農産物に比べ以下の理由から導入ハードルが高いと判断された。

- 1) 共同出荷団体がいない場合、導入初期から個人でまとめた面積の栽培が必要となる。
- 2) 契約先品質規格に満たない収穫物は廃棄となり、期待収入を大きく下回る可能性がある。植え付けから収穫まで複数年かかる場合、収入喪失リスクがより大きくなる。
- 3) 生薬の安全性や品質均一性の観点から、栽培環境や方法等に種々の制約が課され、他作物の作付け計画や栽培方法に影響を与える可能性がある。
- 4) 上記に即して薬用作物を取り入れた農業経営は、契約先企業への従属を強める可能性がある。企業の経営方針変更や倒産により、出荷先を失うリスクがある。多年性薬用作物の栽培は、複数年にわたり栽培面積が制約されるため、契約先企業への従属関係がより強いものとなる。

東北地方で自治体や農家へ聞き取りを行った際、これらの意見や経験が語られる場面が多かった。短中期的には出荷先や価格の安定により原料生薬増産に効率的と考えられる一方、長期的観点から生産者層の拡充に向けたモデルの併存が適切であろう。

新規生産者の薬用作物栽培導入や定着には上記「選択と集中」型モデルの条件1)～4)は、以下に置き換えられる必要がある。

- S1) 保有資源に見合った作付け体系や栽培規模を決定でき、経験を積みながら栽培方法上の工夫や規模拡大等を行える自由度（裁量権）を確保できる。
- S2) 薬食同源のもと、複数の出荷先があり、用途や部位に応じて出荷先を選択できる。
- S3) 安全性の観点から出荷生薬の品質や栽培方法等の諸条件を遵守するのは当然ながら、薬用作物栽培が他作物の作付け計画や栽培方法に対して大きな影響を及ぼさない。
- S4) 契約先企業に従属しない主体的経営の継続が可能である。

この新規支援モデルは、拡充した生産者層から薬用作物栽培や利活用改善に積極的に取り組む者の出現を期待する。生産の選択肢を広げ、技術に限らず制度的制約をも克服できる新たな展開につながる可能性がある。遺伝資源保存や栽培技術改良の観点からも意義があり、篤農品種のように生産者による新品種や技術の開発も期待される。実需者との契約栽培を前提とせず、「選択と集中」型モデルでは薬用作物導入困難な者を想定する。具体的には、多品目少量生産を営み健康や環境への意識が高い生産者が主となる。労働集約的な栽培管理ならびに未利用部の利活用（ハーブ、香辛料、化粧品等）を考慮すると、きめ細かな労働に向き加工に長けた女性農業者がいる農家や、家庭菜園等の経験を有し、薬用作物に関心のある非農業者も支援対象候補となる。小規模ゆえ柔軟性や稼働性があり、さらに自発性や能動性を発揮することで、薬用作物の栽培法や収穫物の利活用について斬新な改善策を創出し、原料生薬の増産につながると期待される。そのために、自発性や能動性を刺激し新たなアイデアや工夫を妨げず、努力に見合う成果を実現できる環境整備が不可欠となる。

生産者層の拡充優先モデルは、地域重視の「分散と展開型モデル」と性格づけられ、原料生薬の増産に向け現行「選択と集中型モデル」と相補うものである。後者は広域に消費される漢方エキスを原料を賄う基幹的役割を果たし、前者は地域内活用される複数製品の原料を供給して、補完的な役割を担う。奈良県や三重県における薬用作物未利用部位の地産地消推進は、制度的制約の克服を目指す先駆的な取り組みである。本事業においても、岩手県雫石町の実証展示圃場で栽培する薬用ボタンやシャクヤクの花の食品加工用販売を試行した。また、千葉県佐倉市の展示圃場で栽培したカギカズラの葉は、昨年から予約制洋食レストランに出荷可能性を協議し始めた。こうした新規の試みには、以下のような公的支援が求められる。第一に、上記 S1) と S3) で示したように、生産は試行的に開始されるため、種苗提供ならびに栽培方法や生薬原料出荷等についての諸制度に関する情報提供が支援の中心となる。新規参入者を孤立させぬよう、薬用作物に関する知識や栽培技術に関し、有識者との情報共有や意見交換（技術普及のための栽培フォローアップ体制）も重要となる。自己経営資源に合わせ試行錯誤しつつ規模拡大する者の出現が望まれるが、原料生薬向けの本格的出荷を企図する場合は、現行「選択と集中型モデル」の取り組み（優良品種確保、栽培技術向上等）にならった支援が必要となる。第二に、この生産者層の定着の鍵となるのは、S2) に示したように出荷段階の多様性と柔軟性の確保である。少量生産となるゆえ、出荷物が薬用か食品等の用途にかかわらず、取引範囲は産地内が主となる。望まれる取引形態は域内異業種関係者との連携協力をベースに、S4) に挙げる生産者主体性の担保可能な薬食同源の発想に基づく地産地消となり、この形成を促す支援が求められる。例えば、収穫物の利活用に関し、生産者と域内関係者が情報共有や意見交換できる定期的機会が望まれる（情報交換や信頼構築のための人的ネットワーク）。

生産者層拡充を優先する「分散と展開型モデル」は、地域の異分野関係者との協力があってこそ機能するもので、理想的な地域連携形態の骨子は以下のとおりである。

- A) 地域医療ケアシステム（Community Health Care System = CHCS）確立のため、地域医療連携とセルフメディケーションを組み合わせ、薬食同源の発想による薬用作物の地産地消を目指す。
- B) 地元関係者（stakeholder）で地域薬用作物利用協議会を設立し情報を交換共有し、商品開発を含む薬用作物地産地消推進策を検討する。医療関係者（医師、看護師、薬剤師、栄養士等）、生薬問屋（地元不在の場合は域外取引希望者）、食品メーカー（同左）、直売所、スーパー、レストラン、薬用作物生産者、健康志向の消費

者、研究教育関係者、行政が協議会構成員となる。

- C) 個別生産は小規模を原則とする。多品目少量経営の中で混間作や農林複合を推奨する。種苗は栽培開始時に提供され、翌作以降は自己調達を原則とする。生産者は自己経営資源と上記協議会の要望や期待を勘案して試行錯誤を重ね、導入作物や作付け体系ならびに肥培管理や植物保護を含む栽培方法について、最適解を探索してゆく。
- D) 生産物の薬用部位は、地域医療ケアシステムで利用される煎じ薬、または地域ブランド一般用漢方製剤原料向けの生薬問屋出荷とする。規格外薬用部位や薬用部位以外は、薬機法に従いハーブ、香料、化粧品や加工食品の原料として利用する。具体的用途については上記協議会で検討する。

本研究開発事業を通じ今後の国産生薬栽培推進に向けた指針が示された。「分散と展開型モデル」による新規生産者の開拓と、伝統智や技術、遺伝資源の保全と開発を引き続き追究してゆきたい。

Outline of results (Summary)

(1) Cultivation techniques of medicinal plants

***Ephedra* and the medicinal lianas:** Two woody *Ephedra* species specified in the Japanese Pharmacopoeia were studied for selection of superior strains by using ephedrine alkaloid content as an indicator. Besides, their propagation method using cuttings was developed. The wild *Uncaria* and *Sinomenium* specimens with location information and soil samples were collected from the natural habitats of Japan to assess their suitability for cultivation, planned harvesting and natural regeneration. Their propagation methods using cuttings were developed, and good soil properties were identified for planting.

***Citrus*:** Under the ongoing climate change, sustainable production of edible fruit and medicinal peel was studied with farm field data collection and analysis. Sod culture using annual fescue (*Vulpia myuros*) was found suitable for production of both good quality fruit and safe medicine.

***Paeonia*:** Demonstration test fields of intercroppable herbs were planted from the Northeast to Southwestern parts of Japan using the imported and domestic seedlings, with the aim of preventing the deterioration of farmland in mountainous and hilly areas, by applying traditional knowledge and techniques studied from the surviving experts of herb cultivation.

(2) Internal quality of medicinal plants

***Ephedra* and the medicinal lianas:** To identify superior strains and to evaluate the authenticity of wild-collected products, quantitative tests were conducted for ephedrine alkaloid and other bioactive compounds of respective species.

***Citrus*:** Seasonal changes and the effects of cultivation methods were analyzed on the amount of hesperidin in the fruit peel. Samples from organically grown crops consistently showed higher levels of active ingredients than those from other fields, suggesting that environmental stress due to the absence of plant protection and fast-acting chemical fertilizers positively impacted the production of active ingredients. Variety differences in maturation periods and peel characteristics did not affect the active ingredient content.

***Paeonia* and *Angelica*:** *Paeonia* seedlings planted in the winter of 2021 at a demonstration field in Iwate Prefecture were dug up in the third and fourth years after planting. The average paeonol content of *P. suffruticosa* root bark showed an increasing trend but still fell short of the Japanese Pharmacopoeia standard of 0.9%. The paeoniflorin content of *P. lactiflora* root met the standard of 2% in the third year after planting. *A. acutiloba* plant growth and ligustilide production were measured in response to fertilizer application. Besides, a multiple regression analysis was conducted using the quality evaluation results based on the experience of end-users as the dependent variable, and the morphological properties of roots harvested in 2023 from three farmers in Mie Prefecture, as independent variables. A model equation with a multiple correlation coefficient of 0.975 was obtained.

(3) Participatory introduction and cultivation of medicinal crops

Based on literature review, key informant interviews and observations, we concluded that a complementary decentralized policy approach is urgently needed in recruiting new medicinal herb producers, consisted of small farmers backed up by local stakeholder network, for conserving, tapping from and further developing traditional knowledge and skills, besides genetic resources, and increasing domestic production of medicinal plants in the long run.